

Zum Neubeginn nach 20 Jahren

Ich hoffe, Sie warten schon lange auf dieses Heft. Zugegeben, 2013 liegt ja schon ein wenig zurück. Wir sind trotzdem sehr froh und glücklich, Ihnen heute das neue Plus Lucis überreichen zu dürfen. Wie Sie sehen, hat sich einiges getan: Am auffälligsten ist sicher, dass das Heft inzwischen in Farbe gedruckt wird. Und das sogar, ohne dass wir die Mitgliedsbeiträge des Vereins erhöhen mussten. Eine andere Änderung bei Plus Lucis geht tiefer: Wir haben das Herausgeberteam erweitert. Für das vorliegende Heft zeichnen drei Gruppen verantwortlich. Gemeinsam haben Kolleginnen und Kollegen aus Graz und Wien an diesem Heft gearbeitet. Wie ich finde, hat sich das wirklich gelohnt.

Sie werden im vorliegenden Heft ein großes Spektrum an Artikeln aus Physik- und Chemiedidaktik finden. In den meisten Beiträgen werden einzelne Forschungs- und Entwicklungsprojekte aus Graz oder Wien näher vorgestellt. Fast immer gibt es dabei sehr viel mehr über die einzelnen Projekte zu erfahren als im Rahmen eines Zeitschriftenartikels berichtet werden kann. Ich lade Sie daher ein, zu den jeweiligen Projekten auf den Webseiten in Graz und Wien nachzulesen. Sie finden dort weitergehende Berichte, aber oftmals auch direkt in der Schulpraxis anwendbare Materialien.

Den Anfang des Hefts machen Artikel des AECC Physik. In einem umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsprojekt arbeitet Claudia Haagen-Schützenhöfer seit mehreren Jahren daran, wie der Unterricht zur Optik so gestaltet werden kann, dass Schülerinnen und Schüler mehr Verständnis erreichen. Es hat sich auch in diesem Projekt – wie in vielen anderen zuvor – erneut bewährt, dass Physikunterricht die Vorstellungen von Kindern und Jugendlichen berücksichtigen muss, um erfolgreich zu sein. Claudia Haagen-Schützenhöfer hat solche Materialien entwickelt und stellt ihre bisherigen Ergebnisse vor. Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Thema „Strahlung“ hat Susanne Neumann im Rahmen ihrer (inzwischen abgeschlossenen) Dissertation erforscht. Sie gibt im zweiten Beitrag des Hefts einen Einblick in diese Ergebnisse und formuliert hilfreiche Anregungen für den Unterricht zum Thema Strahlung. Im Rahmen eines von Sparkling Science geförderten Projektes hat sich Marianne Korner mit der Unterrichtsmethode „Cross Age Peer Tutoring“ befasst. Sie konnte nachweisen, dass besonders Tutoren davon profitieren, wenn sie mit jüngeren Schülerinnen und Schülern gemeinsam an physikalischen Fragestellungen arbeiten. Dominik Ertl stellt sechs Kernaspekte von „Natur der Naturwissenschaft“ vor. Er arbeitet schön heraus, dass es sich dabei um ein sehr komplexes Thema handelt.

Es schließen Beiträge aus der Steiermark an. Zunächst beleuchten Leopold Mathelitsch und Gerhard Rath die Situation der Fachdidaktik in der Steiermark. Danach erklären Erich Reichel und Edi Schittelkopf am Beispiel der Zitro-

nenbatterie, wie einfach es gelingen kann, forschendes Lernen im Unterricht zu verwirklichen. Veronika Rechberger, Judith Aldrian und Leopold Mathelitsch vergleichen im nächsten Artikel basierend auf Daten aus dem SECURE-Projekt die Situation im österreichischen Nawi-Unterricht mit anderen europäischen Ländern. Eine Perspektive über die weiterführende Schule hinaus liefern Andreas Niggler und Peter Holl mit ihrem Artikel zum forschenden Lernen im Sachunterricht. Ulrike Doppan stellt danach den Einsatz eines mittelalterlichen Textes im Physikunterricht vor. Drei Artikel zum Chemieunterricht beschließen den steirischen Teil des vorliegenden Heftes: Barbara Enko diskutiert, wie Photochemie im Unterricht behandelt werden kann. Experimente und Unterrichtsideen zum Thema Kohlenhydrate beschreibt Christina Magdalena Fleiss. Helga Voglhuber berichtet abschließend darüber, wie Emulsionen im Kontext von Körperpflegemitteln unterrichtet werden können.

Den Abschluss des Hefts bilden Beiträge aus dem AECC Chemie. Nach einer Vorstellung der Arbeitsgruppe durch Anja Lembens und Rosina Steiniger und der einzelnen Forschungsprojekte durch Simone Abels, Gerhard Kern, Brigitte Koliander, Günter Lautner, Anja Lembens und Rosina Steiniger erfolgt eine ausführliche Darstellung der verschiedenen Fortbildungsveranstaltungen unter Beteiligung des AECC Chemie.

Wie Sie sehen, haben wir eine abwechslungsreiche Lektüre für Sie zusammengestellt. Das wird in den nächsten Heften weitergehen. Wir haben vereinbart, dass die drei Arbeitsbereiche Fachdidaktik Graz, AECC Chemie und AECC Physik reihum Hefte von Plus Lucis herausgeben werden. Wir streben dabei an, dass Sie in Zukunft wenigstens zwei Hefte pro Jahr, vielleicht sogar mehr erhalten werden. Jedenfalls sind schon jetzt zukünftige Hefte, in Vorbereitung.

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie das Heft auch den Kolleginnen und Kollegen, die nicht Mitglied im Verein sind, empfehlen würden. Vielleicht haben Sie ja auch Lust, über ein gelungenes Unterrichtsprojekt, Experiment oder über eine andere tolle Anregung für den Unterricht zu schreiben? Schicken Sie uns Ihre Ideen!

Ich wünsche Ihnen allen einen guten Abschluss des Schuljahrs und erholsame Sommerferien.

Auf ein baldiges Wiederlesen

Martin Hopf, Obmann

Das Optikprojekt

Wie SchülerInnen der 4. Klasse im Optikunterricht ein Licht aufgehen soll

Claudia Haagen-Schützenhöfer

Seit dem Wintersemester 2010/11 setze ich mich mit der geometrischen Optik der Sekundarstufe I aus Sicht der Lehr- und Lernforschung auseinander. Die Frage, mit der ich mich beschäftige, klingt relativ banal, hat es aber bei genauerer Betrachtung so richtig in sich: Wie können Lernende bestmöglich unterstützt werden, sodass sie nach dem Optikunterricht die wichtigsten Konzepte der Unterstufenoptik verstanden haben und anwenden können?

Ausgangspunkt des Projekts war die Entwicklung eines Testinstruments zur Diagnose des Konzeptverständnisses von Lernenden. Dazu kam:

- Die Entwicklung von evidenz-basierten Lernmaterialien sowie die kapitelweise empirische Testung dieser Materialien.
- Die Befragung von Lehrkräften über ihre inhaltlichen Schwerpunkte im Optikunterricht.
- Schülerbefragungen *"Was ist vom Optikunterricht hängen geblieben?"* und schließlich
- eine Analyse der meist verkauften Schulbücher der 8. Schulstufe zum Thema Optik.

Und schließlich kann sich jeder bestimmt ganz leicht vorstellen, dass sich alle diese Teilprojekte gegenseitig beeinflussen. Wenn sich nun eine neue Erkenntnis einstellt (Haagen-Schützenhöfer 2013), wenn zum Beispiel in Schülerbefragungen herauskommt, dass viele Schüler der Meinung sind: *„Weißes Licht? Ach so, Sie meinen Sonnenlicht oder so. Ja, das ist eigentlich gelb, aber in der Physik sagt man halt weiß dazu“*, dann müssen natürlich alle Unterrichtsmaterialien überarbeitet und wieder erprobt werden und auch die Testbeispiele müssen angepasst werden und ...

Sie haben nun vielleicht eine Idee davon, dass so ein Projekt eigentlich nie wirklich fertig sein kann. In den letzten Jahren hat sich im Optikprojekt viel getan, wurde viel – dank unzähliger Kolleginnen und Kollegen – auch in der Schulpraxis pilotiert und erprobt. Im Folgenden versuche ich einen Überblick zu geben, wie sich das Optikprojekt entwickelt hat. Und ich hoffe Sie damit auch neugierig zu machen, sodass Sie vielleicht als Nächste Unterrichtsmaterialien oder Testbeispiele ausprobieren möchten.

Mag. Dr. Claudia Haagen-Schützenhöfer hat an der Universität Graz Lehramt Physik und Anglistik studiert und über „Englisch als Arbeitssprache im Physikunterricht“ dissertiert. Von 2003 bis 2009 hat sie am BG/BRG Mürrzuschlag Englisch, Physik, naturwissenschaftliches Labor und Projektmanagement unterrichtet und ist derzeit Universitätsassistentin am AECC Physik. E-Mail: claudia.haagen@univie.ac.at

Das Forschungsproblem: Warum gerade geometrische Optik?

Warum nicht? Immerhin nehmen wir unsere Umwelt überwiegend durch optische Eindrücke wahr. Da lohnt es sich jedenfalls genauer darüber Bescheid zu wissen. Geometrische Optik zu lernen ist schwierig, genauso schwierig wie es auch viele andere Bereiche der Physik sind. Trotzdem ist es wichtig, dass unsere Jugendlichen auch über optische Fragestellungen Bescheid wissen, bevor viele von Ihnen für immer vom Physikunterricht „befreit“ sind.

Auch der Lernbereich der geometrischen Optik hält physikalische Konzepte bereit, die dazu beitragen, Alltagssituationen nachhaltiger beurteilen und meistern zu können.

- Warum macht eine Sonnenbrille auch an bewölkten Sommertagen oder am Gletscher Sinn?
- Warum kann ich in absoluter Dunkelheit nichts sehen?
- Was vertauscht der Spiegel (Abb. 1 und Abb. 2) und wie nehme ich daher ein Fahrzeug im Rückspiegel wahr?
- Warum erscheinen uns Gegenstände färbig oder warum ist der Apfel / das Schnitzfleisch im Supermarkt immer roter als daheim? (Abb. 3).
- Warum kann ein Laserpointer zur Gefahrenquelle für Flugzeugpiloten werden?

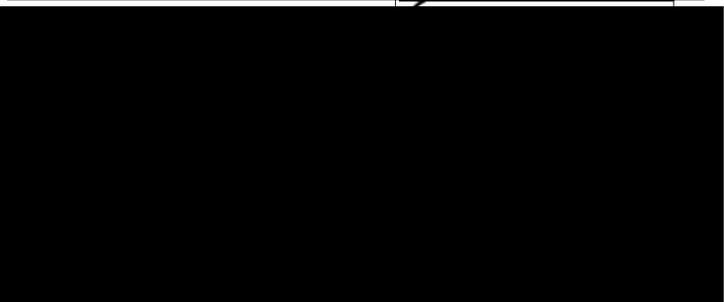


Abb. 3: Verkaufsförderung durch geeignete Beleuchtung (Bild: Promolux)

Die Lernschwierigkeiten – die Ursache des Übels

Physik ist kompliziert und das Verstehen von physikalischen Konzepten fällt den meisten Lernenden nicht gerade einfach. Das gilt wie für viele Themenbereiche der Physik auch für die geometrische Optik. Zahlreiche Untersuchungen (Duit 2009) zeigen, dass sich Lernende selbst nach dem Optikunterricht beim Lösen von Aufgabenstellungen zu optischen Problemen immer noch auf ihre Alltagsvorstellungen stützen und nur in seltenen Fällen Konzepte nutzen, die der Unterricht zu vermitteln versucht.

Grundsätzlich ist die Verschränkung von Alltagswelt und „physikalischer Welt“ wünschenswert, um Lernenden die Relevanz des Gelernten für ihr Alltagsleben zu verdeutlichen. In den meisten Fällen stellen sich die bei Lernenden vorhandenen Alltagsvorstellungen jedoch als hinderlich für Lernprozesse heraus. Viele dieser Alltagsvorstellungen – wie etwa dass wir auch im Dunkeln sehen können, wenn wir unseren Augen nur lange genug Zeit geben, sich an die Dunkelheit zu gewöhnen – sind Konzepte, die sich im Alltag tausende Male bewährt haben, mit physikalischen Konzepten aber nicht unmittelbar übereinstimmen.

Derartige Alltagsvorstellungen, auch Schülervorstellungen¹⁾ genannt, zu allen möglichen physikalischen Inhaltsbereichen, stellen einen Kernbereich physikdidaktischer Forschung dar. Im Laufe der letzten Jahrzehnte konnte vielfach nachgewiesen werden, dass Unterricht, der Schülervorstellungen entsprechend berücksichtigt, um ein vielfaches lernwirksamer ist als konventioneller Unterricht, der diese bekannten Lernschwierigkeiten außer Acht lässt.

Des Weiteren ist es auch als großes Verdienst der Fachdidaktik anzusehen, dass für viele Inhaltsbereiche der Physik eine große Zahl an Schülervorstellungen identifiziert wurde. Außerdem ist es gelungen, für einige Themen Unterrichtsgänge zu entwickeln, die sich als lernwirksamer als konventioneller Unterricht herausstellen. Die große Herausforderung der fachdidaktischen Forschung der nächsten Jahre wird unter anderem darin bestehen, nicht nur Interventionen zu finden, die physikalisches Konzeptverständnis trotz der vorhandenen Schülervorstellungen fördern, sondern den Wert dieses fundierten fachdidaktischen Wissensschatzes für die Schulpraxis plausibel und umsetzbar zu machen.

Die Lernwirksamkeit: Optikunterricht – wir haben ein Problem

Als ein oberstes Gebot der Physikdidaktik, wie der Naturwissenschaftsdidaktik im Allgemeinen, gilt: Orientiere deinen Unterricht an Schülervorstellungen! Was uns Lehrkräften damit abverlangt wird, ist so etwas wie „kognitive Empathie“, also quasi sich in die Denkprozesse der Lernenden hineinzuversetzen.

Leicht gesagt – schwer getan, denn unsere Denkstrukturen

1) Zur Begriffsdefinition vgl. http://pluslucis.univie.ac.at/FBW0/FBW2012/Material/Heran-Doerr_Schuelervorstellungen.pdf [Stand: 24.6.2013]

wurden durch jahrelanges „physikalisches Training“ so geprägt, dass es uns schwer fällt „un/nicht physikalisch“ zu denken. An dieser Stelle kommt die Physikdidaktik ins Spiel mit ihrem großen Fundus an empirischen Erkenntnissen zu Schülervorstellungen (Duit 2009), die die Grundlage jeder lernwirksamen Unterrichtsgestaltung bilden. Die Optik bildet hier keine Ausnahme: Stichhaltige Erkenntnisse aus internationalen Untersuchungen dazu „wie Schüler bei optischen Problemstellungen ticken“ sind seit Jahrzehnten bekannt. Ich möchte an dieser Stelle auf einen Artikel von Sadler (Sadler 1991) hinweisen, der einen sehr knappen, aber übersichtlichen Auszug von „Schülergedanken“ zu Licht und Sehen gibt, die Ihnen aus Ihrer Unterrichtserfahrung sicher nicht fremd sind:

- Licht ist nur dort, wo wir es sehen können.
- Bei beleuchteten Gegenständen bleibt das Licht auf deren Oberfläche liegen.
- Nicht selbstleuchtende Gegenstände können kein Licht abstrahlen.
- Gegenstände müssen beleuchtet werden, damit wir sie sehen können, sie müssen dazu aber kein Licht in unsere Augen strahlen.
- Die wahrgenommene Farbe eines Gegenstandes ist unabhängig von der Lichtfarbe, mit der wir den Gegenstand beleuchten.
- Lichtfarben mischen sich nach denselben Gesetzmäßigkeiten wie Malfarben.
- Helle Gegenstände (weiß, gelb, ...) können selbst in völlig dunklen Räumen gesehen werden.

Wir wissen, dass Lernende, selbst nach dem Einführungsunterricht in die Optik, selten ein physikalisch adäquates Konzept vom physikalischen Sehvorgang entwickelt haben. Nur ein geringer Prozentsatz – je nach Untersuchung zwischen 20% und 30% (Herdt 1990) – kann optische Phänomene mit Hilfe des sog. Sender-Streuungs-Empfänger-Konzepts erklären. Bei diesem Konzept wird ein Zusammenhang zwischen Lichtsendern (in Form von selbst leuchtenden ODER lichtstreuenden Gegenständen) und dem menschlichen Auge als Lichtempfänger hergestellt (Abb. 4).

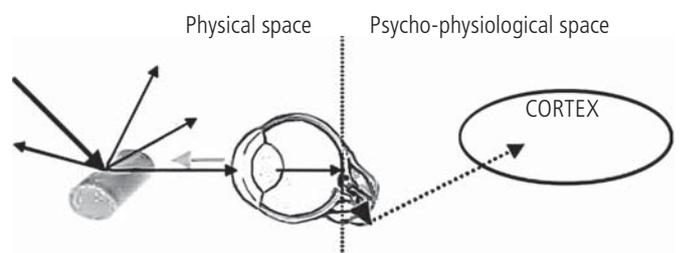


Abb. 4: Sehvorgang aufgeteilt in einen physikalischen Bereich und einen physiologischen Bereich. Durchgängige Pfeile stellen Lichtwege dar, unterbrochene Pfeile die neuronale Signalausbreitung, der graue Pfeil steht für die Sehrichtung. (de Hosson und Kaminski 2007)

Dieses Fehlen einer fachlich korrekten Vorstellung des Sehvorgangs erschwert es Schülern, ein konzeptuelles Verständnis für weitere Themenbereiche der geometrischen Optik zu entwickeln wie etwa für die Wahrnehmung von

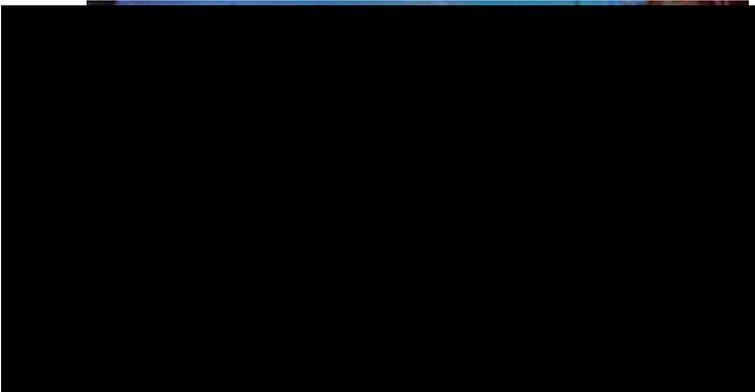
farbigen Gegenständen oder die Entstehung von virtuellen und reellen Bildern bei Linsen und Spiegeln.

Auch für diese Konzepte gibt es im Übrigen eine lange Liste an Schülervorstellungen, die hier nicht angeführt werden, da dies den Rahmen sprengen würde (Duit 2009).

In die Köpfe der Schüler schauen – aber wie?

Die Unterrichtsplanung soll an Schülervorstellungen orientiert sein – gut, aber woher weiß ich, wie sich die Vorstellungen meiner Schülerinnen und Schüler durch den Unterricht verändern, damit ich den Unterricht auch an die Bedürfnisse anpassen kann? Wenn wir das ganz genau wissen wollten, müssten wir es so machen wie in der didaktischen Forschung – mit Schülerinterviews. Wie kriegt man das in der Schulpraxis hin? – Gar nicht, ehrlich gesagt. Daher haben wir uns überlegt ein Fragebogeninstrument zu entwickeln, das die Vorstellungen der Lernenden schnell und relativ verlässlich ermittelt – wenn möglich sogar online.

Um relativ verlässlich an die Vorstellungen der Lernenden heranzukommen, haben wir uns für multiple-choice Aufgaben entschieden, die in je 2 Stufen gekoppelt sind (Abb. 5) (Haagen-Schützenhöfer und Hopf 2012).



Lagerfeuer:

LF1) Kinder sitzen in der Nacht um ein Lagerfeuer.

- a) Was trifft zu? Licht vom Lagerfeuer:
- ist nur um die Flammen herum
 - ist nur im beleuchteten Bereich zwischen Feuer und Kindern
 - kommt nur bis zu den Kindern
 - kommt nur bis zum Haus
 - kommt weiter als bis zum Haus

b) Wie erklärst Du dieses Verhalten von Licht bei Nacht?

richtig	falsch	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Das Licht hält sich nur dort auf, wo es entsteht
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Licht breitet sich so weit aus, bis es auf Etwas trifft
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Licht breitet sich so weit aus, wie wir es sehen können.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Die Ausbreitungskraft von Licht nimmt mit der Entfernung ab

Abb. 5: Multiple choice Beispiel mit 2 Stufen:
a) Beschreibung des Phänomens
b) Erklärung (Haagen-Schützenhöfer und Hopf 2012)

Das hat den Vorteil, dass das Raten minimiert wird und wir nicht nur Einblick bekommen, ob die Lernenden in der Lage sind, optische Phänomene richtig beschreiben können (Was wird passieren?), sondern ob sie auch eine physikalisch adäquate Begründung für ihre Entscheidung im ersten Aufgabenteil geben können (Warum passiert das?). Da wir die noch vorhandenen Fehlvorstellungen kennen, kann der Unterricht entsprechend angepasst werden.

Wie funktioniert dieses Testinstrument? Mittlerweile, nach einer Entwicklung über mehrere Überarbeitungszyklen hindurch, funktioniert der Test in der aktuellen Version schon sehr zufriedenstellend. Wir haben bisher eine 1. Testversion mit mehr als 600 Lernenden nach dem Optikunterricht online getestet. Danach wurden die Aufgaben überarbeitet, ausgetauscht, ergänzt, einzelne Aufgaben mit Hilfe von Schülerinterviews noch einmal verbessert. In einer weiteren Entwicklungsphase wurden 367 Lernende mittels Fragebogen befragt wieder Schülerinterviews geführt, Aufgaben abermals überarbeitet und verbessert. Zu noch nicht vorhandenen Themenstellungen wurden offene Fragebögen mit neu entwickelten Aufgaben an 131 Lernende ausgegeben, die daraus erhaltenen Ergebnisse wieder mit Schülerinterviews im Detail abgeglichen. Außerdem wurde auch die Meinung von Lehrkräften erhoben und mitberücksichtigt.

Die Ergebnisse und Testkennwerte des Fragebogens sind mittlerweile so zufriedenstellend, dass aus all diesen zahlreichen Überarbeitungs- und Ergänzungsschritten nun eine vorläufige Endversion erstellt wird, die zum Ausprobieren für interessierte Lehrkräfte online oder in paper&pencil Form zur Verfügung stehen wird.

Physikdidaktik – Wir haben ein Problem

Wie viele andere Wissenschaftsdisziplinen hat auch die Physikdidaktik ein Theorie-Praxis-Transfer-Problem. Hinter diesem Monsterwort verbirgt sich der ganz banale Sachverhalt, dass die Erkenntnisse der fachdidaktischen Forschung in der Unterrichtspraxis kaum ankommen. Das ist ein bekanntes Ergebnis internationaler Forschung, und Österreich bildet hier keine Ausnahme.

Um tendenziell herauszufinden, was im Optikunterricht der Sek I vor sich geht, habe ich mich auf die Spurensuche begeben und zwei Quellen angezapft: einerseits habe ich bei Lehrkräften aller möglichen Schultypen mit einem kurzen Fragebogen nachgefragt, welche konzeptuellen Schwerpunkte sie in ihrem Optikunterricht setzen, andererseits haben wir uns Schulbücher, nämlich die 5 österreichischen Marktführer in der 4. Klasse (8. Schulstufe), zu Gemüte geführt.

Die Befragung der Lehrkräfte (N=110) (Haagen-Schützenhöfer 2013) ergab, dass der strahlengeometrischen Betrachtung von optischen Systemen wie Linsen und Spiegel häufig ein großer Stellenwert im Unterricht zukommt. Einige Basis-konzepte wie beispielsweise Lichtstrahlen als mathematisches Modell von Lichtbündeln, der Sehvorgang – speziell

bei nicht selbst leuchtenden Gegenständen – oder Lichtausbreitung als kontinuierlicher Prozess, rücken im derzeitigen Physikunterricht anscheinend eher in den Hintergrund. Lehrkräfte begründen ihre Schwerpunktsetzung häufig damit, dass die Ausbreitung von Licht ein trivialer Vorgang sei, mit dem Schülerinnen und Schüler schon aus ihrem Lebensalltag vertraut wären und/oder dass das Sehen respektive die Funktionsweise des Auges in der 4. Klasse (8. Schulstufe) schon aus dem Biologieunterricht bekannt sei. Bei letzterem treffen wir auf ein Problem, das Ihnen aus Ihrer eigenen Unterrichtserfahrung sicher bestens bekannt ist. Lernende schaffen den Transfer von Inhalten zwischen verschiedenen Unterrichtsgegenständen ohne entsprechende Unterstützungsstrategien oft nur schwer oder unzureichend.

Die Analyseergebnisse der Schulbuchkapitel zum Thema Optik zeigen ein ähnliches Bild: Basis-Konzepte der Sender-Streuungs-Empfänger-Vorstellung oder des kontinuierlichen Strömungsvorgangs der Lichtausbreitung werden vereinzelt ausgespart oder meistens sehr knapp und punktuell abgehandelt. Viel Raum wird hingegen strahlengeometrischen Konstruktionen gewidmet, die nachweislich hauptsächlich Reproduktionsleistung von Strahlengängen anstatt konzeptuelles Verständnis fördern.

Neue Materialien – und alles wird besser?

Besser – hoffentlich, anders – jedenfalls. Die beiden vorigen Abschnitte legen den Schluss nahe, dass Schüler im Optikunterricht nicht immer genügend Lerngelegenheiten erhalten, um sich mit Basiskonzepten intensiv auseinander setzen zu können. Stattdessen werden sie vorwiegend auf strahlengeometrische Konstruktionen hin getrimmt, oft ohne zu verstehen, wie diese modellhafte Vereinfachung mit den wahrgenommenen Phänomenen zusammenhängt.

Hinter den entwickelten Unterrichtsmaterialien steht nun die Strategie, den Basiskonzepten der Sender-Streuungs-Empfänger-Vorstellung, der kontinuierlichen Strömungsvorstellung sowie der den Abbildungsprozessen zu Grunde liegenden Leuchtfleck-zu-Bildfleck-Vorstellung genügend Raum zu geben und diese im Verlauf des Optikunterrichts immer wieder zu thematisieren bzw. mitzudenken.

Die Materialien wurden parallel zur Entwicklung kapitelweise mit Schülern in Micro-Teaching-Sequenzen erprobt und zyklisch adaptiert – ein sehr zeitaufwändiges Verfahren, mit dem wir versuchen, den Schülerinnen und Schülern beim Arbeiten mit den Materialien „in die Köpfe zu schauen“ und ihre Gedankengänge nachzuvollziehen. Dabei haben wir jeweils mit einem Schülerpaar an einem Kapitel durchschnittlich 90 Minuten gearbeitet. Den Lernenden wurde je eine Seite des Lernmaterials zur Bearbeitung vorgelegt und danach wurden Fragen zur Text- und Bildverständlichkeit und –gestaltung gestellt und Lernhindernisse erfragt. Schließlich wurde mit Transferbeispielen eruiert, ob die intendierten Konzepte bei den Lernenden in gewünschter Weise angekommen sind bzw. an welcher Stelle Lernhindernisse auftreten und wie man diesen beikommen kann.

Danach erhielten die Schüler den nächsten Inhaltsblock eines Kapitels usw. Diese Befragungen und daraus resultierenden Adaptierungen des Materials wurden zyklisch so lange fortgesetzt, bis sich keine wesentlich neuen Erkenntnisse für die Materialgestaltung ergaben. Im Durchschnitt wurden je Themenkomplex etwa 12 bis 14 Lernende auf diese Art und Weise unterrichtet und befragt.

Unsere Lernmaterialien unterscheiden sich definitiv von anderen durch die Sachstruktur, d.h. die Abfolge der physikalischen Konzepte im Lernangebot. Nachdem das Sehen von selbstleuchtenden und beleuchteten Körpern sehr intensiv thematisiert wird, folgt gleich ein Kapitel zu Körperfarben. Ausschlaggebend hierfür waren die oben beschriebenen Micro-Teaching-Sequenzen. Bei der Vermittlung der Streuvorstellung, die als Absorption und selektive Reemission von Licht durch Körper elementarisiert wurde, traten unmittelbar immer Fragen dazu auf, warum wir Gegenstände in verschiedenen Farben wahrnehmen. Dieses Interesse haben wir aufgegriffen und an dieser Stelle ein Kapitel zum Thema Körperfarben eingeführt.

Und was kommt raus – bei all diesem Aufwand?

Hauptsächlich Gutes – zumindestens nach den Erfahrungen, die wir bisher gemacht haben. Diese Erfahrungen gründen sich bislang auf zwei verschiedene Bereiche.

- 1) Wir haben etwa 8 Monate nach den oben beschriebenen Micro-Teaching-Befragungen ein Drittel der SchülerInnen in Einzelinterviews zur Ausbreitung von Licht und zum physikalischen Sehprozess befragt. Selbst schwache Schüler waren nach dieser langen Zeit noch in der Lage, optische Problemstellungen mit dem Sender-Streuungs-Empfänger-Konzept fachlich angemessen zu argumentieren. In Vergleichsinterviews mit konventionell unterrichteten Post-Optik-Klassen gelang dies häufig nicht einmal Schülern mit besten Noten in Physik.
- 2) Die so entstandenen Unterrichtsmaterialien wurden bisher in zwei Pilotklassen eingesetzt. Die ersten Auswertungen unseres Testinstruments, das wir vor und nach dem Unterricht eingesetzt haben, deuten gute Ergebnisse an. Detailauswertungen sind allerdings noch nicht erfolgt.

Aber wie Sie sich sicher denken können, geben wir uns in der Physikdidaktik als empirisch forschender Zunft nicht mit Hinweisen zufrieden, sondern wollen es genau wissen. Dazu sind wir ständig auf der Suche nach engagierten Kolleginnen und Kollegen, die unsere Materialien gerne erproben möchten:

Das ist eine herzliche Einladung an Sie, Kontakt mit uns aufzunehmen.

Literatur

- Duit, R. (2009): Bibliography—STCSE, Students' and teachers' conceptions and science education. Retrieved October 20, 2009.
- Haagen-Schützenhöfer, Claudia (2013): Students' Conceptions on the Nature of White Light. In: ICPE 2013: Active Learning, L. Dvorak (eds.). ICPE, Prague, August 2013. Charles University, (paper presented).
- Haagen-Schützenhöfer, Claudia (2013): Theory-Practice Gap: The relevance of students' conceptions for teaching geometrical optics in practice. In: ICPE 2013, Active Learning, L. Dvorak (eds.). ICPE, Prague, August 2013. Charles University, (paper presented).
- Haagen-Schützenhöfer, Claudia; Hopf, Martin (2012): Entwicklung eines Testinstruments zur geometrischen Optik. In: Sascha Bernholt (Hg.), GDCP Jahrestagung in Oldenburg 2011. Münster/New York: LIT Verlag (Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, 32).
- Herdt, D. (1990): Einführung in die elementare Optik. In: Vergleichende Untersuchung eines neuen Lehrgangs. Essen: Westarp-Wissenschaftsverlag.
- Hosson, C. de; Kaminski, W. (2007): Historical Controversy as an Educational Tool: Evaluating elements of a teaching-learning sequence conducted with the text "Dialogue on the Ways that Vision Operates". In: International Journal of Science Education 29 (5), S. 617–642.
- Sadler, Philip (1991): Projecting Spectra for Classroom Investigations. In: Physics Teacher 29 (7), S. 423–427.

Was sagt das Bild über den Standort der Fotografin, was über den Sonnenstand?



Am unteren Krimmler Wasserfall (Bild: A. Kühnelt)

Der Tisch ist ja etwas Natürliches – warum sollte er Strahlung aussenden?

Was sich Schülerinnen und Schüler unter Strahlung vorstellen

Susanne Neumann

Einleitung

Damit Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Konzepte erlernen können, müssen wir als Lehrkräfte Lernumgebungen schaffen, die die Schülerperspektive miteinbeziehen. Dazu ist es insbesondere wichtig, über verbreitete Schülervorstellungen Bescheid zu wissen, um diese bei der Planung von Unterricht berücksichtigen zu können. Lehrkräfte, die die Lernprozesse ihrer Schülerinnen und Schüler interessiert verfolgen und den Hintergründen von Wortmeldungen, die auf den ersten Blick falsch erscheinen, mit Interesse nachgehen, werden im schulischen Alltag oft auf typische Schülervorstellungen gestoßen sein. „Strom wird verbraucht“, „Sommer ist dann, wenn die Erde nahe bei der Sonne ist.“ und „Ohne das Erdmagnetfeld würden wir schweben.“ sind nur einige Aussagen, die auf tief verwurzelte Fehlvorstellungen deuten. Die fachdidaktische Forschung hat in den letzten Jahrzehnten viele dieser Fehlvorstellungen ausführlich untersucht und dokumentiert. Um typischen Fehlkonzepten von Lernenden und unter Umständen auch den eigenen auf die Schliche zu kommen, sei hier auf die besonders für Lehrkräfte geeigneten Publikationen verwiesen [1], [2].

Einer der Forschungsschwerpunkte des AECC Physik (Österreichisches Kompetenzzentrum für Didaktik der Physik) ist es, Schülervorstellungen zu bestimmten Themen zu untersuchen und Strategien zu liefern, wie Lehrkräfte im Unterricht mit diesen bei vielen Schülerinnen und Schülern vorhandenen Fehlkonzepten umgehen können.

Was Kinder mit dem Begriff Strahlung verbinden – die Kinderzeichnungsstudie

Schülervorstellungen zum Thema Strahlung wurden bisher in der fachdidaktischen Forschung nur sehr selten dokumentiert. Ein Ziel des Forschungsprojekts am AECC Physik war es daher zunächst herauszufinden, was Lernende mit dem Begriff Strahlung verbinden. In einer ersten Un-

Dr. Susanne Neumann studierte Lehramt für Physik und Mathematik an der Universität Wien. Sie war von 2009 bis 2013 Universitätsassistentin am AECC Physik. In ihrem Dissertationsprojekt untersuchte sie unter anderem Schülervorstellungen zum Thema Strahlung. Ihre Studienergebnisse wurden in internationalen peer-reviewten Zeitschriften, die neueste Forschungsergebnissen in den naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken vorstellen, publiziert.

tersuchung wurden Kinder der 4. bis 6. Schulstufe aus verschiedenen Schulen (n=509) gebeten, Zeichnungen zum Begriff Strahlung anzufertigen. Die Motive, die die Kinder zeichneten, wurden dann interpretiert und analysiert. Im Rahmen dieser Analyse wurden die gezeichneten Motive fünf Hauptkategorien zugeordnet. Diese Zuordnung wurde durch den Einsatz von Kurzinterviews mit einer Teilgruppe der Kinder überprüft. Abb. 1 zeigt Beispiele für Motive, wie sie typisch für die Kategorien waren.



Abb. 1: Typische Motive der fünf Hauptkategorien (Sonne, Künstliche Lichtquelle, Motive im Zusammenhang mit Radioaktivität, Handy, Bildschirm)

In der Untersuchung zeigte sich, dass die Sonne das bei weitem beliebteste Motiv war. Bei den Schülerinnen und Schülern der 4. Schulstufe fand sich sogar in über 80% der Kinderzeichnungen die Sonne wieder, beim überwiegenden Teil sogar als einziges Motiv.

Abb. 2 gibt einen detaillierteren Überblick über die Ergebnisse. Es wird deutlich, dass das Alter der Kinder einen großen Einfluss auf die gewählten Motive hat – je älter die Schülerinnen und Schüler waren, desto häufiger wählten sie (auch) Quellen unsichtbarer Strahlung als Motive für ihre Zeichnungen [3].

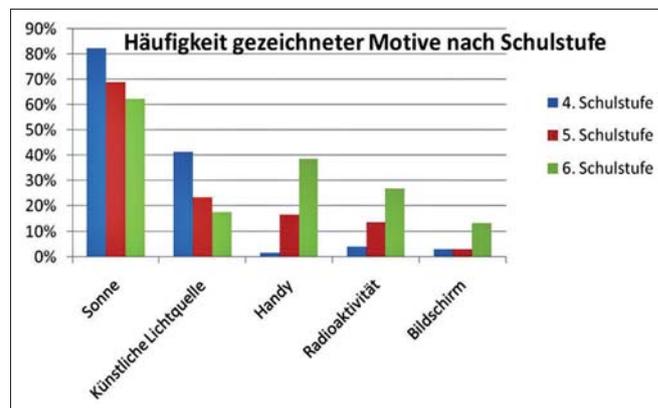


Abb. 2: Ergebnisse der Kinderzeichnungsstudie, nach Schulstufen

Die Kinderzeichnungsstudie wurde aus aktuellem Anlass zwei Jahre später wiederholt, acht Monate nach dem Kernkraftwerksunfall in Fukushima. Es zeigte sich (siehe Abb. 3), dass sich der Anteil der Kinderzeichnungen, die Motive im Zusammenhang mit Radioaktivität enthielten, fast verdoppelte. Auch in den Kurzinterviews konnten viele Hinweise gefunden werden, dass ein Teil der Schülerinnen und Schüler nicht mehr ausschließlich Wörter wie „schön, warm, angenehm“ mit dem Begriff Strahlung verbanden, sondern nun auch Wörter wie „unsichtbar, gefährlich, böse“ [4].

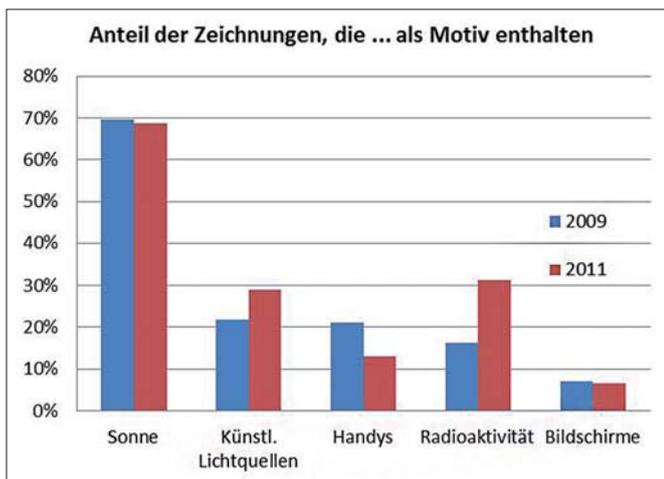


Abb. 3: Wahl der Motive vor und nach Fukushima

(Fehl-)Vorstellungen bei älteren Schülerinnen und Schülern zum Thema Strahlung – die Interviewstudie

Um einen Einblick zu bekommen, welche Vorstellungen Lernende über das Thema Strahlung am Ende der Pflichtschulzeit haben, wurden in der nächsten Studie die Vorstellungen von 50 Jugendlichen der 9. Schulstufe aus verschiedenen Schultypen untersucht. Mit Hilfe von halb-strukturierten Interviews wurde unter anderem nach spontanen Assoziationen zum Begriff Strahlung, nach der Bekanntheit verschiedener Strahlungsarten, nach der persönlichen Einschätzung des Gefahrenpotenzials bestimmter Strahlungsarten sowie nach aus der Literatur bekannten Schülervorstellungen gefragt. Im freien Gespräch konnten außerdem neue, noch nicht dokumentierte (Fehl-)Vorstellungen gefunden werden [5]. Auch diese Studie wurde nach Fukushima wiederholt.

Im Gegensatz zu den Interviews, die im Rahmen der Kinderzeichnungsstudie geführt wurden, zeigte sich nun, dass Jugendliche in diesem Alter kaum noch rein positive Assoziationen zum Strahlungsbegriff haben. Im Gegenteil – der Großteil der Jugendlichen gab an, an ausschließlich negative Emotionen zu denken, wenn sie den Begriff Strahlung hören. Bei der Einschätzung der Gefährlichkeit bestimmter Strahlungsarten zeigte sich eine deutliche Inkonsistenz: Während fast 100% der Jugendlichen überzeugt waren,

dass radioaktive Strahlung auf jeden Fall gefährlich für den menschlichen Körper ist, sagten dies nur ca. 35% der Jugendlichen über Röntgenstrahlung. Ca. 40% der Jugendlichen meinten sogar, dass Röntgenstrahlung gar nicht schädlich sein kann, meist wurde dies mit dem Einsatz der Strahlung in der Medizin begründet. Einen Überblick über die Einschätzung des Gefahrenpotenzials verschiedener Strahlungsarten findet sich in Abb. 4.

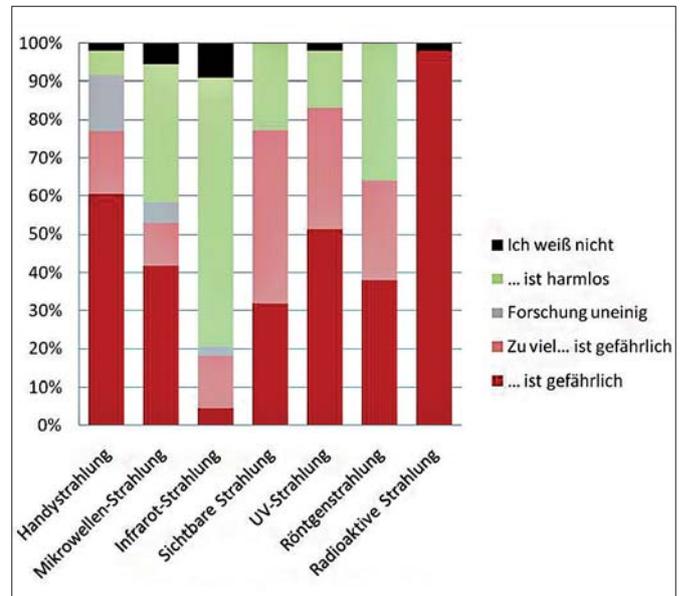


Abb. 4: Wie gefährlich glaubst du, ist ... -strahlung?

In den offenen Fragen kamen viele Vorstellungen der Jugendlichen zum Vorschein, von denen wir einige hier vorstellen möchten:

Strahlung ist nicht natürlich

Sehr viele interviewte Schülerinnen und Schüler waren der Ansicht, dass Strahlung prinzipiell etwas sei, das nur künstlich erzeugt wird und in der Natur nicht vorkommt.

Licht ist keine Art von Strahlung

Im starken Gegensatz zu den jüngeren Schülerinnen und Schülern der Kinderzeichnungsstudie waren viele der Probandinnen und Probanden der Meinung, dass Strahlung auf jeden Fall unsichtbar ist. Licht würde zwar auch von Objekten ausgesandt werden, aber das sei keine Strahlung.

Alle elektrischen Geräte senden gefährliche Strahlung aus

Ein potenzielles Relikt aus der Handystrahlungsdebatte fand sich auffällig oft auch im Zusammenhang mit anderen elektrischen Geräten. Nicht wenige Jugendliche betonten, dass sie darauf achten würden, ihre MP3-Player oder andere elektrische Geräte nicht zu nahe am Körper zu tragen, weil ihrer Meinung nach alle elektrisch betriebenen Geräte gefährliche Strahlung aussendeten.

Es ist unmöglich, dass jeder Körper Strahlung aussendet

So gut wie allen befragten Schülerinnen und Schülern erschien es absolut unglaublich, dass jeder Körper (z.B. auch der Tisch oder eine Getränkeflasche) Strahlung aussendet. Selbst diejenigen Probandinnen und Probanden, die diese Tatsache glaubhaft fanden, räumten ein, dass sie sich vorstellen könnten, dass alle Objekte „ein bisschen radioaktiv verseucht“ sein könnten. Dass mit dieser (in Physikbüchern so beliebten) Aussage üblicherweise die natürliche Infrarotstrahlung gemeint ist, die jeder Körper aussendet, war den meisten Schülerinnen und Schülern unbekannt.

Unterrichtstipps rund um das Thema Strahlung

Da unsere Forschungen einen guten Eindruck vermittelten, mit welchen Fehlkonzepten Lehrkräfte bei der Behandlung dieses Themas rechnen müssen, wollen wir hier einige Vorschläge für einen Unterricht geben, der diese Forschungsergebnisse berücksichtigt.

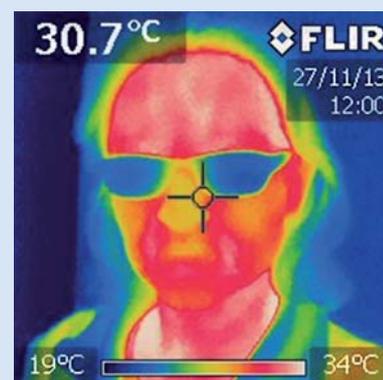
- Lehrkräfte müssen sich bewusst sein, dass Schülerinnen und Schüler mit sehr unterschiedlichen Vorstellungen in den Unterricht kommen. Für viele, insbesondere jüngere Lernende mag die Assoziation „Strahlung = Sonnenstrahlung = warm und angenehm“ noch sehr präsent sein, andere verbinden eventuell nur mehr unsichtbare Strahlungsarten und Kernkraftwerksunfälle damit. Eine Diskussion bei der ersten Verwendung des Begriffs scheint hier dringend notwendig.
- Da den meisten Schülerinnen und Schülern (auch älteren) nicht bewusst ist, dass Strahlung etwas Natürliches ist, sollte unserer Meinung nach das natürliche Vorkommen verschiedener Strahlungsarten (Licht, Infrarotstrahlung, UV-Strahlung, ionisierende Strahlung) in den Mittelpunkt gestellt werden. In diesem Rahmen sollte thematisiert werden, dass wir Menschen auf das natürliche Vorkommen verschiedenster Strahlungsarten angewiesen sind (sonst könnten wir ja nichts sehen und würden erfrieren). Auch die ausschließliche Behandlung der ionisierenden Strahlung (Röntgen, „radioaktive“ Strahlung) im Kontext ihrer Anwendungen in Medizin und Technik ist zu hinterfragen. Vielmehr sollte unserer Meinung nach das natürliche Vorkommen ionisierender Strahlung eine größere Rolle als bisher im Unterricht spielen.
- Die Interviews vermittelten uns den Eindruck, dass viele Schülerinnen und Schüler sehr sensibilisiert waren im Hinblick auf die Gefährlichkeit bestimmter Strahlungsarten. Wenige aber wussten über positive Anwendungen diverser Strahlungsarten in Medizin und Technik Bescheid. In diesem Licht scheint es plausibel, dass so viele der interviewten Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff Strahlung ausschließlich negative Gefühle assoziierten. Eine Thematisierung positiver Aspekte verschiedener Strahlungsarten (z.B. ihre Bedeutung in der Technik und im Alltag) sollte ein Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts sein.

Um unseren Schülerinnen und Schülern Möglichkeiten zu bieten, differenzierte Vorstellungen über naturwissenschaftliche Themen zu entwickeln, ist die Kenntnis möglicher Fehlkonzepte für die Lehrkraft von großer Bedeutung. Insbesondere beim Thema Strahlung, das nicht nur in der Physik, sondern auch in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern eine große Rolle spielt, kann ein wohl überlegter Unterricht den Konzeptwechsel hin zu wissenschaftlichen Vorstellungen fördern.

Literatur

- [1] Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (1997): Minds of Our Own – A video documentary on education and learning for K-12 educators and parents, <http://www.learner.org/resources/series26.html> (Einige empfehlenswerte Videos über Fehlvorstellungen in Optik, Elektrizitätslehre und Astronomie)
- [2] Rainer Müller, Rita Wodzinski & Martin Hopf (Hrsg.): Schülervorstellungen in der Physik Aulis Verlag Deubner, 2011
- [3] Susanne Neumann & Martin Hopf: Was verbinden Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff „Strahlung“?, Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 17 (2011), S 157–176 (online: <http://www.ipn.uni-kiel.de/zfdn/jg17.html>).
- [4] Susanne Neumann & Martin Hopf: Children's Drawings About "Radiation" – Before and After Fukushima, Research in Science Education 43 (2013), S 1535-1549.
- [5] Susanne Neumann & Martin Hopf: Students' Conceptions About 'Radiation': Results from an Explorative Interview Study of 9th Grade Students, Journal of Science Education and Technology 21 (2012) S 826-834.

Der strahlende Mensch



Infrarote Strahlung wird von allen Objekten abgegeben. Mit einer Infrarotkamera lassen sich die Oberflächentemperaturen darstellen.

Was lässt sich über die Hauttemperatur im Gesicht und am Hals sagen? Während die Brillenfassung relativ warm zu sein scheint, scheinen die sonst durchsichtigen Brillengläser den Blick auf die Augen und Augenhöhlen zu blockieren. Wie lässt sich dies erklären?

Cross-Age Peer Tutoring im Physikunterricht

Eine ungewöhnliche Unterrichtsmethode stellt sich vor

Marianne Korner

Einleitung

Vor dem Hintergrund des mäßigen Abschneidens österreichischer Jugendlicher bei den letzten PISA-Studien stellt sich die Frage, wie man naturwissenschaftlichen Unterricht unter den gegebenen Rahmenbedingungen verbessern kann. Mögliche Antworten darauf können mit Hilfe fachdidaktischer Unterrichtsforschung nach international gültigen Maßstäben erforscht werden. Solche Forschung konnte in den letzten Jahren in Österreich implementiert werden und ist wesentlicher Teil der Arbeit am AECC Physik (Austrian Educational Competence Centre Physics).

Was ist Cross-Age Peer Tutoring, wie hat es sich entwickelt und für welche Schüler/innen ist es geeignet?

Liest man in der fachdidaktischen Literatur nach, wird unter Cross-Age Peer Tutoring eine Unterrichtsmethode verstanden, bei der ältere Schüler/innen innerhalb einer Gruppe Gleichgesinnter (Peers) mit jüngeren Schüler/innen lernen. Das kann über die Grenzen der Schulstufen hinweg oder auch über die Grenzen der Schulformen hinweg (cross-age) passieren. Der Gedanke dahinter ist, dass durch den geringen Altersabstand einerseits eine große emotionale Nähe zwischen Lehrendem und Lernendem herrscht. Andererseits sind die sprachlichen Barrieren kleiner, was insgesamt zum Unterrichtserfolg beiträgt.

Ursprünglich entstand diese kooperative Lernform im angelsächsischen Sprachraum zur Zeit der Industriellen Revolution aus einem Lehrermangel heraus und wurde in weiterer Folge auch in anderen Ländern im Sinne klassischer Nachhilfe eingesetzt. Doch innerhalb der Jahre wandelte sich diese Unterrichtsmethode ebenso wie die Einsatzbereiche. Peer Tutoring – cross-age oder auf gleicher Altersstufe – wurde zunehmend als motivierendes Element in den Regelunterricht übernommen. Es wurde nicht nur als zusätzliche, sondern auch als eine den Unterricht ersetzende Methode gesehen. Hierzu wurde in Deutschland die Variante dieser Unterrichtsmethode „Lernen durch Lehren“ entwickelt, die im Sprachunterricht Schüler/innen höhere Sprechanteile ermöglichen soll (Martin 1998).

Parallel dazu begann sich der Forschungsfokus der Fachdidaktik auf die Tutoren, also die Schüler/innen in der

Das Projekt CAPT wurde vom BMWF im Rahmen des Förderprogramms Sparkling Science unterstützt.

Lehrerrolle, zu verlagern. Studien und Metastudien (Fogarty and Wang 1982; Cohen et al. 1982; Robinson et al. 2005) zeigen, dass Tutoring-Programme für alle beteiligten Schüler/innen positive Effekte auf die Lernergebnisse und die Einstellungen zum Lernen haben. Dabei profitieren nicht nur jene, die das Tutoring erhalten haben (und die in weiterer Folge Tutees genannt werden), sondern vor allem auch die Tutoren. Programme, die auf cross-age Basis arbeiten sind dabei erfolgversprechender als solche auf gleicher Altersstufe. Die Altersdifferenz sollte hier aber nicht größer als vier Jahre sein, da sonst der Faktor der sozialen und sprachlichen Nähe, der für ein Gelingen entscheidend ist, wegfällt. Optimal im Sinne des Lernfortschrittes wäre es darüber hinaus, wenn die beteiligten Schüler/innen abwechselnd in der passiven Rolle als Tutee und in der aktiven Rolle als Tutor eingesetzt werden.

Interessant für die Umsetzung in der Praxis ist folgende Erfahrung: Bei dieser Unterrichtsmethode profitieren auch die Schüler/innen mit Migrationshintergrund, mit problematischem familiären Hintergrund sowie jene mit weniger guter kognitiver Leistungsfähigkeit (Risikoschüler/innen). Auch wird darauf hingewiesen, dass Cross-Age Peer Tutoring bereits für Vorschul- oder Volksschulkinder geeignet ist. Das entspricht auch den Erfahrungen, die wir am AECC Physik während zwei Schuljahren mit dieser Unterrichtsmethode gemacht haben. Hier haben Jugendliche aus der Sekundarstufe 1 unter anderem auch mit Kindern aus der Volksschule bestens zusammengearbeitet – in manchen Fällen sogar Volksschulkinder mit Kindergartenkindern. Dabei war es immer so, dass Schüler/innen einer ganzen Klasse als Tutor/innen mit denen einer zweiten ganzen Klasse als Tutees zusammenarbeiteten. Es kommen somit immer alle zum Einsatz und nicht nur ausgewählte Schüler/innen.

Die Durchführung von Cross-Age Peer Tutoring

Cross-Age Peer Tutoring wird stets in zwei Stufen abgehalten: In einer ersten Phase bekommen die Schüler/innen, die in weiterer Folge als Tutor/innen arbeiten sollen, eine Einschulung sowohl in fachlicher als auch in methodischer Hinsicht. Fachlich gilt es die Inhalte, die unterrichtet werden sollen, abzuklären. Dabei ist zu unterscheiden, ob es sich um ein Stoffgebiet handelt, das die Tutor/innen bereits im Regelunterricht bearbeitet haben, oder um ein komplett neues Gebiet. Je nachdem ist mehr (vier Unterrichtseinheiten) oder weniger Zeit (1 UE) vorzusehen. Prinzipiell, und auch in der Literatur explizit erwähnt, ist es möglich, den Tutor/innen ganz neue Inhalte aufzutragen. Jedenfalls sollte die

Mag. Marianne Korner unterrichtet Physik am pGRG 15 Wien, Friesgasse, ist Landeskoordinatorin der Physikolympiade und arbeitet am AECC Physik. E-Mail: marianne.korner@univie.ac.at

fachliche Klärung auch ein Eingehen auf die Schülervorstellungen zum jeweiligen Thema beinhalten. Mitentscheidend für einen Lernfortschritt der Tutor/innen ist es, dass sie ihre eigenen Vorstellungen kennen lernen und auch sehen, wo sie adaptierungsbedürftig sind. Damit verbunden ist das Erlangen einer gewissen Diagnosekompetenz den eventuell unphysikalischen Vorstellungen der Tutees gegenüber. Je besser diese Vorstellungen erkannt werden, desto besser ist auch die Qualität der folgenden Instruktion im Rahmen des Tutoringprozesses. Lernen und Unterricht auf Basis von Schülervorstellungen ist somit ein dem Tutoringprozess immanentes Konzept.

In methodischer Hinsicht beinhaltet die Einschulung neben der Besinnung auf Umgangsformen auch den Appell, die Jüngeren die Experimente selbst in die Hand nehmen zu lassen. Eine sinnvolle und Erfolg versprechende Einbettung von Experimenten in jede Art von Unterricht ist die P-O-E Strategie (White and Gunstone 1992), die ebenfalls Thema des methodischen Teils ist. P-O-E heißt predict-observe-explain: Der mögliche Ausgang eines Experiments soll zunächst vorhergesagt werden. Danach wird das Experiment von den Tutees, unter Anleitung der Tutoren, durchgeführt. Abschließend wird der beobachtete Versuchsausgang erklärt. Abschluss der Einschulung bildet die Erstellung eines Plans, was und in welcher Reihenfolge im anschließenden Tutoring unterrichtet werden soll. Die Einschätzung der künftigen Tutoren ist hier wesentlich. Die zukünftigen Tutor/innen werden somit als Expert/innen für das Lernen mit den Jüngeren behandelt. Dieses Erleben der eigenen Kompetenz steigert die Motivation und trägt somit zum Lernerfolg bei.

Die zweite Phase stellt das eigentliche Tutoring dar und findet etwa eine Woche nach dem Mentoring statt. Es ist von einem Zeitbedarf von etwa einer Unterrichtseinheit auszugehen, Kennenlernen inklusive. Geschickt ist es, nach Möglichkeit jedem Tutor genau ein Tutee zuzuordnen. Im Falle ungleicher Schülerzahlen wird hier leicht variiert (zwei zu eins). Eine Herausforderung an die Organisation kann es sein, dass hier viele Schüler/innen zusammenkommen und es daher besser ist, sie in zwei Räume aufzuteilen.

Erfahrungen und Ergebnisse aus einem Sparkling Science Projekt zu Cross-Age Peer Tutoring

Am AECC Physik wurde im Großraum Wien zum Cross-Age-Peer-Tutoring in den Schuljahren 2010/11 und 2011/12 ein vom BMWF im Rahmen des Sparkling Science Programms unterstütztes Projekt durchgeführt. Der Unterricht entsprechend dieser Methode wurde geplant, an insgesamt je etwa 400 Schüler/innen aus vier Schulstandorten erprobt und mittels Fragebögen, Interviews und Videoaufzeichnungen befohrt. Es waren pro Schuljahr 19 Gruppen beteiligt, die Jüngsten waren aus Vorschulgruppen von Kindergärten, die Ältesten aus der AHS Oberstufe.

Im ersten Projektjahr stammten die behandelten Inhalte aus der Elektrizitätslehre, im zweiten Projektjahr aus der Optik. Es wurden jeweils die Basiskonzepte dieser Bereiche

dem Cross-Age Peer Tutoring zugrunde gelegt. Die Bedenken, dass diese für die Tutoren, die in den meisten Fällen aus der Sekundarstufe 1 stammten, zu simpel seien, bewahrheiteten sich nicht. Die grundlegenden Konzepte noch einmal zu überdenken ist für alle von Nutzen, wie sich in den abschließenden Wissenstests zeigte.

In der Elektrizitätslehre ist eines der Basiskonzepte, dass ein Stromkreis geschlossen sein muss, damit Strom fließen kann und z.B. ein Lämpchen leuchtet. Deshalb braucht man zwei Drähte. Bekannte Alternativkonzepte wären z.B., dass aus den beiden Polen der Batterie (unterschiedliche) Substanzen zum Lämpchen fließen (Wiesner 2004) oder Strom (im Sinne von Ladungen) „verbraucht“ wird. Dem lässt sich entgegenwirken, indem man die magnetische Wirkung im einfachen Stromkreis an verschiedenen Stellen mithilfe eines Kompasses untersucht (Abb. 1). Da er überall gleich ausschlägt, lässt sich argumentieren, dass daher auch die Stromstärke überall im Stromkreis gleich groß ist.

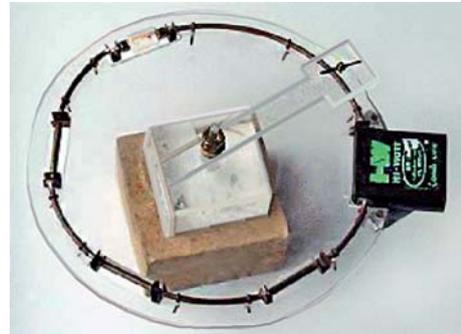


Abb. 1: Drehbarer Stromkreis (Waltner and Wiesner 2009)

Spätestens bei dieser Vorstellung haben die Unsicherheiten der Tutoren begonnen, weil die Konstanz der Stromstärke in einem einfachen Stromkreis nicht allen a priori klar war.

Im Bereich der Optik ist das Basiskonzept eine korrekte Sehvorstellung: Sehen funktioniert, indem Licht von einer Lichtquelle an einem Objekt reflektiert wird und dann ins Auge trifft (Abb. 2). Eine verbreitete Alternativvorstellung, die nicht zutrifft, wäre, dass wir auf das betrachtete Objekt „einen Blick werfen“.



Abb. 2: Zur Sehvorstellung

Die Wissenstests, die diese und andere Vorstellungen zum jeweiligen Thema abfragten, wurden vor und nach der Intervention durchgeführt (Praetest, Posttest). Die Veränderungen in den Mittelwerten und deren Effektstärken wurden sowohl für die einzelnen Themen (Elektrizitätslehre, Optik) als auch für Tutoren und Tutees berechnet.

In Abb. 3 ist ein Vergleich der Testergebnisse vor der Intervention und nach der Intervention dargestellt. Für jedes der drei Themen ist der Posttest hochsignifikant ($p < 0.001$)

besser als der Praetest. Die Effektstärken liegen auch bei unseren eher kürzeren Interventionsdauern, wie sie auch im Schulalltag ohne größeren organisatorischen Aufwand unterzubringen sind, zwischen 0,46 (Elektrizitätslehre) und 0,62 (Optik-Spiegel), was als mittelstark zu interpretieren ist.

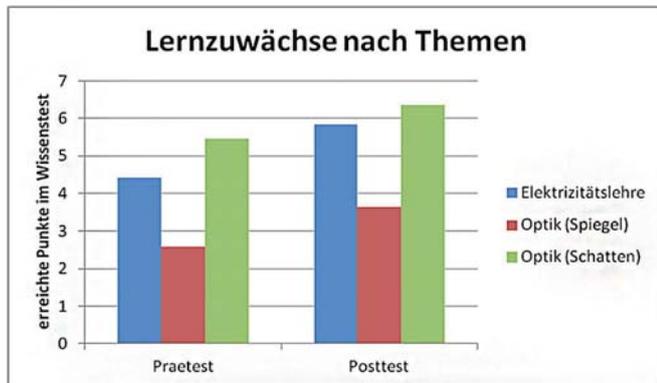


Abb. 3: Lernzuwächse insgesamt nach Themen aufgeschlüsselt. Testzeitpunkte: jeweils vor und nach dem Tutoring.

Gute Tutoren erzielen bei ihren Tutees zwar bessere Effekte als schwache, dennoch können Projektdaten dahingehend interpretiert werden, dass abseits statistischer Schwankungen jedenfalls Lernzuwächse bei den Tutees zu verzeichnen sind. Das überaus Interessante ist jedoch, dass die höchsten Lernzuwächse bei den Tutoren, also in der aktiven Rolle, stattfanden. Von den Tutoren sollte man meinen, sie beherrschten den Stoff bereits. Da das aber nicht immer zur Gänze der Fall war, lernten auch sie dazu.

Was die motivationalen Komponenten betrifft, so liegt die Begeisterung der teilnehmenden Schüler/innen für diese Unterrichtsmethode über dem Durchschnitt. Das ist vorsichtig damit zu erklären, dass die Tutoren auf ihre Tutees kompetent wirken wollen, sich keine Blöße geben wollen.

Vorschläge zur Integration von Cross-Age Peer Tutoring in den Unterricht

Nachdem ich selbst nicht nur am AECC Physik forsche, sondern auch an einer AHS unterrichte, möchte ich das Projekt noch von der ganz praktischen Seite betrachten, damit dem/der Leser/in die Umsetzung dieser außergewöhnlichen, motivierenden Unterrichtsmethode gelingt: Die Auswahl geeigneter Themen beschränkt sich nicht auf die Elektrizitätslehre oder die Optik. Prinzipiell sind viele Themen geeignet. Für eine zeit- und ressourcenschonende Einbettung in den unterrichtlichen Alltag ist es möglich, Themen zu wählen, die im Regelunterricht bereits behandelt wurden. Cross-Age Peer Tutoring kann hier als Abschluss und Zusammenfassung für die Tutoren gelten, in Abstimmung auf die Altersstufe der Tutees. Dabei ist die Fokussierung auf einige wenige Konzepte sinnvoll. Auch wenn die Inhalte nicht dem letzten Lernstand der Tutoren entsprechen, hat es sich in den Untersuchungen gezeigt, dass die Tutoren jedenfalls davon profitieren.

Wer mithilfe dieser Unterrichtsmethode neue Stoffgebiete erschließen möchte, muss mit einem höheren Zeitaufwand für die Einschulung der Tutoren rechnen, da sie die Inhalte

auch erst erlernen müssen. Für eine UE Tutoring sind nach unseren Erfahrungen 4 UE Vorbereitung sinnvoll. Wenn Experimente geplant sind, sollte das Experimentiermaterial in geeigneter Stückzahl leicht verfügbar und transportabel sein.

Die Implementierung von Cross-Age Peer Tutoring ist auch im Sinne der Schnittstellenproblematik sinnvoll: Volksschulkinder können so die AHS oder die Hautschule kennen lernen, Unterstufenschüler die Oberstufe oder eventuell Kindergartenkinder die Volksschule. Eine Einbindung in am Schulstandort bestehende Buddy-Projekte kann auch angedacht werden. Eventuelle Bedenken, dass verhaltensoriginelle ältere Schüler/innen ein problematischer Umgang für die Jüngeren sein könnten, können wir nach Ablauf unseres Projektes zerstreuen. Durch die Bank arbeiteten die älteren Burschen und Mädchen wohlwollend und konstruktiv mit ihren Tutees. Ein am Projekt beteiligter Lehrer drückte das so aus: „Es war faszinierend, wie selbst die größten Rabauken [...] zu toleranten, liebenswürdigen Tutoren mutierten“ (Korner et al. 2012, S 49).

Für eine Zusammenarbeit mit Volksschulen gibt es eine gute und zuverlässige Quelle für altersgerechte Materialien: die SUPRA-Lernplattform (Wilhelm and Wiesner 2013). Alles in allem kann Cross-Age Peer Tutoring als ein ergänzendes oder alternatives Element zum Regelunterricht gesehen werden. Dabei kann man in jedem Fall von Lernzuwächsen aller beteiligten Schüler/innen ausgehen, von einer Weiterentwicklung der Softskills und erhöhter Motivation beim Physiklernen.

Literatur

- Cohen, P. A., Kulik, J. A., & Kulik, C. L. C. (1982). Educational Outcomes of Tutoring – A Meta-Analysis of Findings. *American Educational Research Journal*, 19(2), 237-248.
- Fogarty, J. L., & Wang, M. C. (1982). An Investigation of the Cross-Age Peer Tutoring Process: Some Implications for Instructional Design and Motivation. *The Elementary School Journal*, 82(5), 451-469.
- Korner, M., Urban-Woldron, H., & Hopf, M. (2012). Abschlussbericht zum Sparkling Science Projekt „Cross-Age Peer Tutoring in Physik“. Wien: Univers. Wien, AECC Physik.
- Martin, J. P. (1998). Das Projekt „Lernen durch Lehren“ – fachdidaktische Forschung im Spannungsfeld von Theorie und Praxis. In Liedtke, S. M. *Gymnasium – Neue Formen des Unterrichts und der Erziehung*. Kinkhardt S. 151-166.
- Robinson, D. R., Schofield, J. W., & Steers-Wentzell, K. L. (2005). Peer and Cross-Age Tutoring in Math: Outcomes and Their Design Implications. *Educ. Psychol. Review*, 17(4), 327-362.
- Waltner, C., & Wiesner, H. (2009). Zur Demonstration von „I = konstant“. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule*, 58(3), 36-38.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. London, New York: RoutledgeFalmer.
- Wiesner, H. (2004). *Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre und Sachunterricht (Schülervorstellungen in der Physik)*. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- Wilhelm, T., & Wiesner, H. (2013). SUPRA. <http://www.supra-lernplattform.de/>. aufgerufen 06/17 2013.

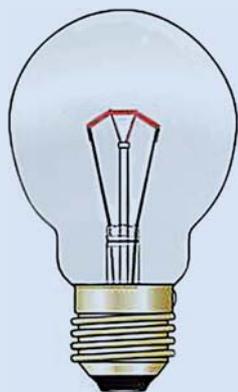
Beispielmaterialien für die Verwendung im Rahmen von Cross-Age Peer Tutoring

Teste deine Geschicklichkeit!

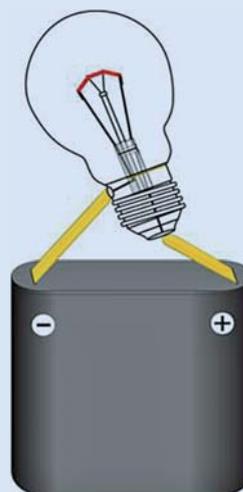
Kannst du das Lämpchen zum Leuchten bringen?



Weshalb leuchtet die Lampe?



Wie sehen die Anschlüsse im Inneren der Lampe aus?



Wie fließt der Strom durch Batterie und Glühlampe?
Zeichne seinen Weg mit Farbe ein!

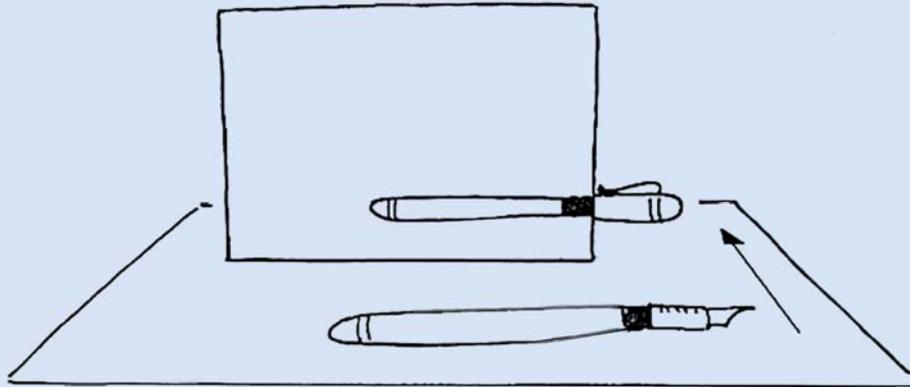


Zeichne die fehlenden Punkte in das Spiegelbild des Würfels ein

Hast du richtig eingezeichnet?
Überprüfe dein Ergebnis mit einem Versuch!

Quelle: <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/spiegel> (aufgerufen 12.2.2014)

Wo sehen wir das Spiegelbild?



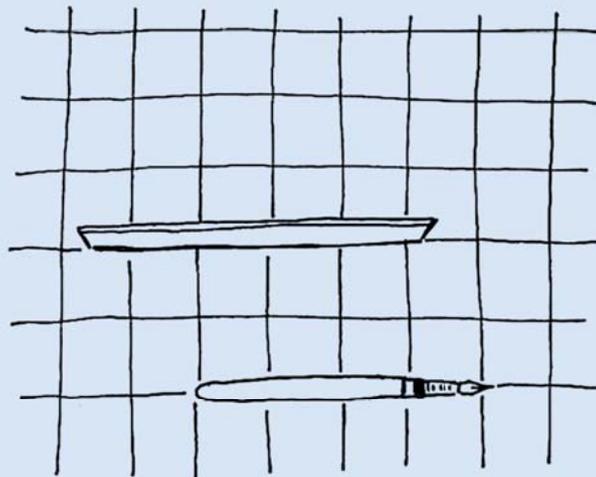
Ziehe die Kappe von einem Stift ab.

Lege den Stift so vor den Spiegel wie in der Abbildung.

Nimm die Kappe des Stiftes und verschiebe sie so weit nach hinten, bis die Kappe und das Spiegelbild wie ein vollständiger Stift aussehen.

Miss nun den Abstand vom Stift zum Spiegel und vom Spiegel zur Kappe.

Was stellst du fest?



Quelle: <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/spiegel> (aufgerufen 12.2.2014)

Dies sind vier mögliche Übungsaufgaben für den Einsatz bei Cross-Age Peer Tutoring.

Die Erfahrung zeigt, dass die Aufgaben für Tutees der Sekundarstufe 1 geeignet sind. Setzt man sie auch für Volksschüler/innen ein, sollten zuvor noch leichtere Einstiegsaufgaben bearbeitet werden.

Mithilfe der ersten beiden Aufgaben „Teste deine Geschicklichkeit!“ und „Weshalb leuchtet die Lampe?“ soll die fachlich richtige Vorstellung vertieft werden, dass Stromkreise geschlossen sein müssen, damit Geräte funktionieren.

Die Aufgabe mit dem Würfel vor dem Spiegel soll helfen, die korrekte Vorstellung zu erarbeiten, dass der Spiegel Vorderseite und Rückseite vertauscht (und nicht links mit rechts, wie landläufig behauptet wird).

Die letzte Aufgabe „Wo sehen wir das Spiegelbild?“ soll die Vorstellung trainieren, dass das Bild eines Gegenstandes hinter dem Spiegel liegt.

Ergänzend zu diesen Beispielaufgaben können und sollen weitere passende Aufgaben entwickelt werden, um die angesprochenen Vorstellungen zu unterstützen und zu trainieren.

Sechs Kernaspekte zur Natur der Naturwissenschaft

Dominik Ertl

Welche Ansichten haben Sie eigentlich zur Natur der Naturwissenschaften? Natur der Naturwissenschaften? Natur der Naturwissenschaft – noch nie gehört? Nun, sagen wir statt „Natur“ eben Wesen, Eigenart oder Charakteristikum. Und statt allgemein Naturwissenschaft könnten wir auch Physik, Chemie, Biologie, Astronomie oder Geologie sagen (und eventuell noch einige mehr aufzählen, je nachdem welche Forschungsdisziplinen Sie den Naturwissenschaften zugehörig empfinden).

Fragen wir also z.B.: Welche Ansichten haben Sie zum Wesen der Physik? Was ist Physik? Was gehört alles zur Physik? Was gehört nicht dazu und warum? Was tut Physik? Wie arbeitet Physik? Gibt es eine physikalische Methode? Wie kommt ein physikalisches (naturwissenschaftliches) Gesetz zustande? Was ist ein naturwissenschaftliches Gesetz überhaupt? Welche Rolle spielt das Experiment in der physikalischen Forschung? Und aus welchem Grund oder zu welchem Zweck betreiben Menschen überhaupt Physik? Oder Chemie oder Biologie?

Sie alle kennen diese Fragen. Als Lehrperson sind wir mit solchen und ähnlichen Fragen andauernd konfrontiert. Meistens haben wir auch irgendeine Antwort parat, die im Großen und Ganzen auch stimmen wird, oder hoffentlich nicht ganz falsch ist. Schließlich sind wir doch Experten für naturwissenschaftliche Fragestellungen.

Aber Hand aufs Herz: Wann haben Sie sich solche Fragen das letzte Mal selbst gestellt und in aller Konsequenz durchgedacht? Können Sie wirklich sicher sein, dass Sie richtige Antworten auf diese Fragen kennen? Gibt es überhaupt richtige Antworten? Haben Sie schon einmal mit Kollegen und Kolleginnen über solche Fragen philosophiert?

Keine Sorge: Auch wenn Sie zur großen Mehrheit der Menschen gehören, die das noch nicht getan haben, ich bin sicher, dass Sie eine ganz eigene Ansicht zur Natur der Naturwissenschaften haben. Und damit willkommen in der VNOS-Forschung!

Meinungen und Ansichten

Als „aufgeklärter Bildungsbürger“ in der Informationsgesellschaft des 21. Jahrhunderts steht man vor dem Scheinproblem, zu allen möglichen Themen eine Meinung haben zu

Mag. Dominik Ertl, unterrichtet derzeit Physik am BG/BRG Maroltingergasse Wien. E-Mail: dominik.ertl@univie.ac.at

müssen. Wikileaks, Abhöraffaire, Datenschutz, Nahostkonflikt, Wirtschaftskrise, Griechenland, Sarrazin, Islamisierung, Papstrücktritt. Themen und Meinungen ohne Ende.

Meinungen spiegeln im Allgemeinen eine persönliche Einstellung zu einem Thema wieder und meistens ist diese Einstellung entweder politisch oder religiös gefärbt. Selten kommt es zu einer „wissenschaftlichen“ Färbung von Einstellungen, denn dann sind wir eher dazu geneigt, von Wissen oder Fakten zu reden als nur von Meinungen oder Ansichten.

Versucht jemand z.B. sich zum Thema Klimawandel eine fundierte Meinung zu bilden, wird dies ohne wissenschaftliche Daten oder von der Scientific Community allgemein akzeptierte Tatsachen, schwer fallen. Als Laie hat man es noch schwerer, da wissenschaftliche Daten in roher Form meist nicht viel hergeben und interpretiert werden müssen. Manchmal sind sie auch widersprüchlich. Wollte man sich eine fundierte wissenschaftliche Meinung bilden, müsste man sich tiefgehend mit der Fachliteratur beschäftigen. Wissenschaftliche Publikationen wiederum sind aber oft nicht gerade einfach zu lesen. Zum Glück gibt es Wissenschaftsjournalisten, die den Job für uns erledigen und populärwissenschaftliche Magazine, die nebenbei im Zug oder beim Frühstück gelesen werden können. Gerade im Kontext Klimawandel taucht aber ein Problem mit den Wissensdestillaten der populärwissenschaftlichen Literatur auf (in anderen Kontexten im Übrigen auch): Es gibt oft Interessensgruppen, die an der Widersprüchlichkeit und an der Unsicherheit von wissenschaftlichen Daten festhalten und dies als Argument nutzen, um den gesamten anthropogenen Klimawandel als eine Art Verschwörung oder als öffentliche Panikmache darzustellen.

So können politische Interessen wissenschaftlich getarnt werden und dem Laien bleibt letztlich nichts anderes übrig, als sich auf das eigene Gefühl zu verlassen, welchem Magazin oder welchem Autor er nun Glauben schenkt, was er für richtig und wahr hält und was nicht. Ein anderes Beispiel: Vielleicht erinnern Sie sich noch an die Sache mit den Bienen Anfang Mai 2013. Es ging um eine EU-Abstimmung zum Verbot von Neonicotinoiden, also Pestiziden, die zum Beizen von Mais verwendet werden. Kollateralschaden dieser Mittel ist, dass sie laut einigen Studien auch für das Massensterben von Bienenkolonien verantwortlich sind. Österreich stimmte zunächst gegen ein Verbot dieser Pestizide, da Umweltminister Berlakovich den Standpunkt vertrat, es gäbe noch zu wenige Studien, die einen direkten

Zusammenhang mit dem Bienensterben aufzeigen. Dies war in Zeiten des Wahlkampfes ein gefundenes Fressen für seine politischen Kontrahenten. Die Opposition stellte sogar einen Misstrauensantrag und die Medien waren – je nach politischer Färbung - voll von Pro und Kontra Meldungen zu diesem „Skandal“.

Wie kann ich als Laie auf diesem Gebiet nun wissenschaftliches Wissen überprüfen, wie kann ich feststellen, was richtig ist oder nicht? Wie komme ich zu meiner eigenen Meinung? Diese Kompetenzen des naturwissenschaftlichen Unterrichts (ganz gleich ob Physik, Chemie oder Biologie) zu machen, ist eine große Herausforderung für uns Lehrer – aber in der heutigen Zeit des Informationsüberflusses eine enorm wichtige!

Voraussetzung dafür ist, dass Schülerinnen und Schüler über die Natur der wissenschaftlichen Forschung, den Status des naturwissenschaftlichen Wissens und andere Teilaspekte der Natur der Naturwissenschaften, WIE dieses Wissen generiert wird und WER es generiert hat, Bescheid wissen.

Die englische Literatur spricht übrigens von Nature of Science (NOS) beziehungsweise von Views about the Nature of Science (VNOS), also Ansichten zur Natur der Naturwissenschaft, oder eben zum „Wesen der Physik“.

Forschungsstand zu NOS

Die Literatur zum Thema NOS in der Naturwissenschaftsdidaktik ist äußerst umfangreich und wie es sich für wissenschaftliche Literatur gehört, vielschichtig. Seit den 1970er Jahren wird vor allem in den USA in diesem Bereich empirisch geforscht. Dies liegt in erster Linie an dem Versuch gewisser Interessensgruppen, kreationistische, bzw. Intelligent-Design (ID)-Lehren in den Lehrplänen öffentlicher Schulen unterzubringen. In manchen Bundesstaaten zumindest zeitweise erfolgreich, sahen sich Naturwissenschaftsdidaktiker veranlasst, Gegenmaßnahmen einzuleiten; das NOS-Forschungsfeld wurde aufgespannt. Seitdem hat sich viel getan, viele empirische Erkenntnisse wurden gewonnen und normative Forderungen aufgestellt – ein Ende dieses Forschungsfeldes ist aber bei Weitem noch nicht in Sicht. Die empirischen Untersuchungen beschäftigen sich in erster Linie mit Schülervorstellungen zu NOS, den VNOS (für eine Übersicht siehe z.B. Höttecke 2001). Die normativen Vorgaben stammen entweder aus Experteninterviews (McComas, 1998), Delphi-Studien (Osborne, 2003) oder sind althergebrachte philosophische Implikationen (z.B. Dewey, 1930), bzw. jüngere aus empirischen Studien abgeleitete Implikationen (z.B. Lederman, 2007, bzw. Abd-el-Khalick, 2012).

Einen groben Überblick über die Literatur bietet die Meta-Studie von Deng et al (2011), welche die wesentlichen Entwicklungen der letzten 20 Jahre zusammenfasst und die ich hier kurz zusammenfassen möchte.

So konstatieren Deng et al., dass adäquate Ansichten über die Natur der Naturwissenschaften Schülerinnen und Schülern helfen:

- den Prozess der naturwissenschaftlichen Wissensgenese zu verstehen
- zu gesellschaftsrelevanten, wissenschaftlichen Themen eine fundierte Meinung zu haben, bzw. überlegte Entscheidungen zu treffen
- Naturwissenschaften als ein entscheidendes Element der menschlichen Kultur zu verstehen
- über die wissenschaftliche Gemeinschaft, die „Scientific Community“ und deren Regeln Bescheid zu wissen
- und naturwissenschaftliche Inhalte besser zu verstehen.

Dieselben Autoren stellen auch fest, dass es leider innerhalb der fachdidaktischen Community anscheinend keinen allgemeinen Konsens gibt, welche VNOS nun adäquat sind und welche nicht. Dies liegt aber vor allem an der breiten Konzeptualisierung von NOS, bzw. an den unterschiedlichen theoretischen Voraussetzungen, Fragestellungen und Untersuchungsschwerpunkten der einzelnen Studien.

Bei genauerer Betrachtung gibt es doch eine breite Einigkeit über bestimmte Kernaspekte, die NOS betreffen. Die folgenden sechs wesentlichen Punkte sollten auch im Unterricht behandelt werden und immer wieder eine Rolle spielen, um nicht falsche Vorstellungen zu generieren oder weiter am Leben zu halten.

Sechs NOS Kernaspekte

1. Naturwissenschaftliches Wissen ist vorläufig und kann sich im Lauf der Zeit ändern.

Blicken wir zurück in die Geschichte, finden wir zahlreiche Beispiele, in denen sich unser Wissen über die Natur nicht nur verändert hat, sondern geradezu auf drastische Weise umgewälzt hat. Kuhn (1962) spricht hier vom Paradigmenwechsel, der von wissenschaftlichen Revolutionen begleitet wird. Die kopernikanische Revolution, die Entdeckung des Sauerstoffs durch Lavoisier oder die Relativitätstheorie Einsteins dienen ihm als Beispiele für wissenschaftliche Revolutionen. Man darf in diesem Zusammenhang aber nicht vergessen, dass wissenschaftliches Wissen bei aller Vorläufigkeit dennoch verlässlich ist – zumindest innerhalb eines bestimmten Fehlerbereichs. Im Alltag verlassen wir uns darauf, dass unser wissenschaftliches Wissen richtig ist, gewissermaßen sicher und zuverlässig. Es wird sich nicht von einem Moment auf den nächsten spontan verändern, ansonsten würde wahrscheinlich niemand freiwillig in ein Flugzeug steigen! Technologie, die sich aus naturwissenschaftlichen Erkenntnissen entwickelt, funktioniert. Aus einer wissenschaftstheoretischen oder wissenschaftshistorischen Perspektive müssen wir aber zur Kenntnis nehmen, dass das hervorgebrachte Wissen immer nur vorläufigen Charakter hat, ganz gleich um welche Wissensdomänen es sich handelt!

2. Naturwissenschaftliches Wissen basiert auf Empirie, d.h. auf direkten oder indirekten Beobachtungen einer natürlichen Welt.

Diese philosophische Grundhaltung schreiben wir dem Empirismus, bzw. Naturalismus zu. Wissenschaftstheoretisch geht es einerseits um den Gegenstandsbereich der Naturwissenschaften und andererseits um die Methodenfrage, d.h. WIE Erkenntnisse über die Natur gewonnen werden. Natürlich wissen wir, dass eine bloße empirische Beobachtung der Natur noch keine Naturwissenschaft ausmacht. Heutzutage liegen die wenigsten Physiker unter dem Apfelbaum und warten darauf, eine neue großartige Entdeckung zu machen. Im Gegenteil: physikalische Forschung findet in mehr oder weniger gut ausgestatteten Forschungszentren, in großen oder meistens beengten Labors und unter höchst künstlichen Bedingungen statt! Mit der romantischen Vorstellung eines Weltreisenden Alexander von Humboldt oder der bloßen Naturbeobachtung und Protokollierung eines Francis Bacon (des Wegbereiters des Empirismus) hat dies freilich nichts zu tun. Dieser Aspekt von NOS zielt vielmehr darauf ab, den fälschlichen Eindruck zu vermeiden, Naturwissenschaften könnten irgendwelche metaphysische Fragen z.B. die Sinnfrage, die Frage nach der Existenz Gottes oder eines Lebens nach dem Tod beantworten. Auch wenn es vereinzelt immer wieder Publikationen – auch in namhaften Journalen – zu „paranormalen“ Phänomenen gibt, Fakt ist, dass die Mehrheit der Scientific Community die Bearbeitung solcher Phänomene aus ihrem Gegenstandsbereich ausklammert.

3. Wissenschaftliches Wissen ist theoriegeladen, d. h. es beinhaltet den persönlichen Hintergrund des Forschers, seine Einstellung, sein theoretisches Wissen etc. und ist somit subjektiv.

Gerade die Naturwissenschaftler neigen dazu, ihre Erkenntnisse, ihr Wissen als besonders objektiv (vor allem im direkten Vergleich mit den Geisteswissenschaften) zu charakterisieren. Ein Experiment, das nach allen Regeln der Kunst erdacht, aufgebaut und wiederholt durchgeführt wurde, liefert demnach objektive Ergebnisse. Gewonnene Daten, ganz gleich ob richtig oder falsch, sind auf jeden Fall objektiv. Die mathematischen Verfahren Statistik und Fehlerrechnung ergeben unabhängig von der ausführenden Person dieselben objektiven Ergebnisse. Dieser gesamtgeistige Habitus wird jedem Studenten bereits in den ersten Semestern auf der Universität vorgelebt, von diesen adaptiert und weitergetragen. Gerne werden subjektive Hintergründe, persönliche Motive, theoretische Fundierungen, d.h. „der Faktor Mensch“ aus diesem Forschungs- und Erkenntnisprozess ausgeklammert. Naturwissenschaftler sind aber auch nur Menschen. Sie haben verschiedene Motivationen, Emotionen, Kognitionen und Kompetenzen. Und sie können sich auch irren! Natürlich versuchen Sie Ihr Bestes, die Ergebnisse Ihrer Arbeit nicht von ihrer aktuellen Tagesverfassung abhängig zu machen und die Verfahren des immerwährenden Überprüfens und Bewertens durch Dritte (peer-reviews) helfen subjektive Fehler zu minimieren. Diese „Objektivität“

des naturwissenschaftlichen Wissens wird jedoch erst im Nachhinein durch Rekonstruktionsprozesse hergestellt.

Es gibt aber viele einschlägige Fachbereiche in denen die Expertise auf sehr wenige Personen beschränkt ist und eine unabhängige Begutachtung wissenschaftlicher Ergebnisse durch außenstehende Dritte daher nur sehr eingeschränkt möglich ist. Auch können viele Experimente nicht ohne weiteres überall und jederzeit reproduziert werden. Erinnern Sie sich an die Pressemitteilung des Gran Sasso Labors im September 2011. Vom CERN ausgesandte Neutrinos bewegten sich den Messungen des OPERA-Experiments zufolge mit Überlichtgeschwindigkeit – ein Widerspruch zur Relativitätstheorie! Auch nach Monaten der internen Überprüfungen und Fehlersuche wurde keine andere Erklärung gefunden und die Ergebnisse wurden publiziert. Ein Raunen ging durch die Fachwelt, denn diese Ergebnisse hätten unser bisheriges physikalisches Weltbild auf den Kopf gestellt. Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen gehen aber nie völlig erwartungslos an ein Phänomen heran. Das vorherrschende wissenschaftliche Paradigma (Kuhn 1962) bestimmt den Denkraum und die Erwartungshaltung an ein Experiment und dessen Ergebnisse. In diesem Fall war man – aus naturwissenschaftlich gebildeter Perspektive auch leicht nachvollziehbar - eher geneigt an einen Fehler des Experiments zu glauben als an die Widerlegung der Relativitätstheorie. CERN Forschungsdirektor Sergio Bertolucci meinte damals: „Wenn die Messung bestätigt wird, könnte sich unser Bild der Physik verändern, aber wir müssen sicher gehen, dass es nicht andere, banalere Erklärungen dafür gibt. Dies erfordert unabhängige Messungen.“ Und tatsächlich wurde einige Monate später durch das unabhängige ICARUS Experiment (das aber ebenfalls in Gran Sasso durchgeführt wurde), die Welt der Physik wieder auf die Beine gestellt. Bertolucci: „... This is how science works.“

4. Naturwissenschaften sind sozial, d.h. naturwissenschaftliches Wissen wird von Menschen in sozialen Aushandlungsprozessen erschaffen und ist in einen größeren Rahmen einer menschlichen Gesellschaft und deren Kultur eingebettet.

Dieser Aspekt erscheint uns so klar und einleuchtend, dass er eigentlich keiner Erwähnung bedarf. Natürlich muss wissenschaftliches Wissen mit Forschungskollegen abgestimmt werden, in Fachjournalen nach Begutachtung publiziert, d.h. öffentlich präsentiert werden und von anderen Forschern zitiert oder eben gerade nicht zitiert werden (was viel über die Qualität von wissenschaftlichen Publikationen aussagt). In jedem der zahlreichen Schritte spielt der Faktor „soziales Wesen Mensch“ mit. Schülerinnen und Schüler weisen aber massive Fehlvorstellungen bezüglich dieser Komponente auf: Sie sind sich der sozialen Aushandlungsprozesse nicht bewusst. Vielfach liegt die Fehlvorstellung eines isoliert arbeitenden, leicht chaotischen Wissenschaftlers oder Erfinders im Sinne eines Daniel Düsentrieb vor. Auch die populäre Comedy Serie „Big Bang Theory“ trägt nicht gerade zur Verbesserung dieser „Nerd“-Vorstellung von Physikern bei. Auch die Protagonisten dieser Serie werden, wenn sie schon einmal bei der Arbeit sind, allein in ihren Büros oder Labors arbeitend präsentiert.

Wissenschaft ist aber eine Gruppenarbeit. Wissenschaftler sind jene Gruppe von Menschen, die Wissenschaft, d.h. Forschung betreiben. Diese Gruppe funktioniert nach denselben dynamischen Prinzipien wie andere gesellschaftliche Gruppen. Spielt z.B. für äußere (politische oder wirtschaftliche) Interessensgruppen eine bestimmte Forschungsrichtung gerade keine Rolle, werden dafür auch keine Forschungsgelder zur Verfügung gestellt. Dann werden bestehende Verträge nicht verlängert und so manches Institut hat mit Nachwuchsmangel zu kämpfen oder steht vor dem Aus, weil schlicht kein Geld da ist.

Von gesellschaftlichen, politischen oder wirtschaftlichen Interessen unabhängige Forschungseinrichtungen gibt es wenige, finanziell völlig unabhängige Forscher noch weniger. Wissenschaft und Gesellschaft sind eng miteinander verwoben, einzelne, isolierte und meist sonderbare oder gar verrückte Forscher, wie sie in Comics oder Science-Fiction Romanen und Filmen karikiert werden, gibt es nicht wirklich.

5. Naturwissenschaften sind kreativ, d.h. sie beinhalten menschliches Vorstellungs- und Schlussvermögen, sowie Kreativität und Phantasie.

Schülerinnen und Schüler neigen oft zur Fehlvorstellung, dass Naturwissenschaftler besonders objektiv und logisch-rational sind und dass naturwissenschaftliches Wissen nicht zuletzt aus diesem Grund sicher, unveränderlich und unabhängig vom Menschen, also objektiv, ist.

Das naturwissenschaftliche Wissen, wie sämtliches anderes Wissen auch, kann aber natürlich nicht unabhängig vom Menschen sein. Es wird ja vom Menschen generiert, konstruiert, gelehrt und erworben. Oft vergessen wird die Tatsache, dass hinter jeder Entdeckung, hinter jedem hervorgebrachtem Wissen ein Mensch mit subjektiven Voraussetzungen, Einstellungen und gesamtgeistigen Haltungen steht (siehe Punkt 3).

Die philosophische Denkrichtung des radikalen Konstruktivismus (nach Glasersfeld, 1996) lehnt die Existenz einer vom Menschen unabhängigen Realität sogar vollständig ab. Er vertritt die Ansicht, dass jede Wahrnehmung und jede Gedächtnisleistung völlig subjektiv und für jeden Menschen verschieden ist. Eine objektive Wissenschaft kann es demzufolge gar nicht geben. Als NaturwissenschaftlerInnen fällt es uns vielleicht schwer, diese Denkrichtung nachzuvollziehen. Doch wo liegt die Grenze zwischen der von uns geforderten Objektivität und der Subjektivität, der Kreativität und Phantasie eines einzelnen Forschers? Gibt es eine solche Grenze überhaupt?

Ein drastisches Beispiel zur Illustration dieser Schwierigkeit, zeigt der Blick auf den österreichisch-ungarischen Physiker Philipp Lenard und seiner Ablehnung der Relativitätstheorie Albert Einsteins. Lenard gilt einerseits als ein begnadeter Experimentalphysiker, der Ende des 19., Anfang des 20. Jahrhunderts für die moderne Physik zahlreiche wegbereitende Erkenntnisse gewann und 1905 für seine Ar-

beiten zur Kathodenstrahlung sogar mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet wurde.

Die andere Seite Philipp Lenards ist der Antisemit und Nationalsozialist Lenard, der neben Johannes Stark als einer der ersten Wissenschaftler öffentlich für die NSDAP eintrat und der in Vorträgen und Publikationen anfangs wissenschaftlich-kritisch, später dann nur noch ideologisch-rassistisch über eine angeblich „jüdische“ Physik wetteuerte. Gemeint war die Relativitätstheorie des „Vollblutjuden“ Albert Einsteins, die er zur „mathematisch zusammengestoppelten Theorie“ und somit naturfremd der reinen Phantasie entsprungen, erklärte (Lenard 1933). In seiner Lehrbuchreihe von 1936 mit dem Titel: „Deutsche Physik in vier Bänden“ vertrat er die Ansicht, dass „die Wissenschaft, wie alles was Menschen hervorbringen, rassistisch, blutmäßig bedingt“ sei: „„Deutsche Physik?“ wird man fragen. – Ich hätte auch arische Physik oder Physik der nordisch gearteten Menschen sagen können, Physik der Wirklichkeits-Ergründer, der Wahrheits-Suchenden, Physik derjenigen, die Naturforschung begründet haben.“ (Lenard 1936). Seiner Forderung die Physik anschaulich und „klassisch“ zu halten folgend, findet sich in Lenards Lehrbuchreihe auch keine einzige Erwähnung der Relativitätstheorie und der Quantenmechanik. Das objektiv nachvollziehbare Experiment sollte gegenüber theoretischen Überlegungen immer den Vortritt haben.

Heute wird diese „Deutsche Physik“ natürlich als pseudowissenschaftliche Verfehlung betrachtet, in der sich wissenschaftstheoretische Überlegungen und nationalsozialistische Rassenideologie zu einer fürchterlichen geistigen Verwirrung vermengten. Nichtsdestotrotz zeigt das Beispiel, wohin es führen kann, wenn Kreativität und Phantasie, die zur Entwicklung der Relativitätstheorie führten, aus vorgeschobenen Gründen der Wirklichkeitsferne nicht nur nicht anerkannt, sondern in einer Zeit der geistigen und politischen Entrückung auch noch derart diffamiert werden. Ein Kapitel in der Wissenschaftsgeschichte, das sich hoffentlich nicht wiederholt.

6. Schülerinnen und Schüler sollen den Unterschied zwischen Beobachtung und Schlussverhalten und der unterschiedlichen Funktion, Bedeutung und Beziehung zwischen Theorien und Gesetzen kennen.

Gerade was die Unterscheidung und adäquate Verwendung der einzelnen Begriffe Beobachtung, Hypothese, Theorie und Gesetz betrifft, liegen große Missverständnisse bei Schülerinnen und Schülern über deren wissenschaftliche Bedeutung und Definition vor. Nicht zuletzt deshalb, da uns die Alltagssprache hier immer wieder hereinfuscht. Es gehört aber zu den Kernkompetenzen einer naturwissenschaftlich fundierten Bildung, die wissenschaftliche Verwendung von Begriffen von der alltäglichen unterscheiden und adäquat verwenden zu können.

Ein klassisches und einfaches Modell der naturwissenschaftlichen Forschung ist das folgende: Naturwissenschaftler be-

obachten natürliche Phänomene, erschließen daraus überprüfbarere Hypothesen, verifizieren oder falsifizieren diese in reproduzierbaren Experimenten und formen daraus dann eine Theorie. Bei hohem Bewährungsgrad werden aus der Theorie dann naturwissenschaftliche Gesetze.

Zugegeben ein sehr einfaches und damit natürlich ebenso unzureichendes Modell. Modelle dienen uns in den Naturwissenschaften als Erklärungshilfen für komplizierte Phänomene. Die Natur ist kompliziert. Daher modellieren wir in den Naturwissenschaften, um sie für uns einfacher zu machen.

Auch mit dem Modell zur naturwissenschaftlichen Forschung verhält es sich so. Es kann hilfreich sein, den Prozess der Forschung anschaulich zu machen. Wir könnten auch kompliziertere Modelle (die wissenschaftstheoretische Literatur ist voll davon; siehe z.B. Zeidler 2000) machen, oder einfach jene aus den Schulbüchern übernehmen. Als Lehrer dürfen wir aber nie vergessen zu erwähnen, dass sämtliche Modelle unzureichend sind, dass sie mehr oder weniger viel aussparen, vernachlässigen und vereinfachen.

Ein Beispiel aus dem Physikunterricht: Gibt es Atome wirklich?

Ende des 19. Jhds war diese Frage bei weitem noch nicht ausdiskutiert - auch wenn es viele Hinweise auf die Existenz von Atomen gab. Einer dieser Hinweise ist die brownische Molekularbewegung, die mit einem einfachen Lichtmikroskop auch recht leicht beobachtet werden kann. Dennoch darf dies natürlich nicht als „Beweis“ für die tatsächliche Existenz von Atomen angesehen werden! Man darf aber sagen, dass die Beobachtung der brownischen Bewegung mit der Hypothese verträglich ist, dass „kleinste“ Teilchen existieren. Einstein konnte später aus den Bewegungen der sichtbaren größeren Teilchen sogar die Größe der unsichtbaren atomaren Teilchen berechnen. Heute können wir dank hochauflösender Rastertunnel- oder Feldionen-

mikroskope Atome sogar wirklich „sehen“. Doch „sehen“ wir tatsächlich Atome beim Blick durch ein derartiges Mikroskop? Unsere Beobachtung wird vor dem Hintergrund der Atomhypothese interpretiert, d.h. eigentlich „schließen“ wir, dass wir Atome beobachten. Genaugenommen sehen wir aber nur Helligkeitsunterschiede bzw. Pixel auf einem Bildschirm. Und ob Ernst Mach Atome gesehen hätte darf auf jeden Fall bezweifelt werden!

Dennoch ergab und ergibt sich aus sämtlichen Beobachtungen, Messungen und Berechnungen (d.h. logischem Schlussverhalten) eine konsistente Theorie, die heutzutage von niemandem mehr ernsthaft in Frage gestellt wird. Die schon lange vorher „erfundenen“ Gasgesetze passen ebenfalls in die Theorie, die natürlich fortlaufend verfeinert wird. Unsere Vorstellungen über die Materie und die Modelle, die wir erfanden, haben sich mehr oder weniger bewährt.

Fazit

In diesem Artikel versuchte ich einige Kernaspekte aus der breit angelegten Literatur zu NOS zusammenzufassen und zu erläutern. Sie brauchen (und sollten) nicht meiner Meinung sein, denn auch ich habe meine eigenen Ansichten über die Natur der Naturwissenschaft. Vielleicht regt Sie der Artikel an, wieder einmal neu über Ihre Ansichten nachzudenken. Auch wenn in den Lehrplänen eine explizite Forderung nach NOS im Unterricht fehlt und bestenfalls nur zwischen den Zeilen zu lesen ist, so lautet mein Vorschlag dennoch: machen Sie diese Kernaspekte auch zum Gegenstand des Unterrichts. Philosophieren Sie mit ihren Schülern und Schülerinnen! Adäquate Ansichten über die Natur der Naturwissenschaften sind ein grundlegender Bestandteil der Allgemeinbildung genau so wie die Kompetenz, darüber zu philosophieren und zu argumentieren, warum man diese Ansichten hat, wie man dazu gekommen ist und ob sie in das eigene Selbstkonzept passen.

Literatur

Höttecke, D. (2001): Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der „Natur der Naturwissenschaften“ (<http://www.ipn.uni-kiel.de/zfdn/jg7a.htm#Art001>)
McComas, W. F. (1998): The Nature of Science in Science Education
Osborne, (2003): What „Ideas-about-Science“ should be taught in School Science – A Delphi Study of the Expert Community
Dewey, J. (1930): Demokratie und Erziehung
Lederman, G. (2007): Nature of Science: Past Present and Future
Abd-el-Khalick, F. (2012): The Nature of Science in Science Education

Deng et al. (2011): Students' Views of the Nature of Science: A Critical Review of Research
Kuhn, Th. S. (1962): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen
Glaserfeld, E. von (1996): Der Radikale Konstruktivismus. Ideen, Ergebnisse, Probleme
Lenard, Ph. (1933): Zum Anlass der Bestellung von Johannes Stark zum Präsidenten der „Physikalisch-Technischen Reichsanstalt“, Völkischer Beobachter
Lenard, Ph. (1936): Deutsche Physik in vier Bänden
Zeidler, K. W. (2000): Prolegomena zur Wissenschaftstheorie
CERN (2011): <http://press.web.cern.ch/press-releases/2011/09/operation-experiment-reports-anomaly-flight-time-neutrinos-cern-gran-sasso> (abgerufen am 17.7.2013)

Der Steirische Brauch

Entwicklung und Stand der Fachdidaktik in der Steiermark

Leopold Mathelitsch, Gerhard Rath



Abb. 1: Abschlussabend eines Secure-Treffens

Ein Artikel mit diesem Titel beginnt, wie könnte es anders sein, in einer südsteirischen Buschenschank. Dort sehen wir eine fröhliche Runde bei Speis und Trank, von angeregten Gesprächen eingehüllt. Doch halt, eines passt nicht ganz: Es ist nicht Steirisch, was hier erklingt, manchmal zwar Deutsch, meistens Englisch, dazwischen auch noch andere europäische Sprachen. Die internationale Gruppe informiert sich kulinarisch über regionale Gebräuche, am Rande eines Arbeitstreffens des EU-Projekts SECURE (Science Education Curriculum Research). In diesem Projekt werden die Lehrpläne und deren Umsetzung in 10 Ländern untersucht, unter umfangreichen Befragungen von Kindern und Jugendlichen im Alter von 5, 8, 11 und 13 Jahren.

Dies organisieren zu können, bedarf eines funktionierenden Netzwerks von Personen aus allen Bildungsbereichen, vom Kindergarten bis zur Universität. Es entstand aus spezifischen Möglichkeiten im Bereich naturwissenschaftlicher Bildung, wie sie in der Steiermark vorliegen und kann vielleicht Wege aufzeigen, wie gemeinsame zielgerichtete Aktionen auch im Rahmen der komplexen österreichischen Bildungslandschaft machbar sind.

Wie kam es dazu?

Die Wurzeln reichen in die 80er- und 90er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts. Wir erinnern uns gerne an monat-

Univ. Prof. Mag. Dr. Leopold Mathelitsch, Institut für Physik – Fachdidaktikzentrum, KF-Universität Graz. E-Mail: leopold.mathelitsch@uni-graz.at
Mag. Dr. Gerhard Rath, Institut für Physik - Fachdidaktik, KF-Universität Graz / BRG Kepler Graz, <http://www.brgkepler.at>

liche lockere Treffen interessierter Lehrkräfte, initiiert von Hansjörg Kunze und später weitergeführt von Erich Reichel.

Diese wurden zu einer immer bunteren Runde, als etwa Hans Eck aus dem Bereich der Hauptschule oder Adi Hohe- nester und Leopold Mathelitsch von der Universität dazu stießen. Diese beiden bauten dort die Fachdidaktik auf, waren aber auch an beiden Pädagogischen Akademien (später Pädagogische Hochschulen) tätig. Somit kannten sich fast alle wichtigen Player aus persönlichen Begegnungen und führten auch bereits einige gemeinsame fachdidaktische Projekte durch. Diese Runde sollte die Basis sowohl für das Regionale Netzwerk als auch für das Regionale Fachdidaktikzentrum aus Physik werden.

Der entscheidende Impuls zur Institutionalisierung ist damit schon implizit angesprochen: Die Aktion IMST hatte Maßnahmen zur regionalen Entwicklung im Plan, in Form von groben Konzepten. Diese fielen in der Steiermark auf fruchtbaren Boden, wobei ein wesentlicher Bereich noch zu erwähnen ist: die Schulorganisation und -politik. Dort fanden sich etwa mit Marlies Liebscher (Landesschulrat) und Juliane Müller (Bezirksschulrat Weiz) Personen, welche die Umwandlung vom Informellen zum Institutionellen von Anfang an begleiteten und unterstützten. So kam es zur Gründung des ersten Regionalen IMST Netzwerks 2003 und in der Folge des ersten Regionalen Fachdidaktikzentrums (RFDZ) 2006 (Physik). Es folgten im Jahrestakt die Fachdidaktikzentren für Biologie/Umweltkunde, sowie für Chemie.

Eine weitere Ebene spielte eine wichtige Rolle, jene der Rektorate der Hochschulen und Universitäten. Vizerektorin Regina Weitlaner (Pädagogische Hochschule), Vizerektor Martin Polaschek (Universität) und Rektor Siegfried Baroneß (Kirchliche Pädagogische Hochschule) förderten den Prozess von Beginn an und gaben ihm einen wichtigen Rahmen, nämlich das institutionelle und juristische Dach in Form einer Steuergruppe Fachdidaktik Steiermark. Somit entstand über etwa ein Jahrzehnt ein Netzwerk, welches die Bildungsinstitutionen in vielfältiger Form verbindet.

Die aktuelle Situation

Die Grafik stellt die verschiedenen institutionellen Ebenen dar. Letztlich werden die Institutionen immer durch handelnde Personen repräsentiert, wobei es hier vertikal zu Vernetzungen kommt. Insbesondere gibt es Personen, die sowohl im Netzwerk als auch in einem Fachdidaktikzen-



Abb. 2: Institutionelle Ebenen naturwissenschaftlicher Kooperationen

trum vertreten sind, die aber auch an einer der Institutionen der Steuergruppe Fachdidaktik Steiermark beschäftigt sind. Der an der Pädagogischen Hochschule beschäftigte Erich Reichel zum Beispiel vertritt Physik im Regionalen Netzwerk, ist aber auch Teil des Regionalen Fachdidaktikzentrums und AG-Leiter (AHS) in der Steiermark. Da er wie viele andere auch noch selbst unterrichtet, reicht diese vertikale Vernetzung direkt in die Schulpraxis.

müssen gut miteinander können. Nur wenn die Sache und die übergeordneten Ziele im Vordergrund stehen, funktioniert das System. Dies scheint in der Steiermark der Fall zu sein, was aus der Geschichte mit ihrer Nähe zu geselligen Unternehmungen verständlich wird.

So kehren wir zum Schluss zurück in unsere Buschenschank, es könnte auch ein Gasthaus sein. Dort begegnet



uns eines der erfolgreichsten Projekte, das wie kein anderes den „Steirischen Brauch“ verkörpert. Mit PubScience kommen Naturwissenschaften in Form von spannenden Experimenten zum Publikum, betreut von begeisterten Vertreterinnen und Vertretern aus Schulen, dem Netzwerk und den RFDZs.

Abb. 3: Pub Science

Wie viel Energie steckt in der Zitrone?

Forschendes Lernen am Beispiel der Zitronenbatterie

Erich Reichel, Eduard Schittelkopf

Wenn es gelingt, forschendes Lernen auf möglichst alle gängigen Experimente im Unterricht zu übertragen, wird Forschen im naturwissenschaftlichen Unterricht zur Selbstverständlichkeit. Der Wunsch, dass diese Methode im Schulalltag berücksichtigt wird, besteht bereits seit dem Jahr 1811. Maria Edgeworth hat vor zweihundert Jahren die Forderung vertreten: *„Laboraktivitäten können Lernenden helfen, naturwissenschaftliche Phänomene zu verstehen“* (Edgeworth & Edgeworth, 1811). Auch wenn Experimente heute Bestandteil eines guten naturwissenschaftlichen Unterrichts darstellen, werden Möglichkeiten, Forschungsprozesse im Schulalltag zu verankern, oftmals wegen Zeitmangels oder fehlender Ressourcen nicht genutzt.



Abb. 1: Zinkbarren, gediegenes Kupfer und Zitrone

Am Beispiel der Zitronenbatterie soll die Möglichkeit, das Forschen im Klassenzimmer zu praktizieren, aufgezeigt werden. Für dieses Experiment sind weder Zinkbarren im Kilogramm-Bereich noch gediegenes Kupfer aus der Ray Copper Mine in Arizona notwendig.

Wie viel Energie steckt in der Zitrone? Auch wenn diese Frage eine gute Möglichkeit darstellt, Fehlvorstellungen (Wie viel Strom liefert die Zitrone?) im Unterricht zu bearbeiten, steht sie nicht an vorderster Stelle im Interesse der Schüler und Schülerinnen. Das Phänomen zu beobachten, dass Zitronen elektrische Energie „erzeugen“, ist für die meisten Lernenden ausreichend und führt zu keinen weiteren Beobachtungen, wenn nicht seitens der Lehrkraft noch die eine oder

Mag. Dr. Erich Reichel und Eduard Schittelkopf sind Hochschullehrer im Bildungsmanagement an der PH Steiermark. E-Mail: Erich.Reichel@phst.at bzw. Eduard.Schittelkopf@phst.at

andere Variante in Bezug auf Elektrodenmaterial, Fruchtkörper oder elektrische Messungen eingefordert werden.

Um einen Forschungszyklus im Unterricht zu ermöglichen, werden die Schüler/innen ermutigt, möglichst viele Beobachtungen bzw. Fragen und Variationen des Experiments aufzuschreiben. Für unsere Untersuchungen haben wir ein Zink/Kupfer-Element in einer Zitrone gewählt. Zur Förderung der Kompetenzen nach dem österreichischen Kompetenzmodell für Naturwissenschaften (Sekundarstufe 1) *„Beobachtungen formulieren“* und *„Fragen stellen“* ist dieses Experiment aus unserer Sicht sehr gut geeignet (bifie, 2011). Für die Kompetenz *„ein eigenes Experiment zu planen“* haben wir im Anschluss Variationen zur Zitronenbatterie ausgewählt. Wir haben die Fragen der Schüler und Schülerinnen zur galvanischen Zelle (Zitronenbatterie) den Fragen der Lehrpersonen gegenübergestellt, und konnten nur wenige Gemeinsamkeiten erkennen. Ein nachhaltiger Unterricht aus unserer Sicht findet jedoch nur dann statt, wenn wir die Fragen der Schüler/innen in unserer Unterrichtsvorbereitung berücksichtigen.

Demonstrationsexperiment: Zn/Cu-Element

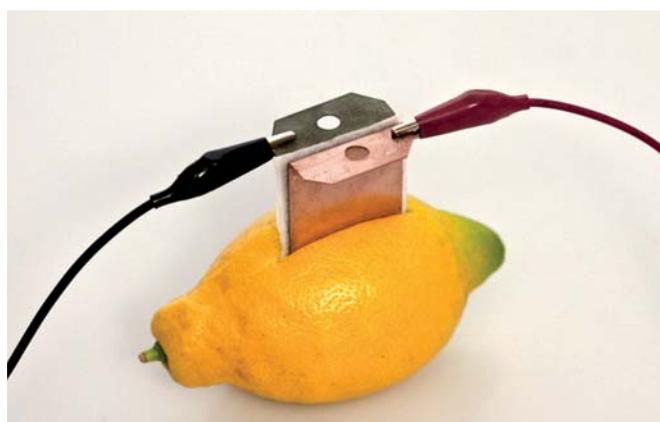


Abb. 2: Zitrone mit Zink- und Kupferelektroden

Als Demonstrationsexperiment werden eine Zink- und eine Kupferplatte getrennt durch ein Filterpapier (Küchenrolle) gemeinsam in den vorbereiteten Schnitt einer Zitrone gesteckt. Bedingt durch den geringen Abstand der beiden Elektrodenplatten ist ein Kurzschluss-Strom von ca. 10 mA zu erwarten. Dies reicht, um einen Glockenankermotor (LEMO-SOLAR) einige Minuten lang am Laufen zu halten.

Nun ist ausreichend Zeit, Variationsvorschläge zu diesem Experiment von den Schülern und Schülerinnen einzufordern und am Demonstrationsexperiment die ersten Fragen gemeinsam zu beantworten.

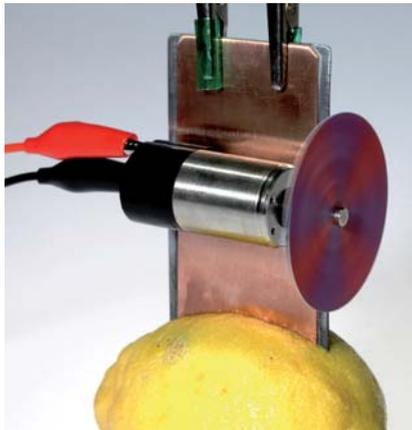


Abb. 3:
Glockenankermotor,
Zink/Kupfer Element
und Zitrone

Diese ersten Fragen wie zum Beispiel: „Was passiert, wenn man die Kabel an den Metallplatten vertauscht?“ sind sehr gut geeignet, die Schüler und Schülerinnen aufzufordern, dieses Experiment sofort vor der Klasse am Demonstrationsobjekt auszuprobieren und die Ergebnisse zu diskutieren. Die Vermutung, dass die geänderte Stromrichtung Einfluss auf die Drehrichtung hat, wird von den meisten Schülern und Schülerinnen noch nicht geäußert. An dieser Stelle kann nun die Beobachtung der Drehrichtung der Scheibe im Besonderen eingefordert werden. Weitere Fragen wie: „Wofür benötigt man das Filterpapier?“ oder „Funktioniert das Experiment auch mit gleichen Metallplatten?“ sind auf ähnliche Weise zu bearbeiten. Schülerfragen durch Experimente zu überprüfen ist der Ausgangspunkt auf dem Weg zum forschenden Lernen.

Wird auf das Filterpapier verzichtet und werden die beiden Metallplatten in einem Abstand von wenigen Millimetern in die Zitrone gesteckt, sind beim Zink/Kupferplatten-Element Stromstärken von maximal 1 mA, beim Zink/Kupferoxidplatten-Element Stromstärken bis zu 6 mA zu erwarten. Die höheren Stromstärken des Zink/Kupferoxid-Elements sollen die Schüler und Schülerinnen ermutigen, Variationen mit diesen Metallkombinationen auszuprobieren.

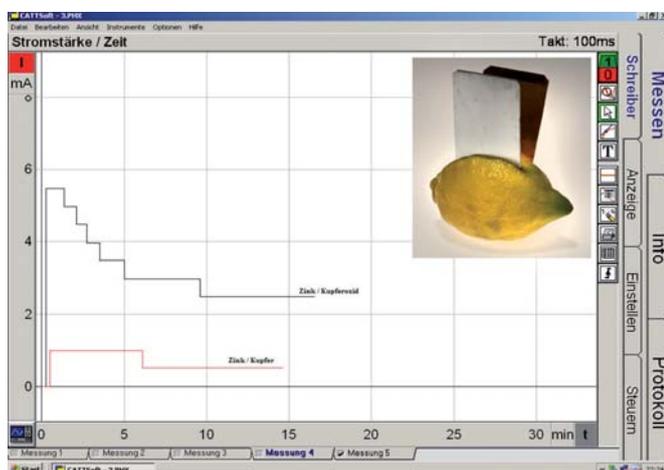


Abb. 4: Gemessener Kurzschluss-Strom bei Zink/Kupfer und Zink/Kupferoxid

Schüler/innen-Experiment

Meine Frage, mein Experiment, meine Präsentation

Als besonders geeignet erweisen sich Fragen, um einen Forschungszyklus in Gang zu setzen, wenn Schüler und Schülerinnen eigene Experimente planen, Messungen durchführen und Beobachtungen dokumentieren. Die Planung des eigenen Experiments wird von jedem Schüler und jeder Schülerin in Absprache mit der ganzen Klasse vorgenommen. Dokumentation der vorhandenen Materialien, Durchführung des Experiments und der entsprechenden Messungen, neue Beobachtungen und weitere Fragestellungen werden im Forschungsheft eingetragen. Das eigene Experiment und die daraus folgenden Ergebnisse sollen in einem Kurzvortrag dem gesamten Forschungsteam präsentiert werden.

Podcast – „Forscher/innen-Interview“

Die Aufbereitung der Ergebnisse als Podcast seitens der Schüler und Schülerinnen erleichtert die Koordination von mehr als 20 unterschiedlichen Experimenten und deren Präsentation. Die Kompetenzbereiche „Wissen organisieren“ und „Schlüsse ziehen“ des österreichischen Kompetenzmodells Naturwissenschaften 8. Schulstufe können durch die Erstellung von Audios besonders gefördert werden. Initiativen wie Radioigel (<http://www.radioigel.at>) zeigen recht eindrucksvoll, wie Interesse geweckt werden kann, damit ein aktiver Lernprozess entsteht. Radioigel steht für *Interesse generiert Lernen* und stellt eine neue Lernplattform für Schulen zur Verfügung. Ohne die Ablenkung durch Bilder müssen Inhalte viel konzentrierter und durchdachter dargeboten werden. Radioigel entstand aus der Arbeit einer Projektgruppe von Lehrer/innen der NMS Webling (Graz), welche sich mit Themen wie „Schreiben fürs Sprechen“, „Sprechen fürs Hören“ und „Studiotechnik“ beschäftigt haben.

Variationen und Besonderheiten des Experiments Zitronenbatterie

Innenwiderstand elektrochemischer Spannungsquellen



Abb. 5: Verzinkter Drahtstift mit Filterpapier und Kupferdraht

Schließen wir an die Spannungsquelle einen Verbraucher an, so wird die Spannung an der Spannungsquelle kleiner. Dieser Spannungsabfall hängt mit dem Innenwiderstand unseres galvanischen Elements zusammen. Um den Innen-

widerstand einer Spannungsquelle rasch zu beurteilen, ist es bei Eigenbau-Elementen ausreichend, die Leerlaufspannung (U_0) und die Stromstärke im Kurzschluss (I_K) zu messen und mit der Formel $R_i = U_0 / I_K$ zu berechnen.

Aufzeichnung der Messwerte mit Hilfe der Schreibfunktion der Software

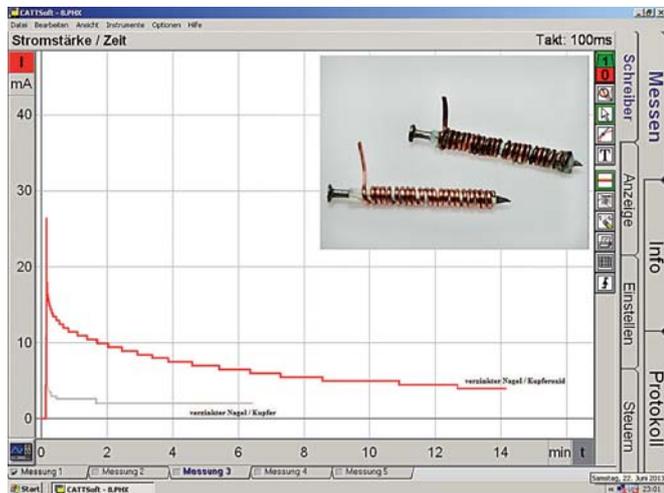


Abb. 6: Kurzschluss-Strom zur Beurteilung des Innenwiderstands eines galvanischen Elements

Der Innenwiderstand des Drahtstift-Elementes (Zink/Kupfer) steigt innerhalb von 6 Minuten von 200Ω auf 500Ω . Wesentlich bessere Werte sind mit dem Drahtstift-Element (Zink/Kupferoxid) zu erreichen. Hier ist zu Beginn der Messung der Innenwiderstand mit 37Ω wesentlich niedriger als beim vergleichbaren Zink/Kupfer-Element. Nach 14 Minuten ist der Innenwiderstand des Zn/CuO-Elements noch immer kleiner als der Innenwiderstand des Zn/Cu-Elements zu Beginn der Messung.

Zn/Cu-Element und Zn/CuO-Element mit kleinem Plattenabstand und großer Elektrodenfläche

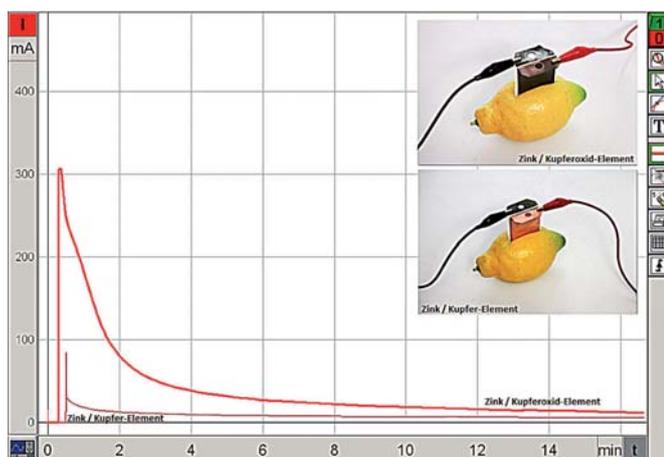


Abb. 7: Kurzschluss-Strom zur Beurteilung des Innenwiderstands eines galvanischen Elements

Berücksichtigt man beim Zitronen-Batterie-Experiment den Abstand der Elektroden, die Größe der Zink- und Kupferplatte und die oxidierte Form des Kupfers, so können mit geringem Aufwand ausreichend hohe elektrische Werte erreicht werden.

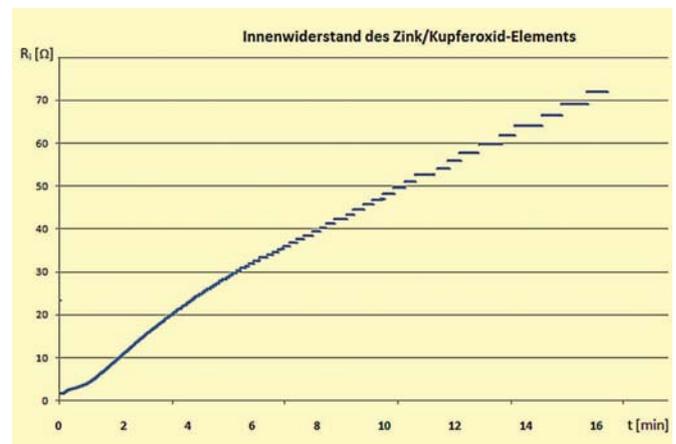


Abb. 8: Zeitverlauf des Innenwiderstands des Zink/Kupferoxid-Elements

Der Innenwiderstand des Zink/Kupferoxid-Elements erhöht sich zwar nach einigen Minuten von 2Ω auf 70Ω , jedoch können unter diesen Bedingungen Verbraucher wie die beschriebenen Elektromotoren sehr gut eingesetzt werden.

Messwert-Dokumentation mit Voltmeter, Amperemeter und Stoppuhr



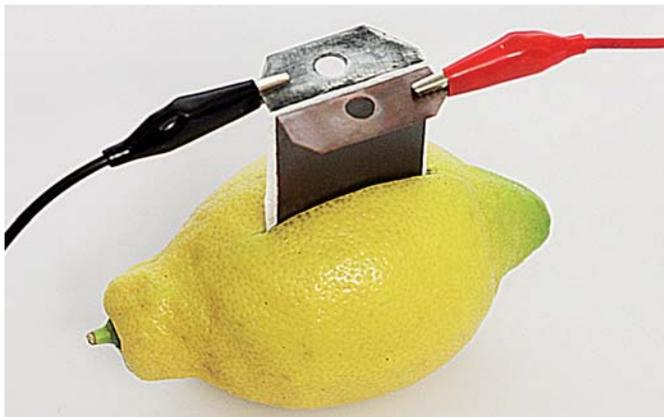
Abb. 9: Messwert-Dokumentation – Anordnung für Videodokumentation der Messwerte

Der Zugriff auf Messgeräte mit automatischer Schreibfunktion ist nicht immer möglich. Um den Spannungs- und Stromstärkeverlauf einer Messung zu dokumentieren können die vorhandenen digitalen Kommunikationsmedien der Schüler und Schülerinnen genutzt werden. Mit Hilfe von Fotos oder Videoaufnahmen sollen die sich ändernden Messwerte der Spannung, der Stromstärke und der Zeit in Tabellen übertragen und als Diagramme dargestellt werden.

Leistung des galvanischen Elements (Zn/CuO) bei unterschiedlicher Last

Welche Leistung $P = U \cdot I$ bringt die galvanische Zelle während der Arbeit?

Um die Leistung einer galvanischen Zelle unter verschiedenen Belastungen zu bestimmen werden unterschiedliche Verbraucher in den Stromkreis geschaltet. In unserem Fall verwenden wir Widerstände von 2 bis 150 Ω .



Elektroden	Zink / Kupferoxid
Elektrolyt	Zitronensaft
Leerlaufspannung	$U_0 = 0,947 \text{ V}$
Kurzschluss-Strom (gemessen)	$I_K = 0,300 \text{ A}$

Abb. 10: Zink/Kupferoxid-Element

Elektrischer Lastwiderstand	Spannung	Stromstärke	Leistung
2 Ω	0,163 V	0,097 A	0,016 W
5 Ω	0,300 V	0,066 A	0,020 W
8 Ω	0,434 V	0,052 A	0,023 W
11 Ω	0,562 V	0,050 A	0,028 W
16 Ω	0,734 V	0,046 A	0,034 W
31 Ω	0,830 V	0,026 A	0,022 W
47 Ω	0,866 V	0,018 A	0,016 W
64 Ω	0,886 V	0,014 A	0,012 W
78 Ω	0,894 V	0,011 A	0,010 W
91 Ω	0,902 V	0,010 A	0,009 W
108 Ω	0,910 V	0,008 A	0,008 W
122 Ω	0,914 V	0,007 A	0,007 W
142 Ω	0,918 V	0,006 A	0,006 W
155 Ω	0,924 V	0,006 A	0,006 W

Tab. 1: Leistung des Zink/Kupferoxid-Elements bei unterschiedlicher Last

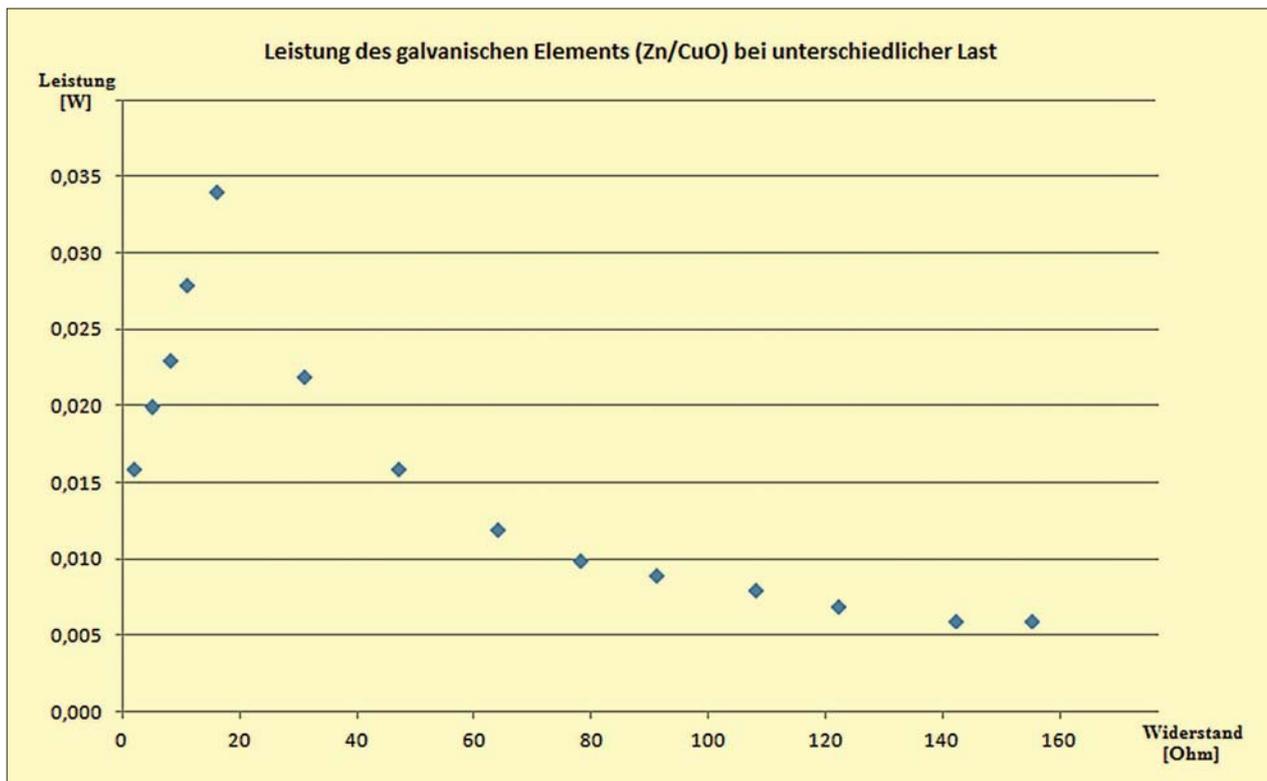


Abb. 11: Leistung bei unterschiedlicher Last

Bei einer elektrischen Last von ca. 15Ω erreicht das Zink/Kupferoxid-Element seine größte Leistung (34 mW). Ein Glockenanker-Motor mit einem Leerlaufstrom von ca. 4 mA (LEMO-SOLAR) kann unter diesen Voraussetzungen bis zu einer Stunde lang die elektrische Energie in Bewegungsenergie umwandeln. Für jedes selbst geplante und durchgeführte Experiment der Schüler und Schülerinnen bestätigt sich die Aussage von A. Witt und A. Flint, dass „mit der Auswertung der Versuche sich immer wieder neue Problemstellungen/Fragestellungen ergeben, welche zu weiteren Untersuchungen überleiten und so das Unterrichtsgeschehen in Fluss bringen“ (Witt, Flint).

Nun kann z.B. die Frage zur Leistung des galvanischen Elements („Wie ändert sich die Leistung des galvanischen Elements bei einer konstanten elektrischer Belastung?“) mit Diagrammen anschaulich bearbeitet werden.

Leistungsänderung des galvanischen Elements (Zn/CuO) bei konstanter Last (Solarmotor)

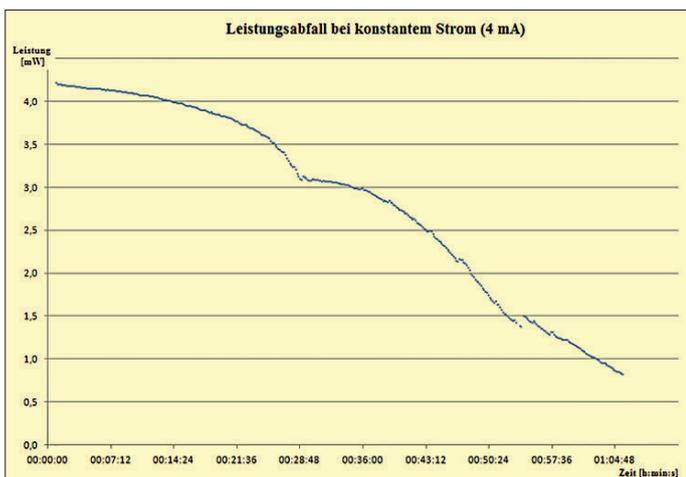


Abb. 12: Leistung bei konstanter elektrischer Last

Wie viel Energie steckt in einer Zitrone?

„Wie viel elektrische Energie ($E = U \cdot I \cdot t$) bezieht der Elektromotor während der Laufzeit aus dem Element?“ oder „Wie viel Energie steckt in einer Zitrone?“ kann mit dem besprochenen Beispiel des Solarmotors bzw. mit den Messwerten des Kurzschluss-Stroms, der Spannung und der Zeit recht einfach beantwortet werden. Die berechneten Werte liegen beim Zn/CuO-Element mit Solarmotor bei $E = 11,18 \text{ Ws}$ bzw. beim kurzgeschlossenen Zn/CuO-Element bei $E = 4,36 \text{ Ws}$.

Die Zitronenbatterie und das Glühlämpchen

Um ein Mini-Lämpchen (Conrad) zum Leuchten zu bringen, ist nicht nur eine Stromstärke von über 70 mA notwendig, sondern auch eine Spannung am Mini-Lämpchen von über 0,5 V. In der Tabelle „Leistung des galvanischen

Elements (Zn/CuO) bei unterschiedlicher Last“ kann man erkennen, dass diese Bedingungen noch nicht erfüllt sind ($R = 11 \Omega$; $U = 0,562 \text{ V}$; $I = 50 \text{ mA}$). Bei entsprechender Vergrößerung der Zink- und Kupferoxidelektroden kann man mit einer einzigen Zelle den Glühdraht eines Mini-Lämpchens mehrere Minuten lang zum Glühen bringen. Die Anordnung der Metallplatten ist wie ein Sandwich aufgebaut. Zwischen zwei Kupferoxidplatten befindet sich, getrennt durch Filterpapier, eine Zinkplatte. Die Fassung des Mini-Lämpchens ist mit einer Klemme an der Zinkplatte und mit der zweiten Klemme an der Kupferplatte angeschlossen. Die Klemmen dienen ausschließlich der Befestigung der Fassung des Lämpchens an den beiden Metallplatten.



Abb. 13: Zitronenbatterie mit einem leuchtenden Mini-Lämpchen ($U = 0,785 \text{ V}$; $I = 68,6 \text{ mA}$)

Literatur

- bifie (2011) Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe. Verfügbar unter https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf [19.03.2012].
- Conrad, Mini-Lämpchen 1.2 – 1.5 V Sockel = E55 (Best.-Nr.: 727920 – 62) <http://www.conrad.at/ce/de/product/727920/Mini-Laempchen-12-15-V-SockelE55-Klar-Bart-helme-Inhalt-1-St> [23.09.2013]
- Edgeworth, R. L. & Edgeworth, M. (1811). Essays on Practical Education. London: Johnson.
- IMST Newsletter, Kompetenzen und Standards in Mathematik und Naturwissenschaften, Jahrgang 11, Ausgabe 37, E. Reichel, E. Schittelkopf, *Förderung von experimentellen Kompetenzen*, S 10
- LEMO-SOLAR Solarmotor; Anlauf bei 0,15 V und 4 mA [www.lemo-solar.de](http://www.lemo-solar.de/shop/glockenankermotoren.php) Artikel Nr.: LE15 <http://www.lemo-solar.de/shop/glockenankermotoren.php> [23.09.2013]
- Witt, A. und Flint, A. „Chemie fürs Leben“ Elektrochemie Vom „umgekehrten Hittorf“ zu Kiwi, Kohlrabi & Co, Universität Rostock Institut für Chemie, Stand: März 2013, <http://www.chemie1.uni-rostock.de/didaktik/pdf/elektrochemie2.pdf> [23.09.2013]

SECURE – Science Education Curriculum Research

Österreichische Curricula im europäischen Vergleich

SECURE nimmt Mathematik, Naturwissenschaften und Technik unter die Lupe

Veronika Rechberger, Judith Aldrian, Leopold Mathelitsch

Curricula sind an Entscheidungen gebundene Festlegungen im Bildungsbereich. Auch wenn der Begriff *Curriculum* im deutschsprachigen Raum häufig synonym mit dem Begriff *Lehrplan* verwendet wird, so gibt es in der wissenschaftlichen Literatur einen Diskurs über die Verwendung der Begriffe.

Curricula als Kernstück von Bildung umfassen neben Inhalten auch Überlegungen, Handlungen und Zweck (Null, 2001). Nicht nur Lehrende, die diese umsetzen sollen, sondern auch Lernende gehören zu den direkt Betroffenen.

Das EU-Projekt SECURE (Science Education Curriculum Research) - in Österreich war das Fachdidaktikzentrum für Physik an der Universität Graz beteiligt - widmete sich dieser Thematik und erhob systematisch Daten, um folgenden Fragen auf den Grund zu gehen:

Wie nehmen Lehrende vorhandene Curricula Dokumente wahr?
Welche Erfahrungen machen Lehrende im Rahmen der Umsetzung?
Was sind die Wahrnehmungen der Lernenden?

Was wurde wie untersucht?

Neben einer Analyse der Curricula Dokumente für 5-, 8-, 11- und 13-Jährige in den Bereichen Mathematik, Naturwissenschaften (Science) und Technik (MST) in zehn europäischen Ländern (Abb. 1) wurden Fragebogen- und Interviewerhebungen durchgeführt.



Damit lag der Fokus vor allem auf Interpretationen und Sichtweisen der Lehrenden, ihren Erfahrungen bei der Umsetzung der Curricula sowie den Erfahrungen der Lernenden.

Abb. 1: Teilnehmende Länder: Belgien, Deutschland, Großbritannien, Italien, Niederlande, Österreich, Polen, Schweden, Slowenien, Zypern

Veronika Rechberger, Bakk. E-Mail: veronika.rechberger@uni-graz.at
Judith Aldrian, E-Mail: judith.aldrian@edu.uni-graz.at
Univ.-Prof. Mag. Dr. Leopold Mathelitsch,
E-Mail: leopold.mathelitsch@uni-graz.at

Nationaler Forschungsgegenstand waren die aktuellen Curricula Dokumente in Österreich. Dabei sind nicht ausschließlich die in Schulen eingesetzten Lehrpläne berücksichtigt, sondern entsprechend der beforschten Altersgruppen auch der *Bundesländer übergreifende Bildungsrahmenplan für elementare Bildungseinrichtungen in Österreich*, der 2009 österreichweit, wenn auch nicht verbindlich, im Bildungssektor des Kindergartens eingeführt wurde. Zusätzliche Berücksichtigung im Ländervergleich fanden Gesetze und Verordnungen, die den Rahmen für die Umsetzung in Kindergärten und Schulen in Österreich festlegen.

Zur Analyse der Curricula sowie deren Umsetzung wurde das Modell des Curricular Spider Webs nach van den Akker (2004) zu Grunde gelegt (Abb. 2). Das Grundprinzip als zentraler Punkt ist mit den anderen Komponenten eng verbunden. Durch die Darstellung als Spinnennetz soll einerseits die Flexibilität eines Curriculums sichtbar werden, andererseits seine Verletzlichkeit, da dieses Konstrukt durch Unausgewogenheit reißen kann (Thijs & van den Akker, 2009).



Abb. 2: Curricular Spider Web (van den Akker, 2004)

Neben den zehn Komponenten lag im Rahmen des Projekts ein zusätzlicher Fokus auf dem Aspekt von *Motivation und Interesse*. Nach diesen Gesichtspunkten wurden die Ebenen der vorgesehenen, umgesetzten und angekommenen Curricula (Goodlad, 1979; van den Akker, 2004) untersucht. Hingegen wurde der Lernertrag im Rahmen der SECURE Erhebungen nicht berücksichtigt (Abb. 3). Dieser Aspekt ist Forschungsgegenstand anderer Studien, wie beispielsweise PISA.

Vorgesehen	Ideal	Vision (Grundprinzip/dem Curriculum zu Grunde liegende Philosophie)
	Formal/schriftlich	Absichten dargestellt in spezifizierten Curriculum Dokumenten/Materialien
Angewandt	Empfangen	Curriculum, interpretiert von Lehrkräften
	Umgesetzt	Tatsächlicher Lehr-/Lernprozess (auch: Curriculum in Aktion)
Angekommen	Erfahren	Von SchülerInnen wahrgenommene Lernerfahrungen
	Gelernt	Resultierender Lernertrag der SchülerInnen

Abb. 3: Darstellungsebenen von Curricula (Goodlad, 1979; van den Akker, 2004)

Welche Daten wurden erhoben?

Eine Stichprobe von jeweils 15 Einrichtungen für 5-, 8-, 11- und 13-Jährige war Ausgangspunkt in allen teilnehmenden Ländern. Um eine Streuung zu ermöglichen, wurde für Österreich je ein Drittel der Einrichtungen aus städtischen, kleinstädtischen und ländlichen Gebieten in der Steiermark einbezogen. Fragebögen wurden von 8-, 11- und 13-Jährigen sowie deren Lehrenden der relevanten mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Fächer aller Altersgruppen ausgefüllt. Zusätzlich wurden Gruppeninterviews mit je vier Lernenden und Einzelinterviews mit allen Lehrenden aus sechs Institutionen geführt. Da für Lernende im Kindergarten keine Fragebögen zur Verfügung standen, wurden alle Daten mittels Interviews erhoben. In Summe wurden in Österreich von 882 Lernenden und 208 Lehrenden Fragebögen ausgefüllt, sowie Interviews mit 132 Lernenden und 70 Lehrenden durchgeführt.

Welche Ergebnisse zeigen sich aus der Studie?

In der Gegenüberstellung zu den europäischen Ergebnissen kristallisieren sich viele Gemeinsamkeiten aber auch nationale Spezifika heraus (Rechberger, 2014). Innerhalb Europas gibt es große Unterschiede hinsichtlich der Gestaltung von Curricula Dokumenten bezüglich der Zusammenfassung von Altersgruppen, der Anzahl der Dokumente sowie der Struktur und des Umfangs. Im Großteil der nationalen Curricula werden die pädagogischen Prinzipien getrennt von Lernaktivitäten und Zielen beschrieben. Sie bleiben auf der Ebene von allgemeinen Beschreibungen, die konkrete Umsetzung dieser Prinzipien liegt in der Verantwortung der Lehrkräfte (Folmer et al., 2013).

Diese Tatsache spiegelt sich in Österreich auch im Wunsch von Lehrkräften nach einem vermehrten Angebot an praxisnahen Fortbildungen wieder. Beinahe 60 Prozent aller befragten Lehrkräfte sieht Fortbildungen als wesentlichen Bestandteil professioneller Lehrtätigkeit an. Diese hat auch im Zusammenhang mit Leistungsergebnissen von Lernenden einen hohen Einflussfaktor (Hattie, 2009).

Mehr als 70 Prozent aller Lehrenden stimmen zu, dass die Ziele im Curriculum klar sind und beschreiben diese großteils als allgemein und breit formuliert. Lehrende unterstreichen die Funktion des Curriculums als Rahmenplan und „ideale Konzeption“. Während ein Teil der Lehrenden dabei einen Vorteil sieht, weil sie mehr Möglichkeiten haben den Unterricht zu gestalten, fühlen sich andere herausgefordert: „Es heißt immer, man soll Teile auslassen, aber welche?“. Diese Thematik des Rahmenplans steht auch in engem Zusammenhang damit, ob die zur Verfügung stehende Zeit ausreicht, um das Curriculum umzusetzen (Abb. 4). Dieser Aussage stimmen in Österreich weit weniger Lehrende zu als im europäischen Durchschnitt. Ein zusätzlicher Grund besteht darin, dass trotz Stundenkürzungen in naturwissenschaftlichen und technischen Gegenständen der Lehrplan unverändert blieb. Besonderer Druck bei der Umsetzung in den Schulen wird im Fach Mathematik wahrgenommen. Lernende sehen sich mit sehr viel Hausübung konfrontiert und wünschen sich mehr Übungszeit in der Klasse.

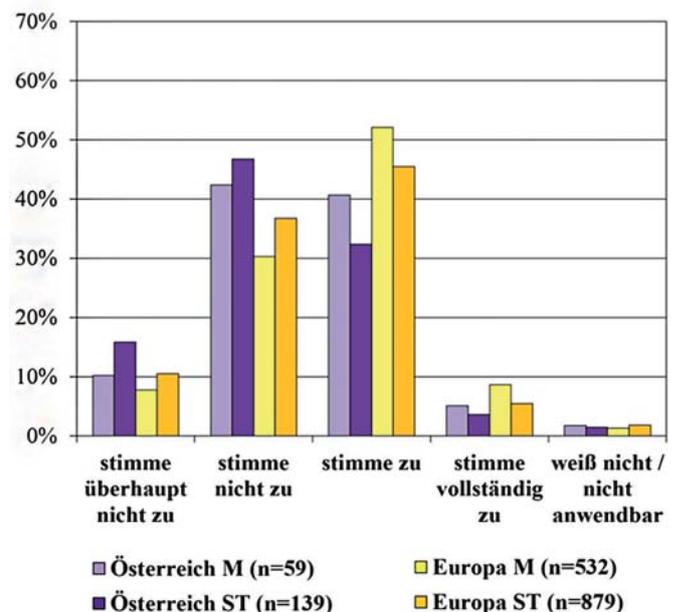


Abb. 4: Ausreichend Zeit zur Umsetzung von Curricula Zielen (M=Mathematik, ST=Science/Naturwiss. Fächer und Technik)

Zudem wird fächerübergreifender Unterricht als ideal betrachtet, obwohl „sehr viel Vorbereitung und Absprache nötig [sind], aber dann ist es toll zu arbeiten und den Kindern macht es Spaß“. In den naturwissenschaftlichen Fächern stellen Lehrende teilweise einen Mangel an Abstimmungen der Lehrpläne fest, um Unterrichtsthemen fächerübergreifend zu unterrichten.

Praktische Aktivitäten im Unterricht werden sowohl von Lernenden als auch Lehrenden über alle Altersgruppen hinweg als motivierend wahrgenommen. Die Häufigkeit dieser Aktivitäten lässt allerdings mit steigendem Alter nach. Im Elementarbereich ist Lernen oft spielerisch in das alltägliche Geschehen eingebettet und auch im Primarbereich werden in allen MST-Gegenständen regelmäßig Materialien einge-

setzt. In der Sekundarstufe 1 stellt neben dem Zeitfaktor auch oft die Klassengröße oder das nicht in ausreichender Anzahl zur Verfügung stehende Material eine Erschwernis für Lehrende dar. Abb. 5 zeigt, welche allgemeinen Gegenstandspräferenzen und Lernaktivitäten Schülerinnen und Schüler auf die offene Frage angegeben haben, was ihnen an den jeweiligen Fächern gefällt und was nicht.

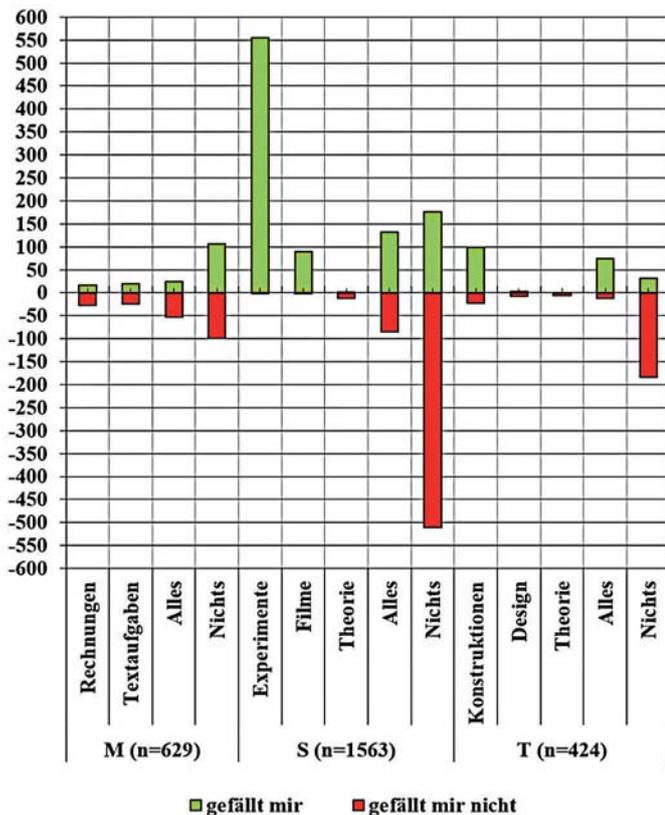


Abb. 5: Häufigste Lernaktivitäten und allgemeine Präferenzen für Fächer von 11- und 13-jährigen SchülerInnen im Rahmen offener Fragen. (M=Mathematik, ST=Science/Naturwiss. Fächer und Technik)

In Mathematik ist auffallend, dass Präferenzen sich viel stärker auf spezifische Inhalte beziehen als auf Lernaktivitäten im Allgemeinen. Gute Erklärungen und manchmal praktische oder andere Ansätze sind für Lernende ebenfalls wichtig, um besser verstehen zu können. Praktische Aktivitäten sind in naturwissenschaftlichen Fächern besonders beliebt. Nicht nur, weil sie Spaß machen, sondern auch weil sie Lernenden helfen, zu verstehen und sich aktiv am Unterricht zu beteiligen. Dass Theorie bei Lernenden nicht so beliebt ist, hängt auch damit zusammen, dass Schülerinnen und Schüler damit die Art und Weise der Umsetzung im Unterricht verbinden: „Unser jetziger Lehrer lasst uns viel zu viel schreiben und redet die ganze Zeit. So kann man sich gar nichts merken“. Die Aussage „Ich mag es, dass wir Theorie mit Experimenten untermauern“ zeigt, dass die Wichtigkeit, Theorie mit Experimenten zu verknüpfen, von Lernenden jedoch wahrgenommen wird. In diesem Zusammenhang spielt bei Lehrenden der Zeitrahmen der Unterrichtseinheit eine Rolle „Es fehlt dann einfach immer, darüber zu sprechen, was passiert ist, warum es passiert ist.“

Wenn wir das erst in der nächsten Stunde machen, dann haben die SchülerInnen oft schon Einiges vergessen“. Zusätzlich zum praktisch orientierten Unterricht im Technischen Werken, der im Europavergleich hoch bleibt, schätzen Lernende vor allem das selbständige Arbeiten und damit verbundene Freiheiten.

Welche Erkenntnis ist daraus zu gewinnen?

Im Europavergleich sticht in Österreich vor allem der Elementarbereich hervor. Zum Einen, da die Ausbildung nicht auf tertiärem Niveau etabliert ist, zum Anderen, da es zwar mit dem Bildungsrahmenplan seit 2009 ein österreichweites Dokument gibt, dieses aber nicht bindend ist.

Handlungsbedarf kann auch bei Curricula in der Sekundarstufe festgestellt werden: einerseits bezüglich der Abstimmung von Thematiken in naturwissenschaftlichen Fächern, andererseits da Stundenkürzungen keine Änderungen des Lehrplans mit sich gebracht haben. Fortbildungen werden vor allem mit einem Fokus auf die praktische Umsetzung im Unterricht benötigt.

Für den von Lernenden und Lehrenden wahrgenommenen, motivierenden Zugang zum Lernen über praktische Aktivitäten im Unterricht sind nicht nur Ressourcen in Form von eigenen Räumen beziehungsweise in ausreichender Zahl vorhandene Materialien erforderlich. Auch eine zeitliche Ausdehnung von Unterrichtseinheiten und kleinere Gruppengrößen würden die Einbettung praktischer Lernaktivitäten in Thematiken erleichtern.

Literatur

- Folmer, E., van Graft, M., Kuiper, W., & Ottevanger W. (2013). Mapping national curricula for maths, science and technology in EU countries. Unveröffentlichter Annex zum Endbericht.
- Goodlad, J. I. (1979). Curriculum inquiry: The study of curriculum practice. New York: McGraw-Hill.
- Hattie, J. (2009). Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. London: Routledge.
- Null, J. W. (2001). Curriculum: from theory to practice. Lanham, Md.: Rowman & Littlefield Publishers.
- Rechberger, V. (2014). Mathematics, science and technology curricula in Austria – perceptions and experiences of teachers and learners. Paper will be presented at the conference of JURE, Nikosia.
- Thijs, A. & van den Akker, J. (2009). Curriculum in development. SLO, Enschede.
- van den Akker, J. (2004). Curriculum perspectives: An introduction. In J. van den Akker, W. Kuiper, & U. Hameyer (Eds.), Curriculum landscapes and trends. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, S. 1–10.

Perspektiven naturwissenschaftlicher Bildung in Kindergarten und Grundschule

Andreas Niggler, Peter Holl

In den vergangenen Jahren ist an den Pädagogischen Hochschulen sowie in Initiativen lokaler Bildungsnetzwerke ein deutlich gesteigertes Angebot für Weiterbildung im naturkundlich technischen Bereich des Sachunterrichts zu verzeichnen. Grund hierfür sind nicht zuletzt zahlreiche Publikationen und Bücher namhafter DidaktikerInnen aus dem naturwissenschaftlichen Bereich wie Gisela Lück, Kornelia Möller und Roswitha Greinstetter, die sehr eindrucksvoll die mittlerweile hinlänglich bekannte Tatsache verdeutlichen, dass Kinder bereits im Vorschulalter ein großes Interesse an der Natur und naturwissenschaftlichen Fragestellungen zeigen. Kinder im Vor- und Grundschulalter sind hochgradig wissbegierig und können bereits im Vorschulalter ein großes naturwissenschaftliches Verständnis bzw. Teilkompetenzen des wissenschaftlichen Denkens entwickeln (Möller 2009), wie der Lehrgang „Transition“ an der KPH Graz deutlich zeigt. Bemängelt werden jedoch oftmals fehlende altersadäquate Angebote sowie die Unbrauchbarkeit der fertigen Erklärungen für naturwissenschaftliche Phänomene.



Abb. 1: Forschendes Lernen im Sachunterricht

Wie soll Sachunterricht aussehen?

Kornelia Möller regt daher an, dass die Basis für naturwissenschaftliches Lernen auf Scientific Literacy beruhen sollte, d.h. sich nicht nur auf die im engeren Sinne naturwissenschaftlichen Bereiche zu beschränken, sondern auch technische, soziale und gesellschaftliche Aspekte von Natur-

Mag. Andreas Niggler und Peter Holl unterrichten an der KPH Graz und PH Steiermark im Bereich Sachunterricht und Biologie.

wissenschaften zu berücksichtigen.

Und genau hier liegt die Chance und die Herausforderung für den Sachunterricht in der Grundschule, nämlich in der Vernetzung nicht nur aller sechs Erfahrungs- und Lernbereiche, sondern auch mit anderen Fachbereichen wie Sprache, Mathematik, Werkunterricht, Neue Medien, etc., um gemeinsam diesen Erkenntnissen und Erfordernissen im Sinne eines zeitgemäßen und kompetenzorientierten Unterrichts gerecht zu werden.

Als erste Konsequenz für die praktische Arbeit im Sachunterricht scheint daher von grundlegender Bedeutung zu sein, zu hinterfragen, wie Kinder die technische Welt und ihre unmittelbare Umwelt erleben und wahrnehmen. Technik ist den Kindern nämlich nicht fremd, schließlich begegnet sie ihnen überall im täglichen Leben, jedoch oftmals in hochkomplexer Form, was ihnen insgesamt einen aktiven und verstehenden Zugang erschwert.

Doch genau hier kommt den PädagogInnen im Kindergarten und in der Grundschule die natürliche Neugier und Wissbegier der Kinder sowie deren Bedürfnis, Fragen zu stellen, zu Gute. Und damit sind wir mitten im sogenannten Forschenden Lernen. Forschendes Lernen knüpft an der aktuellen und unmittelbaren Lebenswelt der Kinder an, was den Lernstoff spannender und erfahrbarer macht und zusätzlich den Forschergeist bei den SchülerInnen weckt. Ziel ist es, dass sie Vermutungen anstellen und über selbständiges Forschen und Experimentieren verschiedene Lösungsmöglichkeiten suchen und entwickeln können, um schlussendlich zu eigenen aussagekräftigen Ergebnissen zu gelangen.

Eine der Hauptaufgaben von PädagogInnen muss also sein, entsprechende Rahmenbedingungen für die SchülerInnen zu schaffen, die diesen Voraussetzungen auch entsprechen.

Wie werden Lehrkräfte ausgebildet?

Eine dem Forschenden Lernen gerechte LehrerInnenbildung legt nahe, Studierende umfassend zu informieren, wie notwendig und zielführend aktiver Wissenserwerb durch die unmittelbare Anknüpfung an die Alltagswelt und die Entdeckungsfreude der Kinder ist.

An der Kirchlichen Pädagogischen Hochschule (KPH) in Graz haben wir versucht, aus dieser Erkenntnis – ungeachtet der Tatsache, dass im Rahmen der Curricula der Hochschulen wenig zeitliche Ressourcen zur Verfügung stehen – folgende

zwingende Rahmenbedingungen festzulegen:

- Vermittlung von fundiertem Basiswissen
- Vermehrte praktische Übungsmöglichkeiten
- Wirksamere Einbindung der Neuen Medien
- Vernetzung mit anderen Fachbereichen
- Intensivere didaktische Grundbildung
- Stärkere Koppelung mit der Schulpraxis
- Einschlägiges Fort- und Weiterbildungsangebot

Zu diesen Vor- oder Rahmenbedingungen sind in unserem Curriculum folgende Angebote als Module festgeschrieben:

- Fachwissenschaftliches Fundamentum
- Technik und Natur in Verbindung mit der lebenden Fremdsprache Englisch
- Schnittstelle Natur und Technik
- Wahlpflichtfächer zu den Themen „Gewässergüteprüfung“, „Astronomie“, ...

Jedes dieser Module ist dabei eng mit einer eigens dafür konzipierten Unterrichtspraxis verbunden, um einerseits den Studierenden eine unmittelbare Umsetzungsmöglichkeit zu bieten und andererseits Raum für eine intensive fachliche und methodisch-didaktische Unterstützung bzw. Betreuung zu schaffen.

Die Verbindung bzw. enge Vernetzung mit den Bereichen technisches/textiles Werken, der lebenden Fremdsprache Englisch sowie Neuen Medien verhalf allen Beteiligten Wege zu finden, mehr an praktischen wie auch didaktischen Inhalten aus dem doch sehr geringen Stundenausmaß für die einzelnen Teilbereiche zu extrahieren. Der Einsatz einer zuvor gemeinsam gewählten Lernplattform eröffnet überdies sehr vielfältige Möglichkeiten in der Gestaltung, Zusammenschau und Präsentation der zum Teil im Selbststudium und in Präsenzstunden erarbeiteten Inhalte.

Zum besseren Verständnis der einzelnen Module werfen wir einen Blick auf einige der Teilziele und Organisationsformen innerhalb derselben.

Im „*Fachwissenschaftlichen Fundamentum*“ versuchen wir die für den Grundschulbereich vorgesehenen Inhalte aus Natur und Technik fachwissenschaftlich detailliert aufzuarbeiten, zusammenzufassen, kindgerechte bzw. altersadäquate Beschreibungen zu finden und via Lernplattform allen Beteiligten zugänglich zu machen. Neben der damit verbundenen intensiven Literatur- und Internetrecherche, die anteilsmäßig primär im (angeleiteten) Selbststudium erfolgt, werden in den Präsenzstunden für verschiedene Altersklassen geeignete Handexperimente zu den verschiedenen Teilbereichen zusammengetragen, methodisch-didaktisch aufbereitet, präsentiert und dokumentiert.

Im Modul „*Teaching Science*“ liefert der naturkundlich-technische Bereich Themen und Material, welche im Fachbereich Englisch für den fächerübergreifenden Unterricht aufbereitet werden. Zugrunde liegt das Konzept CLIL (Content and Language Integrated Learning), das Fremdsprachenun-

terrichtet praktisch in allen Fachbereichen, speziell aber im Sachunterricht oder zu sachunterrichtlichen Themen vorzieht. In diesem Zusammenhang werden konkret auch englischsprachige Plattformen aus dem anglikanischen Raum zum Thema Natur und Technik eingesetzt, für die dann sogenannte Webtasks verfasst, präsentiert und kommentiert werden.

Schließlich werden im Modul „*Schnittstellen Natur und Technik*“ in Kooperation mit den Bereichen Textiles und Technisches Werken die Erfolgssysteme der Natur als Vorbild für die moderne Technik fachwissenschaftlich wie praktisch (werktechnisch) erarbeitet – Stichwort *Bionik*.

Die Natur scheint ein geradezu unerschöpfliches Reservoir an genialen – und oft genial einfachen - Lösungen parat zu haben. Die Faszination für Fähigkeiten und Konstruktionen der Natur ist beinahe so alt wie die Menschheit selbst. Mit unserem projektartig organisierten Modul wollen wir uns einerseits diese Faszination zu Nutze machen, sie auf Studierende und damit später auf deren SchülerInnen übertragen, und andererseits Raum für fachwissenschaftliche und werktechnische Inhalte schaffen.



Abb. 2: Verbindung von Sachunterricht mit Werken

An zahlreichen, uns im Alltag begegnenden Beispielen aus der Bionik versuchen wir dieses Ziel umzusetzen, indem im Bereich Werken mit den Studierenden geeignete Werkstücke hergestellt und im Fachbereich Natur und Technik des Sachunterrichts die Betreuung der fachliche Kompo-

nente übernommen sowie didaktische Konzepte der Umsetzung im Unterricht erörtert werden.

Zu guter Letzt und zusätzlich zur Grundausbildung bieten wir den Studierenden der abschließenden Semester im Rahmen von *Wahlpflichtfächern* Möglichkeiten zur Vertiefung in der Konzeption kompetenzorientierter, auf forschendem Lernen beruhender Lehrveranstaltungen, etwa in den Themenbereichen *Gewässergüte* oder *Astronomie*. Ziel der „Gewässergüteprüfung“ ist es, die Natur in ihrer Gesamtheit (Biologie und Physik/Chemie) erlebbar und erfahrbar bzw. die Vernetzungen mit gesellschaftsrelevanten und sozialen Aspekten (z.B. Umweltschutz) bewusst zu machen.



Abb. 3: Gewässergüteuntersuchung

Mit diesem modularen Konzept haben wir versucht, Möglichkeiten und Ressourcen bestmöglich zu organisieren und zu nutzen sowie diese im eigentlichen Sinne einer kompetenzorientierten Erwachsenenbildung effizienter einzusetzen.

Insgesamt lassen sich aus diesen Betrachtungen für uns folgende Zielsetzungen für die Zukunft der LehrerInnenbildung im naturwissenschaftlichen Bereich erkennen:

- Eingehen auf die Schnittstellenproblematik zwischen allen Schultypen und -stufen im Sinne einer erweiterten Zusammenarbeit.
- Vermehrte ganzheitliche fächervernetzende Betrachtung im Sinne der Scientific Literacy.
- Aufwertung von Natur und Technik im Bereich der Curricula der Vor- und Grundschule, in den Lehrbüchern sowie in der Aus-, Fort- und Weiterbildung.

Literatur

- Greinstetter, Roswitha (2008): *Naturwissenschaftliches Experimentieren in der Grundschule*: Eine empirische Studie zu konstruktivistisch orientiertem Lernen und Lehren. Internationaler Verlag Der Wissenschaften.
- Lück, Gisela (2003): Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung. *Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen*. Freiburg: Herder.
- Lück, Gisela (2004): Naturwissenschaften im frühen Kindesalter. In: Fthenakis, Wassilios E.; Oberhuemer, Pamela (Hrsg.): *Frühpädagogik international*. Bildungsqualität im Blickpunkt. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Lück, Gisela (2008): Was blubbert da im Wasserglas? Kinder entdecken Naturphänomene. Mit Illustrationen von Yo Rühmer. 3. Auflage. *Bildungsarbeit praktisch*. Freiburg: Herder.
- Marquardt-Mau, Brunhilde (Hrsg.): *Lernen und kindliche Entwicklung*. Elementarbildung im Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Möller, Kornelia (2009): *Was lernen Kinder über Naturwissenschaften im Elementar- und Primarbereich?* Einige kritische Bemerkungen. In: Lauterbach, Roland; Giest, Hartmut.
- Rohen-Bullerdiek, Corina (2012): *Naturwissenschaftliche Grundbildung im Elementarbereich*, Handreichungen zum Berufseinstieg von Elementar- und KindheitspädagogInnen – Heft B06. UNI Bremen.

„Das große Ziel der Bildung ist nicht Wissen, sondern Handeln!“

Herbert Spencer

Mittelalterlicher Text im Physikunterricht?

Ulrike Doppan

Der erste astronomische Text in deutscher Sprache ist die „Deutsche Sphaera“ des Konrad von Megenberg (1309–1374) ist. Es handelt sich dabei um die Übersetzung des Werks „Sphaera mundi“ von Johannes von Sacrobosco (ca. 1195–ca. 1256), welches bis ins 17. Jhd. das Standardlehrwerk der Astronomie an den Universitäten war. Konrad von Megenberg schrieb die deutsche Übersetzung für astro-

nomisch interessierte Laien des Wiener Hofes. Er bereitet den Text von Johannes von Sacrobosco (Abb. 1) durch eine didaktisch geprägte Fachsprache für seine Leser auf, um Inhalte wie das im Mittelalter herrschende Weltbild oder die Himmelsmechanik zu vermitteln.

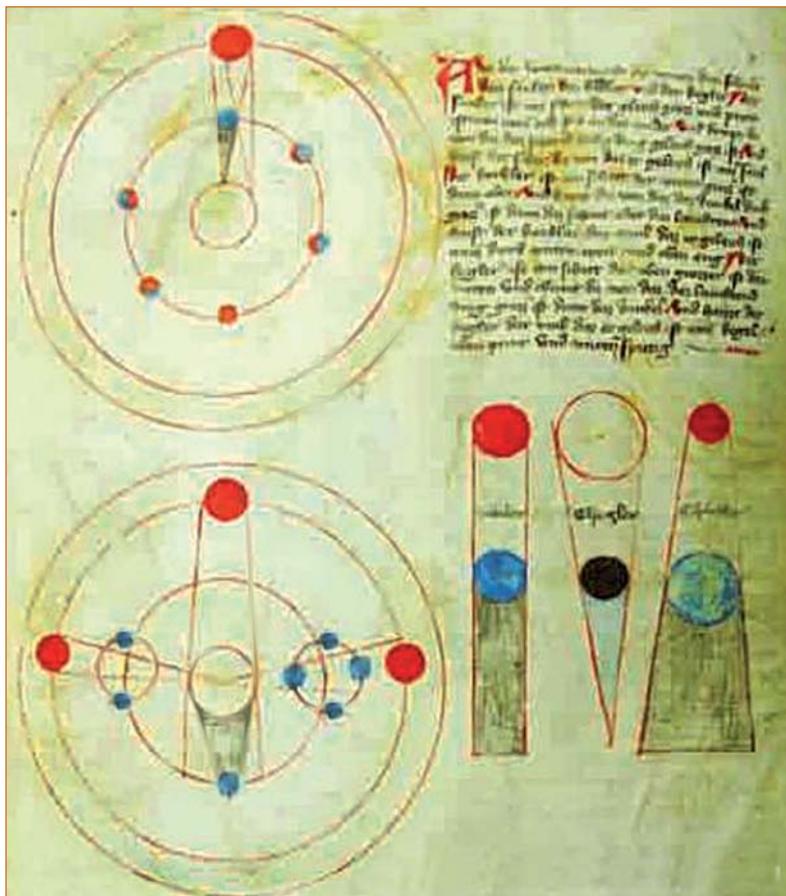


Abb. 1: Seite über Finsternisse aus Sphaera mundi. Johannes Sacrobosco

So aber der mon ist in dem haupt oder in dem zagel des draken oder nahent dapei, und daz geschieht in der samnung des monen mit der sunnen, so mag geschehen, daz der mon kumpt zwischen unser gesicht und zwischen die sunnen.

Und seit der mon an im selber is dikke und tunkel und ist niht durchseinig, so bedekt er uns die clarhait der sunnen. Und so hab wir der sunnen schein geprechen niht also ze versten, daz deu sunne an ir selber kain licht hab, sunder uns gepricht der sunnen licht von dem zwischensatze des monen.

Davon ist uns kunt, daz der sunnen schein geprechen alle zeit schol sein, so der mon neu ist, oder in der samnung des monen mit der sunnen. Du scholt auch prüfen, wenedez monen schein geprech ist, daz der geprech mag geschehen uber daz ertreich, als wir vor gesprochen haben.

Aber so der sunnen schein geprech ist, so ist er neur in ainer wnung oder in etlicher wnung auf erden. Daz geschieht von der anderung der angesichte, die die heut habent an die planeten. Wanne in etlicher wnung haben die leut ain schelch angesicht an die planeten in der selben zeit, in ainer andern wnung habnt si ain reht angesicht an die selben planeten. Darumb verlisten etleich leut der sunnen schein und die andern niht.

Und davon begraif Virgilius hübschleichen und behendic-leichen paider schein geprechen natür in ainer kürzzen und sprach also: „des monen vil geprechen und der sunnen arbeit.“

von Meggenberg, Konrad (1980). Die Deutsche Sphaera. Herg. von Brévert, Francis B. . Tübingen: Niemeyer (=Altdeutsche Textbibliothek 90) S. 59 f.

Abb 2: Textausschnitt

Übersetzung: Bedingung für das Eintreten einer Sonnenfinsternis

Wenn sich aber der Mond im Haupt oder im Schwanz des Drachens oder in der Nähe davon befindet, und es dabei eine Zusammenkunft des Mondes mit der Sonne gibt, so kann es passieren, dass der Mond zwischen unsere Sicht und die Sonne kommt.

Da der Mond selbst massiv sowie dunkel ist und auch nicht durchsichtig, so bedeckt er die Sonne. Die Sonnenfinsternis ist nicht so zu verstehen, dass die Sonne ihr Licht verliert, sondern dass das Licht verschwindet, weil der Mond dazwischen steht.

Es ist bekannt: Sonnenfinsternisse entstehen immer dann, wenn der Mond neu ist und bei der Zusammenkunft des Mondes mit der Sonne. Du sollst

Mag. Ulrike Doppan unterrichtet am BG/BORG HIB Liebenau Deutsch und Physik. E-Mail: ulrike.doppan@gmx.at

auch beobachten, dass bei Mondfinsternis die Verdunkelung durch das vollständige Eindringen in den Schatten der Erde geschieht, wie vorher besprochen.

Kommt es aber zu einer Sonnenfinsternis, dann ist der Mond in einem oder mehreren Gebieten auf der Erde neu. Das geschieht aufgrund der unterschiedlichen/ungleichen Sicht/Perspektive, die die Leute auf die Planeten haben. Wenn auf einigen Gebieten auf der Erde die Leute eine schiefe Sicht auf die Planeten haben, so haben zur gleichen Zeit andere Leute eine gerade Sicht auf dieselben Planeten.

Deshalb verfinstert sich die Sonne für manche und für andere nicht. Virgilius fasst die beiden Naturen treffend zusammen und sprach: „des monen viel geprechen und der sunnen arbeit.“ Beobachte dazu alles in diesem Ebenbild oder in dieser Figur.

Lesen

Lesen muss man können. Das ist eine klare Prämisse der Wissensgesellschaft des 21. Jhds. Um sich im Alltag zurecht zu finden, um sich dem Vergnügen einer fesselnden Lektüre hinzugeben oder um die Aufgabenstellung einer Schularbeit bzw. die Anleitung eines Kochrezeptes zu verstehen – Lesen ist unvermeidbar!

Dass ein kompetenter Umgang mit Texten in der Schule wie auch im Alltag wesentlich ist, spiegelt sich in der Schwerpunktsetzung der PISA Studie 2000, dem Lehrplan sowie dem Kompetenzmodell NAWI 8 wider.

Die Texte des Physikunterrichts sind meist Sachtexte. Ihr Einsatz dient unterschiedlichen didaktischen Absichten der Lehrperson. Einerseits vermitteln Sachtexte Wissen, andererseits regen Sachtexte zum Handeln (z.B. Experimentieren) an oder sie werden zur Sprachförderung im Physikunterricht genutzt. Denn ein Bestreben des Physikunterrichts ist es, die Lernenden mit physikalischer Fachsprache vertraut zu machen, um eine gelingende Beschäftigung mit physikalischen Texten innerhalb und außerhalb der Schule zu ermöglichen.

Die „Deutsche Sphaera“

Aufgrund dieser Anforderung an den Physikunterricht beschäftigte ich mich in meiner Diplomarbeit mit der Frage, ob ein mittelalterlicher physikalischer Text bei den Lernenden Interesse weckt, sodass sich ein solcher Text zur Leseförderung im Physikunterricht eignet. Hierfür verwendete ich zwei Abhandlungen aus dem Werk „Die Deutsche Sphaera“ von Konrad von Megenberg, über die Entstehung von Sonnen- und Mondfinsternissen (Abb. 2 Textausschnitt).

Für beide Texte erstellte ich je eine Unterrichtseinheit, deren Ziele einerseits das Erlernen des physikalischen Inhalts wie andererseits die Förderung der Lesekompetenz waren. Bei der Planung orientierte ich mich an den Grundsätzen von Josef Leisen (vgl. Leisen 2009, Leisen 2010). Die in einer 8. Schulstufe gehaltene Unterrichtseinheit wurde anhand der Erfahrungen beim Unterrichten sowie durch eine Befragung der Lernenden mittels Fragebogen „bewertet“, um die Akzeptanz der Lernenden hinsichtlich des mittelalterlichen Physiktextes zu ermitteln.

Unterrichtseinheit: Ursachen für Sonnenfinsternisse

Eine der beiden Unterrichtseinheiten möchte ich im Folgenden kurz vorstellen. Leisen folgend entschied ich mich für ein gestuftes Vorgehen bezüglich des Sachtextes. Daher wurden am Anfang der Unterrichtsstunde kleine Experimente zu Schatten durchgeführt. Mit zwei unterschiedlich großen Bällen und einer Lichtquelle konnten die Bedingungen für Sonnen- bzw. Mondfinsternisse nachgestellt werden. Diese Phase des Unterrichts sollte das Vorwissen der Lernenden aktivieren wie auch den physikalischen Sachverhalt unmittelbar und auf eine nicht zu abstrakte Weise

präsentieren, um das Lesen des mittelalterlichen Physiktextes vorzubereiten. Anschließend wurden einige Bilder von Sonnenfinsternissen sowie graphische Darstellungen von deren Entstehen gezeigt, um weitere Verständnishilfen zu bieten.

In der nächsten Unterrichtsphase erhielten die Lernenden den Auftrag, sich einen Überblick über den Text zu verschaffen, indem sie ihn überfliegend lasen. Danach wurde ein Wirkungsgespräch geführt, indem die Lernenden einzeln ihren Eindruck zum Text äußerten. Dadurch ergab sich die Möglichkeit abzuschätzen, wie weit ein grobes Textverständnis gegeben war bzw. wie sehr das Mittelhochdeutsch irritierte usw. Um ein besseres Verständnis zu ermöglichen, gab ich einen kurzen Input über Astronomie im Mittelalter und Mittelhochdeutsch. Anhand eines Arbeitsblattes konnten die Lernenden danach die Bedeutungen der besprochenen mittelhochdeutschen Fachbegriffe festigen.

Im folgenden Unterrichtsabschnitt mussten sich die Lernenden am mittelalterlichen Sachtext „abarbeiten“. Mittels eines zweiten Arbeitsblattes wurden ihnen Lesestrategien zur Detailrezeption vorgegeben. Die Lernenden erhielten die Aufgabe, vorgegebene Fragen zum Text schriftlich zu beantworten. Eine weitere Möglichkeit wäre, die Lernenden selbst Fragen an den Text stellen zu lassen. Um diese Aufgaben zu meistern, müssen sie in der Lage sein, Informationen zu finden und von einander abzugrenzen. Die zweite Aufgabe des Arbeitsblattes bestand darin, einen aktuellen Sachtext über Sonnenfinsternisse mit dem mittelalterlichen Sachtext zu vergleichen. Die Lernenden waren aufgefordert, alle Informationen zu unterstreichen, die auch der mittelalterliche Text enthielt. Danach sollten sie noch Fragen hinsichtlich ihrer eigenen Einschätzung bezüglich der Gültigkeit des mittelalterlichen Textes beantworten.

Um den Einsatz des mittelalterlichen Textes abzurunden, wäre eine Verständnisüberprüfung und eine eigene Textproduktion der Lernenden wünschenswert, dafür fehlte die Zeit.

Evaluation

Mittels Fragebogen wollte ich herauszufinden, ob in der Klasse Interesse an Naturphänomenen gegeben war. Gleichzeitig konnten die Lernenden die Unterrichtseinheit im Allgemeinen und den Einsatz des mittelalterlichen Sachtextes im Speziellen beurteilen. Die Lesevorlieben der Lernenden wurden ebenfalls ermittelt.

Die Ergebnisse der Fragebogenauswertung zeigten, dass in der Klasse Interesse am physikalischen Thema Sonnenfinsternis bestand. Die Unterrichtseinheit im Allgemeinen wurde sehr positiv bewertet, der mittelalterliche Text stieß auch auf Interesse. Die Zustimmung für den weiteren Einsatz von mittelalterlichen Texten im Physikunterricht war jedoch eher mittelmäßig. In Bezug auf die Lesevorlieben stellte sich heraus, dass die Schülerinnen und Schüler am

liebsten Liebes- und Fantasieromane lesen. Sachtexte sind wenig beliebt. Meiner Ansicht nach ist das auch der Grund, warum der mittelalterliche Sachtext eher mittelmäßig angenommen wurde. Physiklehrkräfte, die sich allerdings für das Mittelalter und seine Sprache begeistern, und deren Schülerinnen und Schüler können durchaus lustvolle Physikstunden mit den Texten von Konrad erleben.

Lebenslauf Konrad von Megenberg

Konrad von Megenberg ist am 1. Januar 1309 zur Welt gekommen. Er selbst gibt in seiner Schrift „Planctus ecclesiae in Germaniam“ Auskunft darüber. Wo Konrads Geburtsort ist, war lange Zeit umstritten. Dialektologische sowie verschiedene andere wissenschaftliche Untersuchungen ergaben, dass Konrad in Mäbenberg bei Spalt in Mittelfranken das Licht der Welt erblickte. Konrad stammte aus einer verarmten Adelsfamilie und war der ältere von zwei Söhnen. Im Alter von sieben Jahren kam Konrad nach Erfurt, um dort die Schule zu besuchen.

Konrad studierte in Paris, ermöglicht durch eine Anstellung als Lektor am zisterziensischen Kollegium St. Bernhard. Es ist nicht geklärt, wann Konrads Aufenthalt in Paris genau begann und endete – acht Jahre lang lernte und lehrte Konrad in Paris.

Schon in Paris hatte Konrad Kontakte nach Wien geknüpft. Ab dem Jahr 1342 lebte Konrad in der bescheidenen herzoglichen Residenzstadt Wien, die bereits Zentrum des Handels und der Kultur in Österreich war. Konrad leitete

Quellen

Doppan, Ulrike (2013): Ein mittelalterlicher Text im Physikunterricht. Praktische Untersuchung zur Leseförderung anhand des ersten deutschen Astronomietextes. Universität Graz, Diplomarbeit. Download: http://physicbox.uni-graz.at/bibliothek/DA_Doppan_fertig.pdf

Leisen, Josef (2009): Grundlagenteil. In: *Sachtexte lesen im Fachunterricht der Sekundarstufe*. Seelze-Velber: Kallmeyer in Verbindung mit Klett.

Leisen, Josef (2010): Handbuch *Sprachförderung im Fach*. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. Bonn: Varus.

die Stephansschule, wodurch ihm aufgrund eines herzoglichen Privilegs von 1296 das gesamte Schulwesen von Wien unterstand. In Wien beschäftigte sich Konrad hauptsächlich mit den Naturwissenschaften. Wie groß das Ansehen Konrads in Wien war, zeigt sich auch heute noch – in österreichischen Bibliotheken sind mehrere Abschriften seiner Werke überliefert.

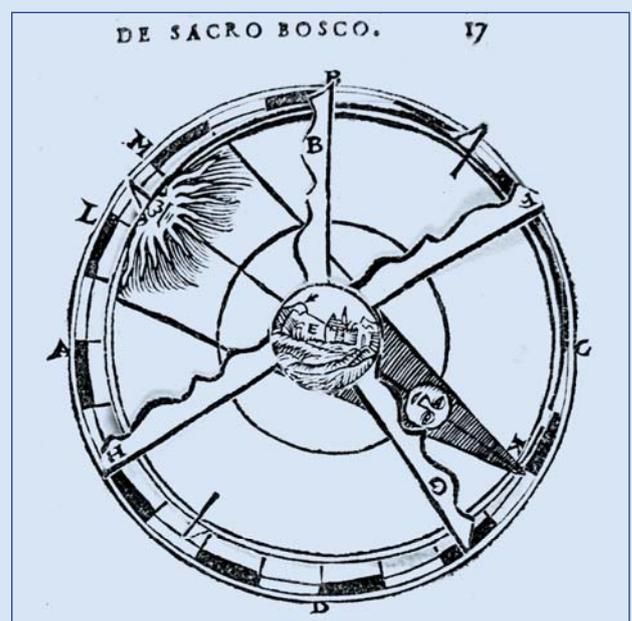
1341 erwarb Konrad von Papst Benedikt XII. eine Anwartschaft auf ein Regensburger Domkanonikat, trotzdem musste er noch einige Zeit aufgrund eines einflussreichen Konkurrenten darauf verzichten. Ab 1348 wurde Konrad von Megenberg Kanoniker am Domstift zu Regensburg.

Aufgrund einer Urkunde von Bischof Konrad von Haimburg, die den Verkauf des von Konrad von Megenberg bewohnten sogenannten Ehrenfelder Hauses regelte, ist das Todesjahr 1374 von Konrad bekannt. Sein Sterbedatum ist nicht gesichert. Das Grab Konrads befindet sich nach Konrads Wunsch in Niedermünster nahe dem Grab des von ihm besonders verehrten hl. Erhard.

Johannes de Sacrobosco (ca. 1195 – ca. 1256)

Über das Leben von Johannes de Sacrobosco ist wenig bekannt. Vielleicht stammte er aus Britannien. Vermutlich im Sommer 1221 kam er an die Universität Paris, wobei unbekannt ist, ob als Student oder als Lehrer. In „De sphaera mundi“ fasste er um das Jahr 1230 das astronomische Wissen des Mittelalters zusammen. Zunächst handschriftlich verbreitet wurde das Werk erstmals 1472 in Ferrara als Incunabel (Wiegendruck) gedruckt, die letzte Auflage im Buchdruck entstand 1673 in Antwerpen. Durch mehr als 400 Jahre bildete sie in Europa das Standardlehrbuch der geozentrischen Astronomie. Ähnlich erfolgreich war sein Mathematiklehrbuch „Algorismus“, in dem er die arabischen Ziffern verwendete und Rechenarten bis zum Wurzelziehen erläuterte. Im „Compositus“ befasste er sich mit den Schwächen des Julianischen Kalenders. Sacrobosco ist um 1256 in Paris gestorben.

(Quelle: Universität Cambridge, Dept. for History and Philosophy of Science: <http://www.hps.cam.ac.uk/starry/sacrobosco.html>)



Papiermodell: Mondesfinsternis veranschaulicht mit drehbaren Teilen in einer Ausgabe (16. Jhd.) von „De sphaera mundi“

Photochemie – Von der Farbigkeit der Stoffe

Ein Vorschlag zur Einbindung in den Chemieunterricht der 8. Klasse AHS

Barbara Enko

Die IUPAC-Definition der Photochemie lautet: „*The term photochemical reaction is generally used to describe a chemical reaction caused by absorption of ultraviolet, visible or infrared radiation*“. Streng genommen ist die Absorption von Licht selbst noch keine chemische Reaktion sondern ein photophysikalischer Vorgang. Jedoch ist die Charakteristik der Lichtabsorption abhängig von der chemischen Struktur der absorbierenden Substanzen. Deshalb die Behandlung der Lichtabsorption und der Farbigkeit der Stoffe im Chemieunterricht durchaus unter dem Titel „*Photochemie*“ im Sinne des Struktur-Eigenschaft-Konzeptes behandelt werden. Im curricularen Anteil des Chemie-Lehrplanes der AHS-Oberstufe kommt die Photochemie nicht explizit vor, jedoch spricht die Behandlung der Thematik inhaltlich zwei Abschnitte an:

Strukturen und Modellbildung: Dieser Bereich betrifft im Kontext der Photochemie den Zusammenhang zwischen der Struktur und der Farbigkeit von Stoffen – die Lichtabsorption wird zwar im Physikunterricht der Oberstufe mit Farbigkeit in Zusammenhang gebracht, es wird aber keine Struktur-Eigenschaftsbeziehung im chemischen Sinn hergestellt, weshalb den SchülerInnen meistens nicht klar ist, warum zwei verschiedenfarbige Stoffe Licht verschiedener Wellenlängen absorbieren.

Stoffumwandlungen und Energetik: Dieser Bereich wird im Chemieunterricht meistens mit der Thematik des Atombaus und der damit verbundenen Flammenfärbung angesprochen, wobei es sich um Lichtemission handelt.

In diesem Artikel wird ein Unterrichtsblock für die 8. Klasse AHS im Umfang von vier Stunden zum Thema „*Photochemie – von der Farbigkeit der Stoffe*“ beschrieben. Der Unterrichtsblock ist eingeteilt in eine Theorie- und eine Praxiseinheit. Dabei werden das Wissen um den Atombau und Molekülaufbau, das Verständnis um die Orbitale als Energieniveaus der Elektronen und grundlegende Fähigkeiten in der praktischen Laborarbeit, wie das korrekte Bedienen einer Pipette, vorausgesetzt.

Theorieeinheit

Die Theorieeinheit behandelt die Lichtabsorption, wobei die Relevanz der Thematik im Kontext der Photosynthese als Energieumwandlungsprozess aufgezeigt wird. Folgende physikalisch-chemische Grundlagen sind Voraussetzung zur Bewältigung der praktischen Aufgaben:

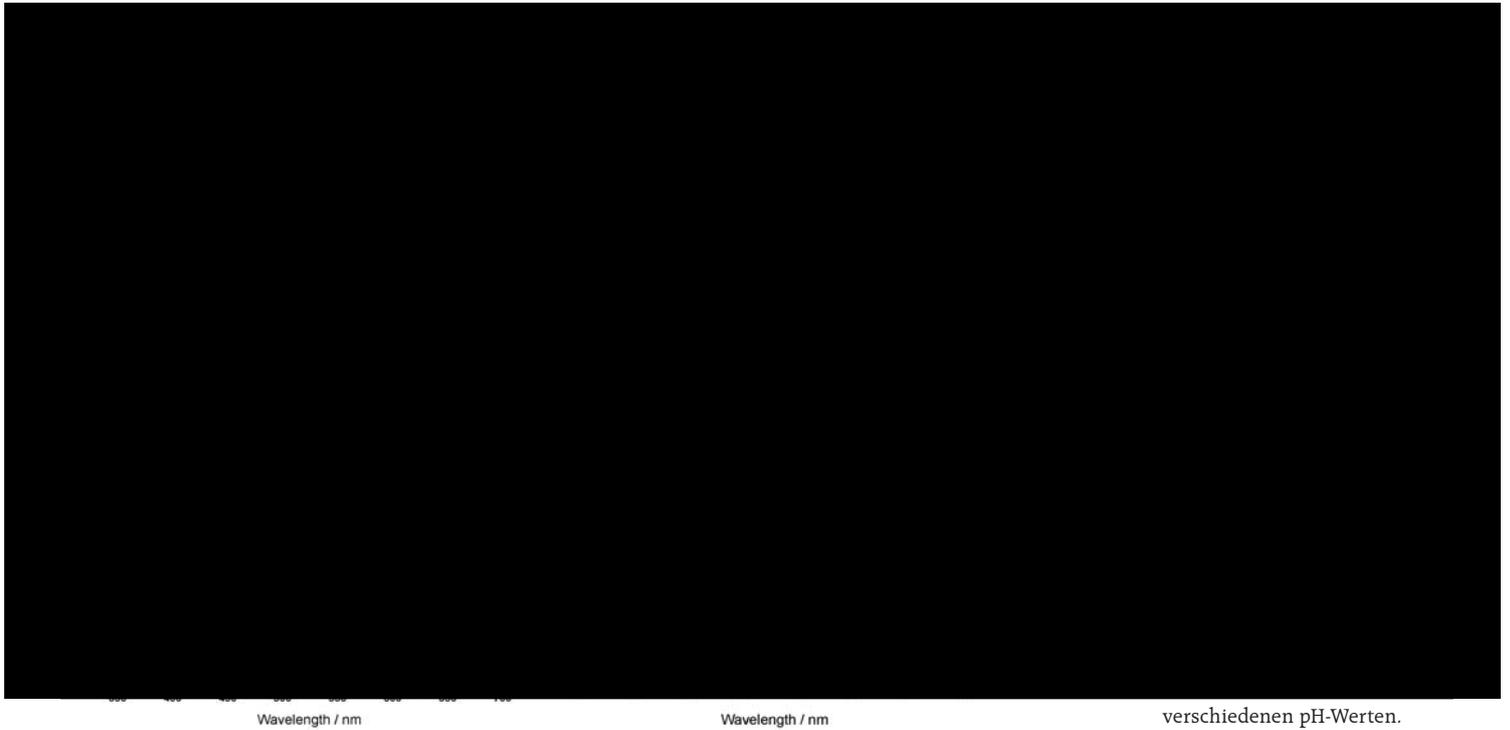
- Energie von Photonen, Energieniveaus der Elektronenorbitale (HOMO-LUMO), Absorptionsvorgang
- Zustandekommen und Interpretation von Absorptionsspektren
- Zusammenhang zwischen Struktur und Absorptionsverhalten organischer Moleküle (konjugierte Doppelbindungssysteme, Wirkung von Elektronendonatoren und –akzeptoren als Substituenten eines konjugierten Systems)

Praxiseinheit

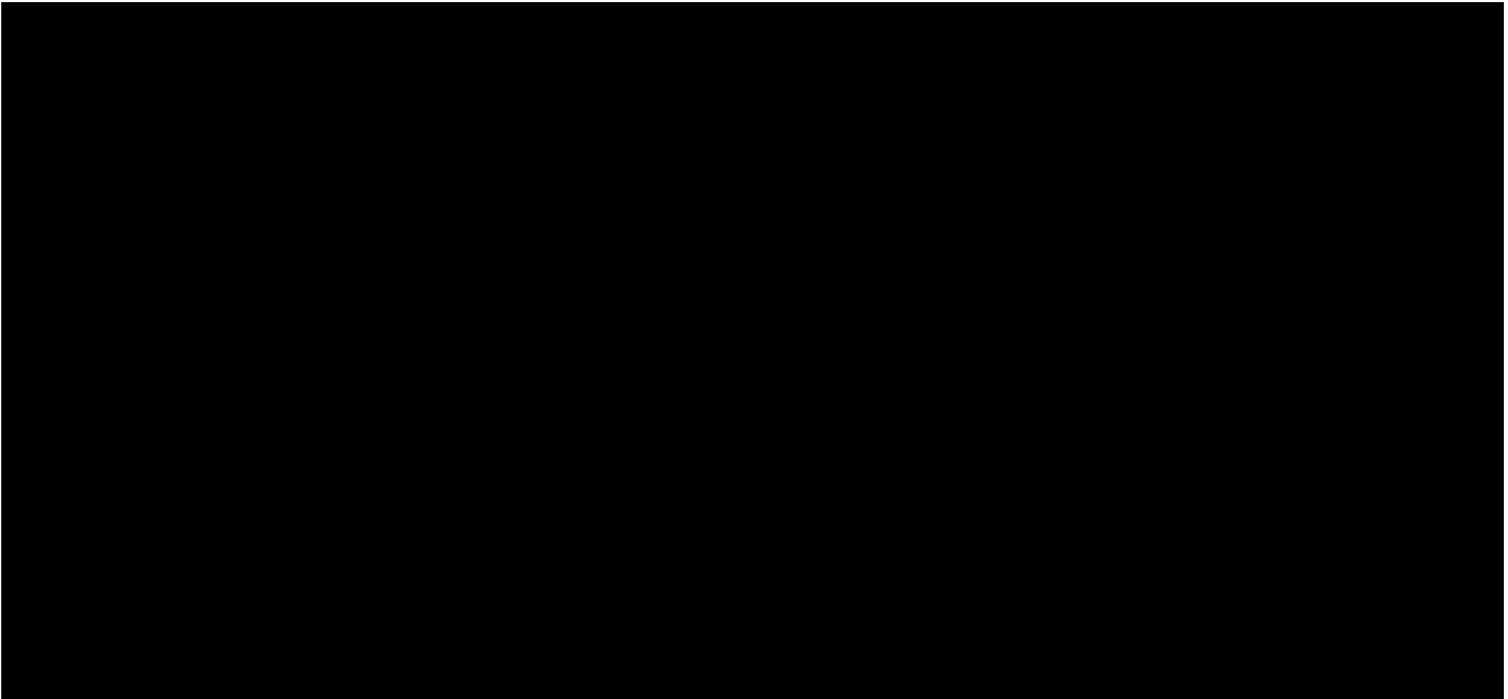
Die Farbe des Rotkohls (Blaukrauts) kommt durch die Farbstoffklasse der Anthocyanidine (in der Pflanze sind diese an Zucker gebunden und heißen dann Anthocyane) zustande. Das Absorptionsverhalten dieser Farbstoffklasse ist abhängig vom pH-Wert, weil dieser die Struktur des Farbstoffs verändert. Ein Anthocyanidin heißt Cyanidin. Es gibt fünf vom pH-Wert abhängige Strukturen von Cyanidin [1]. Diese Strukturen haben charakteristische Absorptionsmaxima.

Der Arbeitsauftrag an die SchülerInnen lautet: „*Finde heraus, welche Struktur des Cyanidins bei welchem pH Wert vorliegt.*“ Zur Verfügung stehen dazu die Absorptionsspektren und die zugehörigen Strukturen des Cyanidins im Rotkohlsaft bei verschiedenen pH-Werten (Abb. 1). Es ist jedoch unbekannt, welches Spektrum bei welchem pH-Wert aufgenommen wurde.

Zur Bearbeitung des Auftrages wird aus NaOH und HCl eine pH-Reihe hergestellt (was die SchülerInnen selbst machen können oder von der Lehrperson vorbereitet wird) und mit Rotkohlsaft versetzt. Die Aufgabe kann gelöst werden, in dem die Farben der verschiedenen Verdünnungen den Spektren zugeordnet werden.



Auflösung [2]



In Abbildungen 2 und 3 ist gut erkennbar: Je ausgeprägter das konjugierte π -Bindungssystem ist, desto langwelliger (und niedrig-energetischer) ist die Absorption des jeweiligen Cyanidin-Derivates. Besonders deutlich wird dieser Aspekt des Struktur-Eigenschaft-Basiskonzeptes im basischen pH-Bereich, in dem eine Ringöffnung stattfindet und das konjugierte System unterbrochen wird. Der Farbumschlag geht hier von blau über grün nach gelb – das

Absorptionsmaximum des Anhydrobase-Anions (Abb. 3) befindet sich im (niedrigenergetischen) roten Bereich um 600 nm, während das Absorptionsmaximum bei einem $\text{pH} > 8$ im (hochenergetischen) blauen Bereich liegt. Das hoch-konjugierte System hat einen relativ kleinen HOMO-LUMO Abstand, das nicht konjugierte System einen relativ großen, was der strukturelle Grund für die Farbigkeit der Lösungen ist.

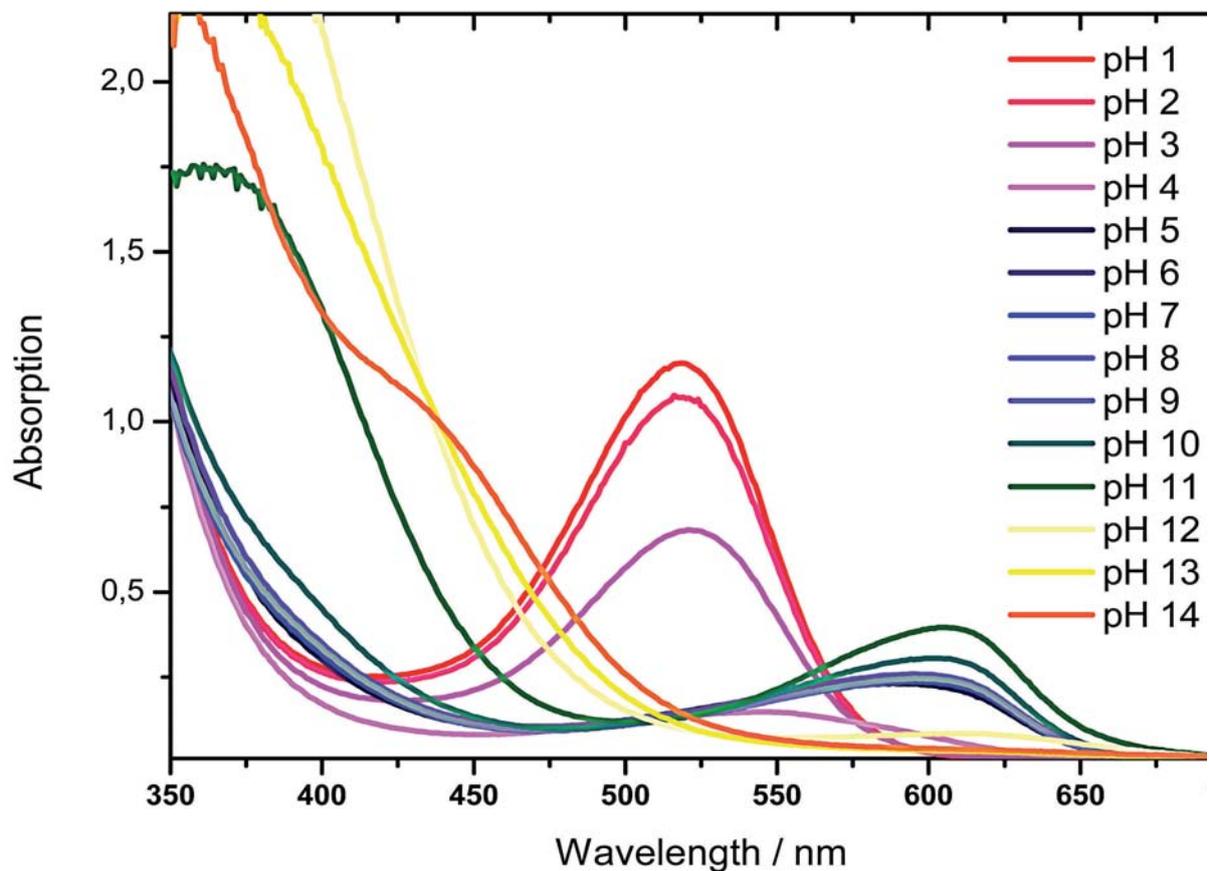


Abb. 3: Absorptionsspektren des Cyanidins bei verschiedenen pH-Werten.

Anhand der von den Schülerinnen und Schülern gelösten Aufgabe wird der Zusammenhang zwischen der Struktur des Cyanidins und der Farbe / Absorptionsspektren der Lösungen noch einmal besprochen, wobei das Struktur-Eigenschaftskonzept besonders hervorgehoben wird.

Anmerkung: Sämtliche Abbildungen sind in kopierfähiger Auflösung in der online-Ausgabe enthalten.

Quellen

- [1] Heyer, Mara, Wittwer Katrin, „*Naturstoffe als Indikatoren*“, Projektarbeit am Institut Dr. Flad (2005/06), <http://www.chf.de/eduthek/projektarbeit-naturstoffe-indikatoren.html#1-8> (Stand: 22.06.2013)
- [2] Lecture Demonstration der University of Massachusetts „*4.9A Natural Acid/Base Indicators: Red Cabbage Juice Extract*“ http://lecturedemos.chem.umass.edu/chemReactions4_9A.html (Stand: 22.06.2013)

Kohlenhydrate im Chemieunterricht

Christina Magdalena Fleiss

Warum das Thema

„Kohlenhydrate im Chemieunterricht“

Nach meinen Erfahrungen aus der eigenen Schulzeit bekommt das Thema Kohlenhydrate im Unterricht nur wenig Aufmerksamkeit. Es wurde uns SchülerInnen nur teilweise und aus theoretischer Sicht näher gebracht. Weiters musste ich feststellen, dass auch noch heute an vielen Schulen im Chemieunterricht dem Thema Kohlenhydrate nur wenig Beachtung geschenkt wird. Der Lehrstoff über Kohlenhydrate wird hier wiederum nur zum Teil theoretisch vermittelt und ein Bezug zur Praxis, wie das Experimentieren, ist im Unterricht kaum gegeben. Auch die Möglichkeit, mehr über die Bedeutung und Nutzung dieser Verbindungen in unterschiedlichen Gebieten zu erfahren, wird den SchülerInnen dadurch verwehrt. Das hat zur Folge, dass ihnen der Bezug zum Alltag regelrecht versperrt wird und sich ihr Interesse darüber nur in Grenzen halten kann und sie ihre Neugier verlieren.

Ziele

Es ist mir ein großes Anliegen, dass man dem Lehrstoff Kohlenhydrate mehr Beachtung in der Schule schenkt. Diese Arbeit könnte Anreiz und Unterstützung für Lehrende sein, neue Ideen in ihren Unterricht einzubauen. Zudem ist es mir noch wichtig, dass die SchülerInnen von diesem recht weitgreifenden Themengebiet nicht nur den chemischen Aspekt wie z.B. Aufbau, Eigenschaften und chemische Reaktionen der Kohlenhydrate kennen lernen, sondern ihnen auch ein Bezug zum Alltag geboten wird, um mehr Aufmerksamkeit und mehr Interesse zu erreichen. Es würden sich Fragen wie "Warum schmeckt Brot süß, wenn man es länger kaut?" oder „Warum ist Cola nicht gleich Cola light?“ als interessante Einstiege in das Thema Kohlenhydrate anbieten. Das Thema Kohlenhydrate eignet sich aufgrund seiner vielseitigen Verbindungsmöglichkeiten mit anderen Bereichen besonders gut für ein fächerübergreifendes Lernen. So kann z.B. die Chemie hervorragend mit Biologie oder Sport verbunden werden.

Vor allem um die SchülerInnen bei Laune zu halten, aber auch ihr Interesse für den Chemieunterricht zu wecken, dürfen in der Kohlenhydratchemie chemische Experimente nicht fehlen. Ein wichtiges Kriterium für die Auswahl der Versuche in meiner Arbeit ist, dass dazu Materialien ver-

wendet werden, die in fast jedem Haushalt vorhanden sind. Damit gelingt eine gute Verbindung zum Alltag, die noch verstärkt wird, indem die SchülerInnen ihre Materialien selbst von zu Hause mitzunehmen, um mit diesen im Unterricht zu experimentieren. Die SchülerInnen erfahren, wo Kohlenhydrate enthalten sind und in welchen unterschiedlichen Formen, Produkten bzw. Stoffen sie zu finden sind. Da die Kohlenhydrate ein sehr umfangreiches Gebiet darstellen und einen großen Bezug zum Lebensumfeld der SchülerInnen haben, können sie dazu beitragen, einen großen Bereich an Allgemeinwissen der SchülerInnen abzudecken.

Inhalt der Arbeit

Die Kohlenhydratchemie ist ein sehr umfangreiches Thema und spielt in vielen Bereichen, wie z.B. Ernährung, Sport, Medizin, Ökonomie, eine Rolle. Aus diesem Grund musste ich mich in der Arbeit auf gewisse Themen beschränken. Der theoretische Teil beinhaltet eine Einführung, in welcher die allgemeine Bedeutung von Kohlenhydraten überblicksmäßig dargestellt wird. Danach wird der Begriff Kohlenhydrat und die Klassifizierung der Kohlenhydrate erklärt. Hier werden vor allem die Struktur, die Nomenklatur und wichtige Reaktionen von Monosacchariden erläutert und Di- und Polysaccharide charakterisiert. Anschließend werden einige wichtige Vertreter der Kohlenhydrate aufgelistet und näher beschrieben. Dabei wurden aber nur bestimmte Kohlenhydrate ausgewählt, die in den Versuchen im experimentellen Teil von Bedeutung sind. Weiters werden dann die Funktion von Glucose im Körper und die gesundheitlichen Folgen eines erhöhten Blutzuckerspiegels beschrieben. Außerdem wird auf die Bedeutung und Verwendung von Kohlenhydraten als nachwachsenden Rohstoffen sowie die Herstellung von Bioethanol eingegangen. Danach wird die Bedeutung von Kohlenhydraten im Unterricht kurz erläutert. Darauf folgt der experimentelle Teil. Hier werden im Überblick die Sicherheitsmaßnahmen sowie die Gefahrensymbole erklärt, die für ein sicheres Arbeiten im Labor unerlässlich sind. Im Anschluss daran befindet sich eine große Auswahl an unterschiedlichen Versuchen, die sich speziell für den Chemieunterricht in der Ober- und Unterstufe eignen.

Daraus das folgende Experiment:

Lactosenachweis (Wöhlsche Probe)

Geräte: Erlenmeyerkolben 25 ml oder Reagenzglas, Reagenzglashalter, Bunsenbrenner, Dreifuß, Wärmeschutznetz, Thermometer, Becherglas 250 ml oder große Kristallierschale, Pasteurpipette, Messzylinder 10 ml, Handschuhe

Mag. Christina Fleiss, E-Mail: kiki.fleiss@gmail.com, Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades einer Magistra der Naturwissenschaften an der Karl-Franzens-Universität Graz, Institut für Chemie. BetreuerIn: Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Martin Mittelbach und Mag. Dr. Claudia Reidlinger. Graz, Jänner 2013

Chemikalien: Milchmolke von normaler Vollmilch, Sojamilch und laktosefreier Milch, Natronlauge (32%ig) [1], Ammoniaklösung (25%ig) [1], Essigsäure (25%ig) [1]

Durchführung:

Herstellung der Milchmolke: Zu 100 ml Vollmilch wird die vierfache Menge Wasser hinzugefügt. Zu diesem Wasser-Milch-Gemisch kommen tropfenweise unter ständigem Rühren 10 ml der 25%igen Essigsäure hinzu, bis eine deutliche Ausflockung erfolgt. Danach wird die Lösung filtriert. Das erhaltene Filtrat (Molke) wird für den Lactosenachweis weiterverwendet. [2]

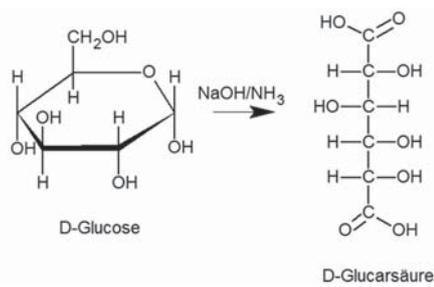
Es werden ca. 0,6 g Natriumhydroxidplättchen auf 5 ml mit Wasser aufgefüllt und gelöst. Dann werden 5 ml der Milchmolkeproben in jeweils einen Erlenmeyerkolben überführt und mit 5 Tropfen Natronlauge und 3 ml Ammoniaklösung versetzt. Danach werden diese Proben im Wasserbad für eine halbe Stunde bei einer Temperatur von 60 C° erhitzt. [3]

Beobachtung: Die Probe mit der Vollmilch färbt sich rot (rechts), die Sojamilchprobe wird farblos (links) und die laktosefreie Milch wird leicht orange (Mitte) (siehe Abb.1).



Abb. 1: Vergleich der unterschiedlichen Milchsorten

Erklärung: Lactose besteht aus einem D-Galactosemolekül und einem D-Glucosemolekül, die β -1,4-glykosidisch miteinander verknüpft sind. [4] Durch das Kochen im Wasserbad mit NaOH und NH₃ erfolgt eine hydrolytische Spaltung von Lactose in D-Glucose und D-Galactose. [5] Die D-Glucose



wird anschließend zur D-Glucarsäure (siehe Abb. 2) oxidiert.

Abb. 2: Oxidation von D-Glucose zu D-Glucarsäure

Der weitere Reaktionsmechanismus ist ungeklärt, wahrscheinlich wird die D-Galactose zur Schleimsäure (Meso-Galactarsäure) oxidiert (siehe Abb. 3). [6]

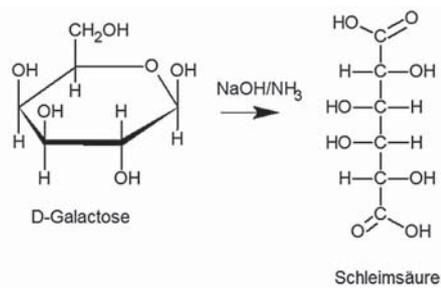


Abb. 3: Oxidation von D-Galactose zu Schleimsäure

Durch Reaktion mit Ammoniak reagiert diese in weiterer Folge vermutlich zu Pyrrol und Pyrrolrot. [7, 8, 9]

Da Vollmilch eine Rotfärbung aufweist, ist der Test auf Lactose (oder Galactose) positiv. Die Farbreaktion der laktosefreien Milch zeigt eine leichte Orangefärbung. Daraus ist zu schließen, dass in dieser Galactose enthalten ist. Bei laktosefreier Milch wird Lactose in Glucose und Galactose enzymatisch gespalten. Sojamilch zeigt keine Farbveränderung und enthält somit keine Lactose und auch nicht deren Spaltprodukte. [5, 8]

Entsorgung: Die Lösungen werden mit Wasser verdünnt und in den Abfluss geschüttet.

Schulrelevanz: Dieser Versuch eignet sich hervorragend zum Nachweis von Lactose bzw. Galactose. Durch Verwendung von Vollmilch, Sojamilch und laktosefreier Milch wird damit gut veranschaulicht, dass sich die drei Milchsorten deutlich unterscheiden. Zudem stellt die Verwendung von Lebensmitteln einen guten Bezug zum Alltag her, da in unserer Gesellschaft Lactoseintoleranz häufig auftritt. Da dieser Versuch zeitaufwändiger ist, empfiehlt er sich besonders für das Wahlpflichtfach Chemie.

Quellen:

- [1] Streiff, H. J.: *Sicherer Umgang mit Chemikalien*. Ergänzung zu den Chemielehrmitteln von H. J. Streiff für die Sekundarstufe, Zürich: Lehrmittelverlag des Kantons, 2009, S. 30-31.
- [2] Grob, Peter: *Einfache Schulversuche zur Lebensmittelchemie*. Unterrichtshilfen Naturwissenschaften, 3., überarbeitete und erweiterte Auflage, Köln: Aulis-Verlag Deubner und Co KG, 2000, S. 74-76.
- [3] Grob, Peter: *Einfache Schulversuche zur Lebensmittelchemie*. Unterrichtshilfen Naturwissenschaften, 3., überarbeitete und erweiterte Auflage, Köln: Aulis-Verlag Deubner und Co KG, 2000, S. 65-66.
- [4] Beyer, Hans / Walter, Wolfgang: *Lehrbuch der organischen Chemie*, 24., überarbeitete Auflage, Stuttgart-Leipzig: S. Hirzel Verlag, 2004, S. 482-483.
- [5] Schunk, Axel: Wöhlsche Probe, 2012, online unter: <http://www.axel-schunk.de/experiment/edm1211.html> [12.06.2012].
- [6] Just, Manfred / Hradetzky, Albert: *Chemische Schulexperimente*, Frankfurt/M: Verlag Harri Deutsch, 1978, S. 332.
- [7] Mohr, Christian Björn: Die Fichtenspanreaktion nach Runge, o. J., <http://www.staff.uni-mainz.de/willi/arbeitsgemeinschaften/chemie/pyrrol.htm> [12.06.2012].
- [8] Holleman, A. F. / Schuler, Leonhard: *Einfache Versuche auf dem Gebiet der organischen Chemie*, Berlin: Verlag de Gruyter und Co 1960, S. 153-154.
- [9] Klages, Friedrich: *Lehrbuch der organischen Chemie*, Band 1/2: Stickstoff- und andere Nichtmetallverbindungen, metallorganische Verbindungen, cyclische Verbindungen u.a., Berlin: Walter de Gruyter, o. J., S. 891.

Emulsionen aus dem Alltag

Einfache Analyse auf Wasser- und Fettanteil

Helga Voglhuber

Bekanntlich sind Experimente mit Produkten, die den Schülern/innen aus dem Alltag bekannt sind, sehr beliebt. Salben, Cremes, Lotionen, fettreduzierte Margarinearten, Sprühsahne, Soßen usw. haben durch den Alltagsbezug eine hohe Schüler- und Schülerinnenrelevanz.

Im folgenden Abschnitt soll eine analytische Vorgangsweise vorgestellt werden, um einfach und schnell Emulsionen aus dem Alltag auf deren Wasser- bzw. Fettgehalt grob quantitativ zu untersuchen.

Zum Einstieg in die experimentelle Einheit sei vorweg eine fachliche Kurzinformation über Emulsionsarten dargestellt. In den Emulsionen¹⁾ sind zwei nicht miteinander mischbare oder lösliche Flüssigkeiten ineinander zerteilt (dispergiert). Neben Wasser werden als lipophile Substanzen im pharmazeutischen Bereich Paraffinöle, „fette“ Öle oder andere lipophile Flüssigkeiten, im Lebensmittelsektor Speiseöle und Speisefette verwendet. In der Emulsionskurzbezeichnung bedeutet W die hydrophile Phase, O die lipophile Phase.

O/W bedeutet Öl in Wasser Emulsion. Das Wasser ist der „Hauptträger“, das Dispergiermittel, in dem Lipidtröpfchen eingebettet sind, welche die innere disperse Phase bilden. Die Öltröpfchengröße kann 1 μm betragen, aber auch kleiner sein. O/W Emulsionen sind mit Wasser abwaschbar, lassen sich mit Wasser verdünnen, nicht aber mit Öl. Als Hautpflegeprodukt erzeugen sie keinen Fettfilm und ziehen rasch in die Haut ein. Im Lebensmittelsektor stellen z.B. Milch, Mayonnaise, Schlag- und Kochsahne diesen Emulsionstyp dar.

W/O bedeutet Wasser in Öl Emulsion. Das Öl ist der „Hauptträger“, das Dispergiermittel, kleine Wassertröpfchen sind darin dispergiert. Solche pharmazeutischen Produkte fühlen sich „fett“ an, ziehen langsam in die Haut ein, hinterlassen einen Fettglanz, sind mit Öl, aber nicht mit Wasser mischbar und folglich auch nicht mit Wasser abwaschbar.

Im Lebensmittelsektor können z.B. Diätmargarinearten mit unterschiedlichen Wasseranteilen in der Fettphase²⁾ zu den W/O Emulsionen gezählt werden. Ohne Emulgatoren ist eine stabile Emulsion nicht möglich. Emulgatoren sind

amphiphile Substanzen³⁾ und folglich aufgrund der Molekülstruktur in der Lage, sowohl mit Wasser als auch mit Öl in Verbindung zu treten. Überwiegt der hydrophile Strukturteil im Emulgator, so ist er bevorzugt im Wasser löslich. Überwiegt hingegen der lipophile Strukturteil⁴⁾, so erfolgt die bevorzugte Löslichkeit im Öl. Demnach ist die Wahl des Emulgators entscheidend für die Herstellung einer W/O oder einer O/W Emulsion. Überwiegen die lipophilen Gruppen im Emulgator, so erhält man eine W/O Emulsion, überwiegen die hydrophilen Gruppen, so ist eine O/W Emulsion herstellbar. Zu hohe Erwärmung lässt die Emulsionen wieder aufbrechen.

Im Pharmaziebereich werden bereits fertige Salbengrundlagen verwendet, die je nach Rezeptur des Arztes weiter verarbeitet werden. Entscheidend ist auch, ob der miteingearbeitete Wirkstoff hydrophil oder lipophil ist. Für pflegende Arzneiformen bzw. Körperpflegemittel gibt es spezielle Arten von O/W bzw. W/O-Emulsionsgrundlagen.

Ultrabas

W/O Emulsionsgrundlage mit 30 % Wasser, 70 % Fett, nicht ionogen, nicht konserviert. Durch intensives Rühren bei Raumtemperatur können bis 35 % Wasser eingearbeitet werden, wobei W/O Salben resultieren. Fettkomponenten können bis 40 % eingebracht werden. Ultrabas ist selbstkonservierend, was durch den hohen Dispersitätsgrad bedingt ist. Die Tröpfchen der Wasserphase haben einen Durchmesser von 1 μm , sodass eventuell eingebrachte Keime nicht eindringen können und absterben. Der hohe Dispersitätsgrad wird durch Erhitzen über 25 °C aufgehoben.

Ultrasicc

O/W Emulsionsgrundlage mit 30 % Fett, 70 % Wasser, konserviert mit Paraben⁵⁾, ionogen. Daher gibt es Inkompatibilitäten mit Säuren, Basen und Salzen. Auf Wasserzusatz entstehen bis 50 % stabile O/W Cremes, darüber hinaus instabile Mischungen. Freifließende Milchverdünnungen

1) Vgl.: GRAF, E.; BEYER, Chr.: Propädeutische Arzneiformenlehre; Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart 1993; S 30

2) becel®, Du-darfst® und viele andere

Dr. Helga Voglhuber, Pädagogische Hochschule Kärnten – Viktor Frankl Hochschule, Klagenfurt, E-Mail: helga.voglhuber@ph-kaernten.ac.at

3) Ein Molekül ist amphiphil, wenn es sowohl ein hydrophiles als auch ein hydrophobes Strukturelement aufweist. Ein einfaches Beispiel wäre Spülmittel.

4) Vgl.: ELSÄSSER, S.: *Körperpflegekunde und Kosmetik*; Springer Verlag; S 123 f

5) Ester der para-Hydroxybenzoesäure (kurz PHB-Ester); antimikrobielle und fungizide Wirkung

bilden sich erst bei sehr hohen Verdünnungen, sodass ein Fettanteil von unter 9 % resultiert, welcher therapeutisch uninteressant ist. Fettkomponenten können bis 20 % ebenfalls unter Bildung von O/W Cremes eingearbeitet werden.

Ultraphil

Ambiphile Grundlage (wie auch Decoderm und Cordes RK) mit 40 % Wasser, 60 % Fett, konserviert mit Benzylalkohol und ionogen. Mit 10 % Wasser entstehen ambiphile Cremes⁶⁾, darüber O/W Milchen (Vorteil: es kommt zu einer starken Viskositätsverringern bei geringem Wasserzusatz – es entstehen fettreiche flüssige Zubereitungen). Es können maximal 20 % Wasser bzw. 70 % Fett eingearbeitet werden wobei O/W Milchen bzw. W/O Salben entstehen.

Ultralip

Einphasenfettsalbe. Sie enthält keine Emulgatoren, ist nicht konserviert und nimmt kaum Wasser auf.

Methoden zur Bestimmung des Emulsionstyps

Verdünnungsmethode

Diese Methode beruht auf der Mischbarkeit der O/W Emulsion mit Wasser. An einer W/O Emulsion perlt Wasser ab. Nivea® ist eine W/O Emulsion, Tagescremen sind O/W Emulsionen.

Farbstoffmethode

In der Literatur^{7), 8)} werden zur Erkennung der O/W bzw. W/O Emulsionen der hydrophile Farbstoff Methylenblau und der lipophile Farbstoff Sudanrot angeführt. Beide Farbstoffe sind für den Einsatz im Schülerlabor nicht unbedenklich, daher ungeeignet. Sudanrot und Methylenblau können aber leicht durch hydrophile Ostereier- oder Lebensmittel-farben sowie durch lipophile Kerzenwachsfarben⁹⁾ ersetzt werden. Aus Gründen der Vereinfachung genügt aber durchaus der Einsatz einer Farbstoffart, z.B. der hydrophilen Ostereier- oder Lebensmittelfarbe, da durch das Lösungsverhalten in einer Emulsionsprobe eindeutige Rückschlüsse auf den Emulsionstyp bzw. auf die ungefähre Fett- und Wasserzusammensetzung des zu untersuchenden Produktes gezogen werden können.

6) Ambiphile Cremes stellen weder eine reine O/W noch eine reine W/O-Emulsionen dar. Sie sind fetter als O/W Emulsionen. Fett- und Wasserphase sind etwa gleich groß. Daher werden sie zuweilen auch als „überfette“ Cremes bezeichnet. Sie können sowohl mit Wasser als auch mit Fett weiterverührt werden.
Vgl.: <http://www.pta-aktuell.de/praxis/news/2929-Salbengrundlagen-Teil-II/> (Letztzugriff: 14.6.2013)

7) Vgl.: SOMMER, K.; PFEIFER, P.; REISS, J.; *Praktische Alltagschemie*; Aulis Verlag 2011; S 165

8) Vgl. http://www.chids.de/dachs/expvotr/550Galenik_Stilgebauer_Scan.pdf (Letztzugriff 15.6.2013)

9) In Bastelgeschäften zum Einfärben von flüssigem Kerzenwachs

Versetzt man kleine Emulsionsmengen mit ein paar¹⁰⁾ Körnchen roter Ostereierfarbe, so löst sich je nach Wassergehalt der Emulsion die Ostereierfarbe in unterschiedlich roter Intensität¹¹⁾. Liegt eine reine Fettphase vor, so sind die kleinen roten, ungelösten Ostereierfarbstoffkörnchen erkennbar. Zur besseren Sichtbarmachung der Farbstoffteilchen kann eine Lupe herangezogen werden. Diese Durchführung kann mit lipophiler Kerzenwachsfarbe wiederholt werden^{12), 13)}. Zwecks besserer optischer Unterscheidbarkeit empfiehlt es sich, bei der Kerzenwachsfarbe eine andere Wahl zu treffen, z.B. blau (Abb. 1).

Leitfähigkeitsmethode¹⁴⁾

Eine O/W Emulsion zeigt elektrische Leitfähigkeit infolge der kontinuierlichen Wasserphase. Die W/O Emulsion hat keinen elektrolytischen Charakter, da Öl als kontinuierliche Phase vorliegt und nicht Strom leiten kann. Diese Methode kann auch zur Untersuchung der Emulsionsstabilität herangezogen werden. Emulsionen sind physikalisch-chemisch betrachtet instabil, sie sind metastabil. Instabile Emulsionen haben zur Folge, dass sich die Ölphase nach oben absetzt. In der darunter liegenden Wasserphase steigt die Leitfähigkeit an.

Gemessen wird die Leitfähigkeit der Emulsionsproben, die man in kleine Schälchen gibt, mit einem Leitfähigkeitsstab (oder Kohleelektroden) bei ca. 10 – 15 V Wechselspannung. Das Amperemeter soll auf den Stromstärkenmessbereich von 1 mA ~ eingestellt werden.



Abb. 1: Emulsionsanalyse mit roter Ostereierfarbe
Links: Diätmargarine mit hohem Wasseranteil
Rechts: Ceres® reines Palmfett

10) Das ist für das Gelingen eines brauchbaren analytischen Ergebnisses sehr wichtig. Größere Mengen, also ein paar Körnchen zu viel, können die analytischen Ergebnisse verfälschen!

11) Zu O/W Emulsionen mit eher geringem lipophilen Anteil gehören z.B. Handcremen oder Körperlotionen

12) Die zu untersuchenden Emulsionsproben sollten nicht zu alt sein, denn in Aufbewahrungsdosen können speziell die O/W Emulsionen Wasser anziehen

13) Die genaue Durchführung siehe Arbeitsblätter

14) Vgl.: SOMMER, K.; PFEIFER, P.; REISS, J.; *Praktische Alltagschemie*; Aulis Verlag 2011; S 166

Arbeitsblatt: **Unterscheidung von W/O und O/W-Emulsionen in Körperpflegemitteln**

Arbeitsauftrag:

Vor dir liegen verschiedene Körperpflegemittel in Form von O/W und W/O Emulsionen. Ordne den Proben mittels der Farbstoffmethode den entsprechenden Emulsionstyp zu. Zur Verfügung stehen rote Ostereierfarbe und blaue Kerzenwachsfarbe.

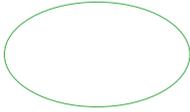
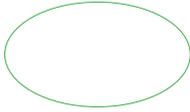
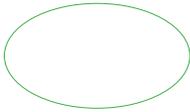
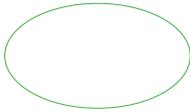
Materialien:

Foliertes Blatt (oder weißer Teller), Körpercreme (z.B. Nivea), Handcreme, Vaseline, Hautpflegemittel nach Wahl, Zahnstocher oder Glasstab, Lebensmittelfarbe rot; die Lebensmittelfarbe¹⁵⁾ in ein Schnappdeckelglas füllen und mit einem Stück dünnen Polyamidstrumpfstück und Gummiband verschließen (als Farbstoffstreuer einsetzbar).

Durchführung:

- Auf das folierte Blatt die Kosmetika in kleinen Portionen auftragen (ca. 1-2 cm³)
- Mit dem Schnappdeckelglas als Farbstoffstreuer ein wenig Farbe auf die Proben streuen¹⁶⁾
- Ca. eine Minute einwirken lassen und anschließend mit dem Zahnstocher oder Glasstab umrühren
- Gut beobachten und das Ergebnis in die Zeichenvorlage eintragen

Beobachtungen/Ergebnisse:  **Zeichne deine Ergebnisse mit Farbe ein!**

	Nivea		Handcreme
A		B	
	Vaseline		Produkt nach Wahl
C		D	

Deutung der Ergebnisse:

Da ich weiß, dass die rote Lebensmittelfarbe im Wasser im Fett löslich ist, kann ich aus der Färbung der Lebensmittelprouben Folgendes schließen:

Deutung der Ergebnisse in die Felder A, B, C, D eintragen

	Nivea		Handcreme
A		B	
	Vaseline		Produkt nach Wahl
C		D	

Reine Fettprobe ist: _____

Folgende Proben sind Emulsionen: _____

Die Emulsion(en) _____ ist/sind vom Typ O/W

Die Emulsion(en) _____ ist/sind vom Typ W/O

Weiterführende Arbeitsaufträge:

- Wie würden deine experimentellen Ergebnisse ausfallen, bei Verwendung von Kerzenwachsfarbe statt Lebensmittelfarbe? Plane das Experiment zur Überprüfung deiner Vermutungen!
- Wie würden deine experimentellen Ergebnisse ausfallen, wenn du ein wenig Ostereierfarbe und Kerzenwachsfarbe auf die Proben streuen würdest? Plane das Experiment zur Überprüfung deiner Vermutungen!

15) vgl.: SCHUNK, A., NITSCHKE, E.; *Energie aus Lebensmitteln* (Seite 28); In: Praxis der Naturwissenschaften Chemie; Heft 61, Jahrgang 2012

16) Statt des Farbstoffstreuers kann man auch ein wenig Farbe auf den Stiel des Kunststofflöffels geben und nicht zu viel Farbe auf die Proben streuen.

Arbeitsblatt: **Untersuchung von Speisefetten auf den Wasser- und Fettgehalt**

Arbeitsauftrag:

Stelle grobquantitativ den Wasser- bzw. Fettanteil der vorgelegten Speisefettproben mittel der Farbstoffmethode fest. Zur Verfügung steht rote Ostereierfarbe.

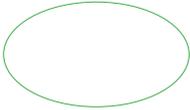
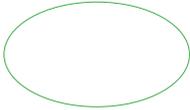
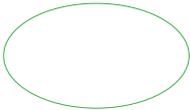
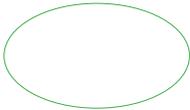
Materialien:

Foliertes Blatt (oder weißer Teller), Margarine, Butter, verschiedene Diätmargarinen, Bratfett Ceres®, Zahnstocher oder Glasstab, rote Lebensmittelfarbe im Schnappdeckelglas (als Farbstoffstreuer).

Durchführung:

- Auf das folierte Blatt die Butter und Margarinearten in kleinen Portionen auftragen (ca. 1-2 cm³)
- Mit dem Schnappdeckelglas als Farbstoffstreuer ein wenig Farbe auf die Proben streuen¹⁷⁾
- Ca. eine Minute einwirken lassen und anschließend mit dem Zahnstocher oder Glasstab umrühren
- Gut beobachten und das Ergebnis in die Zeichenvorlage eintragen

Beobachtungen/Ergebnisse:  **Zeichne deine Ergebnisse mit Farbe ein!**

Butter		Diätmargarine	
A		B	
Margarine		Bratfett/Ceres®	
C		D	

Deutung der Ergebnisse:

Da ich weiß, dass die rote Lebensmittelfarbe im Wasser im Fett löslich ist, kann ich aus der Färbung der Lebensmittelproben Folgendes schließen:
Deutung der Ergebnisse in die Felder A, B, C, D eintragen

Butter		Diätmargarine	
A		B	
Margarine		Bratfett/Ceres®	
C		D	

Reine Fettprobe ist: _____

Folgende Proben sind Emulsionen: _____

Die Emulsion(en) _____ ist/sind vom Typ O/W

Die Emulsion(en) _____ ist/sind vom Typ W/O

Welche Beschaffenheit muss ein Brat- bzw. Kochfett haben? Warum ist nicht jedes Speisefett dafür geeignet?

Weiterführende Arbeitsaufträge:

- Wie würden deine experimentellen Ergebnisse ausfallen, bei Verwendung von Kerzenwachsfarbe statt Lebensmittelfarbe? Plane das Experiment zur Überprüfung deiner Vermutungen!
- Wie würden deine experimentellen Ergebnisse ausfallen, wenn du ein wenig Ostereierfarbe und Kerzenwachsfarbe auf die Proben streuen würdest? Plane das Experiment zur Überprüfung deiner Vermutungen!

17) Statt des Farbstoffstreuers kann man auch ein wenig Farbe auf den Stiel des Kunststofflöffels geben und nicht zu viel Farbe auf die Proben streuen.

Fachdidaktischer Kommentar

Der Unterricht gewinnt durch den Einsatz von Alltagsprodukten an Authentizität. Die angeführten Experimente können nach unterschiedlichen didaktisch-methodischen Konzeptionen erfolgen¹⁸⁾

Schülerexperiment in Sinne

- des Nacharbeitens einer Versuchsvorschrift
- anwendungsorientierter Aufgaben
- problemlösenden Experimentierens

18) Vgl.: Sommer, K.; Pfeifer, P.; Reiß, J.; *Praktische Alltagschemie*; Aulis Verlag 2011; S 14

Basiskonzepte

Stoff-Teilchen, Struktur-Eigenschaften und Energiekonzept

Neben der Inhaltsdimension passend zum Lehrbereich „Chemie und Leben“ ist der Handlungsdimension ein weiterer Spielraum gegeben:

- **Wissen organisieren:**
Recherchieren, Darstellen und Kommunizieren
- **Erkenntnisse gewinnen:**
Fragen, Untersuchen, Interpretieren
- **Konsequenzen ziehen:**
Bewerten, Entscheiden, Handeln

Kompetenzmodell zu Emulsionen im Alltag (experimenteller Bereich)

Fachwissen	Erkenntnisgewinn	Kommunikation	Bewertung
<p>Struktur und Aufbau von hydrophilen, lipophilen und amphilen Verbindungen</p> <p>Arten und Wirksamkeit der Emulgatoren</p> <p>Emulsionsarten</p>	<p>Polare und unpolare Verbindungen im strukturellen Aufbau unterscheiden können</p> <p>Analysen durchführen, Ergebnisse interpretieren und klassifizieren</p>	<p>Produkte des Alltags und experimentelle Ergebnisse untereinander vergleichen</p> <p>Dokumentation der Ergebnisse</p> <p>Auflistung von Supermarktprodukten bezüglich Ernährung und Kosmetik</p>	<p>Emulsionen des Alltags erkennen und ihre Bedeutung zuordnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sinn und Unsinn von fettreichen und fettreduzierten Brotaufstrichen darstellen • Bedeutung der Emulsionstypen im kosmetischen und pharmazeutischen Hautpflegebereich erkennen

Literatur

Graf, E; Beyer, Ch.; *Propädeutische Arzneiformenlehre*; Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft

Elsässer, S.; *Körperpflegekunde und Kosmetik*; Springer Verlag

Sommer, K. Pfeifer, P.; Reller, A.; *Fettreduzierte Brotaufstriche*; In: *Chemie in unserer Zeit* 2002/2; S 90 ff; Wiley VCH

Sommer, K.; Pfeifer, P.; Reiß, J.; *Praktische Alltagschemie*; Aulis Verlag 2011

Umbach, W.; *Kosmetik*; Thieme 1995

Vogelhuber, H.; *Emulsionen aus dem Alltag* – schnell auf den Wasser und Fettanteil analysiert; In: *Chemie&Schule* (3) 2009; Verlagszeitschrift des VCÖ; Seeham/Salzburg; wS 16-18

Das AECC Chemie stellt sich vor

Simone Abels, Gerhard Kern, Brigitte Koliander, Günter Lautner,
Anja Lembens und Rosina Steininger

Das Österreichische Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie (Austrian Educational Competence Centre Chemistry, AECC Chemistry) wurde 2005 mittels einer Anschubfinanzierung des damaligen Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur an der Universität Wien eingerichtet. Inzwischen fest in der Organisationsstruktur der Universität Wien verankert, erfüllen die MitarbeiterInnen des AECC Chemie zahlreiche Aufgaben in den Bereichen fachdidaktische Forschung und Entwicklung sowie in der Aus- und Fortbildung von ChemielehrerInnen. Geleitet wird das AECC Chemie seit 2008 von Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens.

Seit 2011 befindet sich das AECC Chemie in der Porzellan-
gasse 4/2 (2. Stock) im 9. Bezirk Wiens.
Das Engagement des AECC Chemie spiegelt sich in regionalen und nationalen Aktivitäten, wobei eine zunehmend engere Vernetzung mit WissenschaftlerInnen und LehrerInnen auch jenseits der klassischen Fachgrenzen hinaus aufgebaut wird. Es wird ein reger Austausch mit internationalen WissenschaftlerInnen gepflegt. Das AECC Chemie ist außerdem wichtiger Impulsgeber für die Vernetzung der Fachdidaktik Chemie und die Vernetzung aller Fachdidaktiken in Österreich.

In diesem Artikel erfahren Sie, welchen Kernaufgaben sich das AECC widmet und welche Personen für diese Aufgaben zuständig sind.

Die Kernaufgaben

Das AECC Chemie arbeitet an der Schnittstelle von Schule und Universität und ist sowohl für regionale als auch für nationale Aufgaben zuständig (Abb. 1 und <http://aecc.univie.ac.at/>).

Die Kernaufgaben des AECC Chemie liegen im Bereich Forschung, Dissemination sowie Aus- und Weiterbildung. Über alle drei Bereiche hinweg streben wir eine dichte Vernetzung mit anderen WissenschaftlerInnen und LehrerInnen an.

Um eine Vernetzung der Fachdidaktiken innerhalb Österreichs zu ermöglichen, wurde

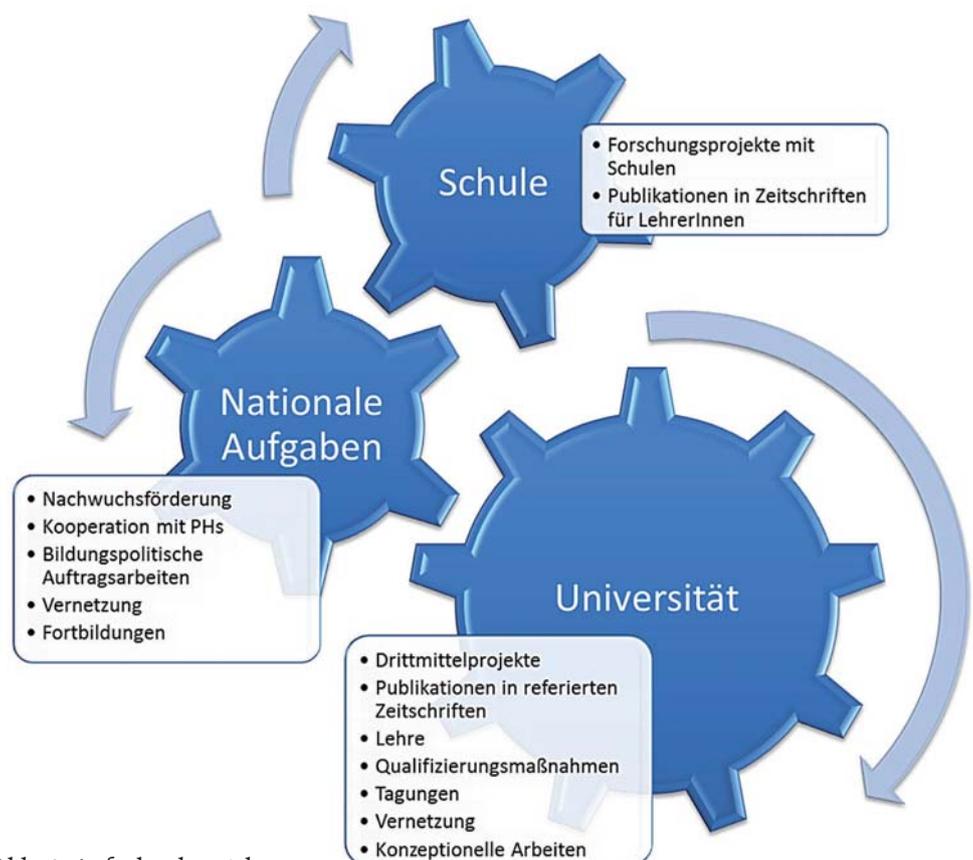


Abb. 1: Aufgabenbereiche des AECC Chemie

2012 das Forum Österreichischer ChemiedidaktikerInnen gegründet, welches Gründungsmitglied der im selben Jahr gegründeten Österreichischen Gesellschaft für Fachdidaktik (ÖGFD) ist. Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens war bei der Anbahnung dieser Gründungen maßgeblich engagiert und ist Vorsitzende der ÖGFD.

Am 23.09.2013 fand im Rahmen der IMST-Tagung das erste Symposium der ÖGFD statt (<http://oegfd.univie.ac.at/>). Die AkteurInnen der Fachdidaktik Chemie vernetzten sich beim Fachdidaktik-Tag am 24.09.2013 ebenfalls im Rahmen der IMST-Tagung.

Chemiedidaktik-Treffen / IMST-Fachdidaktik-Tag

Seit 2006 sind MitarbeiterInnen des AECC Chemie für Organisation und inhaltliche Koordination des Chemiedidaktik-Treffens im Rahmen des Fachdidaktik-Tages an der nahezu alljährlich abgehaltenen IMST-Tagung zuständig. Ziel dieser Treffen ist der Austausch zwischen Personen, die auf unterschiedliche Art mit der Aus- und Fortbildung von ChemielehrerInnen in Österreich betraut sind. In einem sehr weit gefassten Sinn gehören zur Zielgruppe der Chemiedidaktik-Treffen neben forschenden und lehrenden DidaktikerInnen an Universitäten und Pädagogischen Hochschulen auch die für Fortbildungsveranstaltungen Verantwortlichen oder LehrbuchautorInnen, spielen diese doch in der Verbreitung fachdidaktischen Wissens eine wichtige Rolle. Die

Chemiedidaktik-Treffen verstehen sich auch als Ort, an dem gemeinschaftlich visionäre Ideen entwickelt werden.

Aus jüngster Vergangenheit ist das Forum Österreichischer ChemiedidaktikerInnen (FÖChD) zu nennen, das einen losen Zusammenschluss von Personen bezeichnet, denen die Aus- und Fortbildung der ChemielehrerInnen (siehe oben) am Herzen liegt. Das Forum ist Gründungsmitglied der Österreichischen Gesellschaft für Fachdidaktik, die im September 2012 gegründet wurde.

Programm und weitere Informationen zu den Chemiedidaktik-Treffen finden sich auf <https://www.imst.ac.at/tagung>.

Wer sich angesprochen fühlt, aber bisher keine Einladung dazu erhalten hat, wende sich an gerhard.kern@univie.ac.at.

Im Bereich Forschung werden am AECC Chemie international als auch national geförderte Drittmittelprojekte durchgeführt. Zum Beispiel ist die Universität Wien – vertreten durch das AECC Chemie – Partner im EU-Projekt „Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated“ (TEMI) und hat 2012 erfolgreich das Sparkling Science Projekt „Verstehendes Lernen durch Concept Cartoons“, gefördert vom BMWF, abgeschlossen. Außerdem kooperiert das AECC Chemie in einem Comenius-Regio-Projekt mit den Bildungswissenschaften der Universität Wien und der Universität Berlin. Jede/r Mitarbeiter/in hat darüber hinaus ein eigenes Forschungsprojekt in Kooperation mit österreichischen Schulen. Im Artikel „Forschungsprojekte am AECC Chemie“ in diesem Heft können Sie nachlesen, welchen Fragestellungen wir uns konkret widmen und welche Erkenntnisse wir gewinnen möchten bzw. bereits gewinnen konnten.

Die Ergebnisse der Forschungsprojekte werden auf internationalen und nationalen Konferenzen vorgestellt und in referierten wissenschaftlichen Journalen, in Zeitschriften für LehrerInnen, als eingeladene Beiträge in Sammelwerken und in Tagungsbänden veröffentlicht, um die Ergebnisse an die Scientific Community und an LehrerInnen zu kommunizieren. Exemplarisch seien einige für ChemielehrerInnen interessante Publikationen angeführt:

- Lembens, A. (2012). Chemielernen und Gender – Zugänge für ALLE ermöglichen. In IMST Gender_Diversitäten Netzwerk (Hrsg.), Gender_Diversity-Kompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht. Fachdidaktische Anregungen für Lehrerinnen und Lehrer (S. 39-54). Klagenfurt: Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung.
- Abels, S. & Markic, S. (2013; Hrsg.). Diversität und Heterogenität. Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie, Heft Nr. 135.

- Kern, G. & Lembens, A. (2012). Kompetenzorientierter Chemieunterricht in der Praxis. In S. Bernholt (Hrsg.), Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht (S. 310-312). Berlin: LIT-Verlag

- Koliander, B. & Puddu, S. (2011). Experimente zum Thema Energie – vom Kochrezept zum Forschenden Lernen. Chemie und Schule 26(3), 18-21.

- Steininger, R. & Lembens, A. (2013). Warum wird Wein „sauer“? Concept Cartoons als Gesprächsanlässe im kompetenzorientierten Chemieunterricht. Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie, 133, 22-26.

Die Forschungsergebnisse – die eigenen und die der Scientific Community – bilden die Basis für eine forschungsgeleitete Aus- und Weiterbildung. Die MitarbeiterInnen des AECC Chemie sind zum einen zuständig für die fachdidaktische Lehre an der Universität Wien. Alle Lehramtsstudierenden mit dem Unterrichtsfach Chemie absolvieren den fachdidaktischen Anteil ihrer Ausbildung am AECC Chemie. Zum anderen gehören Fortbildungen für ChemielehrerInnen zum Aufgabenbereich. Im Artikel „Fortbildungen unter Beteiligung des AECC Chemie“ in diesem Heft können Sie nachlesen, welche Fortbildungen angeboten werden. Darüber hinaus können Personen am AECC Chemie promovieren oder sich habilitieren. Die wissenschaftliche Nachwuchsförderung zählt ebenfalls zu den Kernaufgaben.

Zusätzlich ist das AECC Chemie für bildungspolitische Auftragsarbeiten zuständig. Dabei geht es z.B. um die Mitgestaltung von Lehrplänen, um die Entwicklung und Evaluation von Bildungsstandards, um das Review des PISA-Rahmenkonzepts für 2015 sowie Reviews von PISA-Aufgaben etc. Diese Arbeiten werden zum Teil vom bifie in Auftrag gegeben.

Das Team des AECC Chemie

Am AECC Chemie arbeiten derzeit acht Personen: eine Universitätsprofessorin, eine Universitätsassistentin (Postdoc) und ein Universitätsassistent (Predoc), drei mitverwendete LehrerInnen (die sich die Werteinheiten einer LehrerInnenstelle teilen), ein Werkvertragsnehmer und eine Sekretärin. Unterstützt wird das Team von einer technischen Assistentin, Ines Hödl, die für alle drei AECCs (Biologie, Chemie und Physik) zuständig ist.



Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens ist seit 2008 die Leiterin des AECC Chemie. Ihre Arbeitsschwerpunkte in Lehre und Forschung liegen in den Bereichen Wissenschaftsverständnis, Natur der Naturwissenschaft / Nature of Science, LehrerInnenprofessionalisierung, Gender und Bildungsstandards.



DI Mag.a Brigitte Koliander unterrichtet seit Herbst 1989 an einer Handelsakademie in Wien und arbeitet seit September 2008 am AECC Chemie als mitverwendete Lehrerin. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Inquiry Learning und Erwartungen von LehrerInnen an Laborunterricht.



Dr. Simone Abels ist seit 2011 Universitätsassistentin (Postdoc) am AECC Chemie. Sie lehrt und forscht schwerpunktmäßig zu den Themen Forschendes Lernen, Umgang mit Diversität, Inklusion, LehrerInnenbildung und Reflexion.



Ing. Mag. Günter Lautner, Bakk. ist seit Oktober 2013 am AECC Chemie als Universitätsassistent (Prädoc) teilzeitbeschäftigt. Zu seinen Schwerpunkten zählen Inquiry-based learning und das EU-Projekt TEMI. Er unterrichtet Chemie und Informatik an einer AHS in Wien.



Dr. Ralf Becker ist Präsident des Verbands der ChemielehrerInnen Österreichs (VCO <http://www.vcoe.or.at/>) und ist in der Ausbildung zukünftiger ChemielehrerInnen am AECC Chemie tätig.



Mag.a Rosina Steininger ist mitverwendete Lehrerin am AECC Chemie. Der Schwerpunkt ihrer Forschungstätigkeit liegt im Bereich Diskutieren und Argumentieren im Chemieunterricht unter Verwendung von Concept Cartoons. Außerdem leitet sie die Fortbildung „Unterrichtswerkstatt Chemie“.



Mag. Gerhard Kern unterrichtet am BG/BRG/BORG Eisenstadt und ist seit 2006 am AECC mitverwendet. Arbeitsschwerpunkte: Mitarbeit an nationalen Entwicklungen (Bildungsstandards, neue Reifeprüfung), Koordinations- und Vernetzungstätigkeiten sowie LehrerInnen-Fortbildung.



Christine Felgenhauer-Neumann ist seit 2011 für das Sekretariat am AECC Chemie zuständig.

Forschungsprojekte am AECC Chemie

Simone Abels, Gerhard Kern, Brigitte Koliander, Günter Lautner,
Anja Lembens und Rosina Steininger

Hier stellen wir Ihnen einige ausgewählte Forschungsprojekte des AECC Chemie vor. Teils sind dies drittmittelgeförderte Projekte, teils gleichzeitig Qualifikationsprojekte der MitarbeiterInnen. Alle Projekte sind relevant für die forschungsbasierte Gestaltung von Aus- und Fortbildung.

Concept Cartoons – ein Sparkling Science Projekt



gefördert vom
bmwfw, Vertrags-
Nr: SPA/03-142

Im zweijährigen Sparkling-Science-Projekt „Verstehendes Lernen durch Concept Cartoons“ haben SchülerInnen gemeinsam mit ihren LehrerInnen zunächst mit Concept Cartoons im Unterricht gearbeitet und schließlich selbst Concept Cartoons entwickelt (zur näheren Erläuterung siehe auch „Fortbildungen unter Beteiligung des AECC Chemie“ in diesem Heft). Die während dieser Zeit gesammelten Daten, allen voran Videoaufzeichnungen der Gruppendiskussionen, liefern die Grundlage des aktuellen Forschungsvorhabens von Mag.a Rosina Steininger, die das Sparkling-Science-Projekt geleitet hat.

Ihr zentrales Ziel ist es, zu untersuchen, wie SchülerInnen sich in die Gruppendiskussionen einbringen, um festzustellen, wie Concept Cartoons im Unterricht wirken. Dazu bedient sie sich des Ansatzes der Grounded Theory (Strauss & Corbin, 1996). Mit Hilfe der Ergebnisse sollen Empfehlungen für Gestaltungskriterien und unterrichtliche Rahmenbedingungen entwickelt werden, um den gewinnbringenden Einsatz von Concept Cartoons zu fördern.

Weitere Informationen unter:

<http://www.sparkling-science.at/de/projekte/505-verstehendes-lernen-durch-concept-cartoons/>

Diversität willkommen heißen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Habilitationsprojekt von Dr. Simone Abels

In Kooperation mit der Inklusiven Wiener Mittelschule Lernwerkstatt Donaustadt soll herausgefunden werden, welche Lernumgebungen besonders geeignet sind, um erfolgreich mit heterogenen Lernvoraussetzungen von SchülerInnen

im naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I umzugehen. Die Ergebnisse sollen anderen Schulen helfen, die bisher noch keine oder wenig Erfahrung im Umgang mit Diversität haben, deren SchülerInnen aber zunehmend heterogenere Lernvoraussetzungen aufweisen.

Alle Schulen sind laut der jeweiligen Lehrpläne und im Rahmen der SQA bzw. QIBB explizit dazu aufgefordert, sich den Herausforderungen bezüglich Gleichstellung und Chancengleichheit vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Veränderungsprozesse zu stellen. Das Projekt ist vom Stadtschulrat Wien genehmigt.

Theoretische Ausgangslage

Herausforderungen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Alle SchülerInnen sollten einen uneingeschränkten Zugang zu Bildung haben und zwar unabhängig vom Migrationshintergrund, sozialen Hintergrund oder einer Behinderung. In der UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderung, die von Österreich am 26. 09. 2008 ratifiziert wurde (<http://www.un.org/disabilities/countries>), wird in Artikel 24, Absatz 1, festgehalten: „States Parties shall ensure an inclusive education system at all levels and lifelong learning“ (United Nations, 2006, S. 16). Die Initiative Inklusion Österreich (2010) fordert entsprechend die Umsetzung der inklusiven Schule. SchülerInnen sollen in ihrem Alltag den respektvollen und konstruktiven Umgang mit Verschiedenheit lernen, damit eine demokratische (Lern-)Kultur möglich ist. Aktive Aushandlungsprozesse, selbstständiges Urteilen und Handeln zu ermöglichen, ist dabei Aufgabe in jedem Fachunterricht (Lembens & Rehm, 2010). Entsprechende Lernumgebungen und Unterstützung müssen also auch im naturwissenschaftlichen Unterricht angeboten werden, damit jedes Kind, gleich welchen Leistungsstandes, bestmöglich gefördert wird. Jede/r soll die Chance haben, eine naturwissenschaftliche Grundbildung zu erwerben, die in unserer modernen und technologischen Welt notwendig ist, um an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen als mündiger Bürger bzw. mündige Bürgerin zu partizipieren (OECD, 2007).

Insbesondere die Unterschiedlichkeit der individuellen Lernvoraussetzungen der SchülerInnen und den produktiven Umgang damit im Fachunterricht sehen viele LehrerInnen als Herausforderung und oft auch Erschwernis des Berufs (Max-Planck-Institut für Bildungsforschung Berlin, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften Kiel, & Humboldt-Universität Berlin, 1997). Viele LehrerInnen an

Regelschulen empfinden außerdem laut österreichischem Bildungsbericht, dass „die Heterogenität der Schüler/innen in den Klassen immer größer würde“ (Altrichter, Trautmann, Wischer, Sommerauer, & Doppler, 2009, S. 341). Die Zahlen aus dem aktuellen Bildungsbericht zeigen, dass der Einsatz individualisierender und differenzierender Maßnahmen steigt, aber hier noch Entwicklungsbedarf besteht (Bruneforth & Lassnigg, 2012). Der Umgang mit Unterschiedlichkeit bzw. Diversität¹⁾ ist eine der größten Herausforderungen in europäischen Schulen. Insbesondere ab der Sekundarstufe I gibt es großen Handlungsbedarf (Meijer, 2010).

Ziel des Forschungsprojekts

Um LehrerInnen in dieser Hinsicht Unterstützung anzubieten, ist das Forschungsprojekt von Simone Abels als explorative Studie angelegt. Das Ziel ist, Lernumgebungen zu beobachten und zu beschreiben, in denen die Diversität der SchülerInnen willkommen geheißen wird und mehr als Gewinn denn als Problem betrachtet wird. Es sollen Gelingensbedingungen und „next practice“ Beispiele herausgearbeitet werden, die anderen LehrerInnen und auch bildungspolitisch Orientierung bei der Gestaltung des Unterrichts in heterogenen Schulklassen bieten.

Forschungsdesign

Folgende Fragen sind im Projekt handlungsleitend:

- Was sind die individuellen Lernvoraussetzungen der SchülerInnen im Naturwissenschafts- bzw. im Chemieunterricht? (Es wird auf fachliche, methodische, soziale und personale Kompetenzen geachtet.)
- Wie sind die Lernumgebungen und die Unterrichtspraxis gestaltet? Wie sieht das LehrerInnenhandeln aus? In welche Schulkultur ist das Lernen und Lehren eingebettet?
- Welche Lernumgebungen eignen sich, um die Diversität der Klasse willkommen zu heißen?

Das Forschungsdesign stützt sich vorrangig auf qualitative Forschungsmethoden. Das heißt, es werden vor allem Beobachtungen mittels Videoaufnahmen durchgeführt und Interviews geführt. Um die Beobachtungen zu strukturieren, wird das Reformed Teaching Observation Protocol (RTOP) verwendet (Piburn & Sawada, 2000). Dabei soll der bestehende Ablauf in den Klassen so wenig wie möglich beeinflusst werden und so wenige Ressourcen wie möglich der betei-

1) Der Begriff der Diversität wird hier bevorzugt verwendet, da er im Gegensatz zu Heterogenität eine Vielfalt willkommen heißende und Vielfalt als Gewinn betrachtende Sichtweise impliziert (Sliwka, 2010). Diversität meint dabei folgende Dimensionen: Ethnizität, soziale Herkunft, Alter, Religion, Gender, sexuelle Orientierung, Rolle in der Gruppe sowie geistige und körperliche Fähigkeiten. Diese Dimensionen können wiederum Motivation, kognitive und sprachliche Leistungen, Interesse, Vorwissen, Lernstil etc. beeinflussen (Bohl, Bönsch, Trautmann, & Wischer, 2012; Krell, Riedmüller, Sieben, & Vinz, 2007). Jede Dimension kann in jedem Fach präsent sein und beeinflusst den Umgang von LehrerInnen mit SchülerInnen bzw. von SchülerInnen untereinander.

igten LehrerInnen beansprucht werden. Die Forscherin hat sich dem Datengeheimnis verpflichtet.

Rahmenbedingungen

Da Simone Abels Sonderpädagogin ist, in Chemiedidaktik promoviert hat und nun an dieser Schnittstelle am Österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie der Universität Wien habilitieren möchte, liegt der Fokus des Projekts auf Naturwissenschafts- bzw. Chemieunterricht der Sekundarstufe I und auf Formaten wie z.B. Lernwerkstatt.

Das Projekt ist auf zwei Jahre angelegt und hat mit Beginn des Schuljahres 2013/2014 begonnen. Es ist geplant, mit weiteren Lehrerinnen bzw. Lehrern zusammenzuarbeiten und eine oder maximal zwei Klassen pro Schule zu begleiten. Wenn Sie als LehrerIn Interesse haben, am Forschungsprojekt mitzuarbeiten, schreiben Sie gern eine E-Mail an simone.abels@univie.ac.at.

Inquiry Lernen in der Schule unter Einbindung von SchülerInnen als ForscherInnen

Forschungsprojekt von DI Mag. Brigitte Koliander

In diesem Pilotprojekt werden SchülerInnen des Erzbischöflichen Gymnasiums in Hollabrunn als Co-ForscherInnen in ein Forschungsprojekt des AECC Chemie zum Thema Inquiry eingebunden. Die SchülerInnen beobachten jüngere SchülerInnen beim Experimentieren und führen mit diesen anschließend halbstrukturierte Interviews durch.

Es soll folgenden Fragen nachgegangen werden:

- Welche Aktivitäten führen SchülerInnen während des Experimentierens durch?
- Was erfahren die SchülerInnen als besonders aktivierend, unter welchen Bedingungen sind sie bereit, sich engagiert am Experimentieren zu beteiligen?
- Gibt es hier Zusammenhänge zum Grad der Offenheit des Inquiry?
- Wie beschreiben sie ihren eigenen Lernfortschritt und wie unterscheidet sich dies von den Lernzielen, die die Lehrperson für diese Einheit formuliert?

An folgenden Schritten sind die forschenden SchülerInnen beteiligt:

1. Sie entwickeln mit der Forscherin einen Beobachtungsbogen für den Grad der Offenheit von Inquiry-based Science Education (Blanchard et al., 2010) und die Aktivitäten der beobachteten SchülerInnen (Millar, Tibergien & Le Marechal, 2002), sowie einen Interviewleitfaden, um Einstellungen der beobachteten SchülerInnen zum Experimentieren und ihre Sicht auf ihren Lernfortschritt zu erheben.

2. Sie führen Unterrichtsbeobachtungen und leitfadengestützte Interviews durch.
3. Sie analysieren mit der Forscherin mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring & Gläser-Zikuda, 2008) die Interviews und erstellen Vignetten, die die Aktivitäten unterschiedlicher SchülerInnen mit den im nachfolgenden Interview geäußerten Einstellungen und Erkenntnissen in Zusammenhang bringen.

Die Ergebnisse sollen gemeinsam mit den SchülerInnen in einer LehrerInnenzeitschrift publiziert werden. Das Projekt dient als Pilotstudie für ein größeres Forschungsprojekt, in dem zukünftig auch die Rolle der forschenden SchülerInnen und deren Wissenschaftsverständnis untersucht werden soll.

Comenius-Regio Projekt „Schule inklusive Augenmerkkinder“



Nr. REG-K-BE-
AT-12-27506

Im Projekt „Schule inklusive Augenmerkkinder“ wird die aktive Beziehungsarbeit der PädagogInnen als zentraler Baustein für eine erfolgreiche Lern- und Entwicklungsbegleitung von „Augenmerkkindern“ in einer inklusiven Schule gesehen.

Partner im Projekt sind:

- Universität Wien (Kooperation der Bildungswissenschaften, der LehrerInnenbildung und des AECC Chemie in Person von Dr. Simone Abels)
- Wiener Schulen (Rudolf-Ekstein-Zentrum, Integrative Lernwerkstatt Brigittenau)
- Stadtschulrat für Wien
- Humboldt-Universität Berlin
- Berliner Schulen (Grundschule im Blumenviertel, Picasso Grundschule, Grundschule am Kollwitzplatz, Heinz-Brandt-Schule)

Es wird mittels videobasierter Unterrichtsreflexion erforscht, inwiefern LehrerInnen bereits inklusive und partizipative Momente für Kinder mit besonderem Förderbedarf herstellen und welchen Einfluss aktive Beziehungsarbeit auf erfolgreiche Inklusion hat.

Literatur

- Altrichter, H., Trautmann, M., Wischer, B., Sommerauer, S., & Doppler, B. (2009). Unterrichten in heterogenen Gruppen: Das Qualitätspotenzial von Individualisierung, Differenzierung und Klassenschülerzahl. In W. Specht (Ed.), Nationaler Bildungsbericht Österreich 2009, Band 2: Fokussierte Analysen bildungspolitischer Schwerpunktthemen. Graz: Leykam.
- Blanchard, M., R., Southerland, S., A., Osborne, J., W., Sampson, V., D., Annetta, L., A., & Granger, E., M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability?: A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616.
- Bohl, T., Bönsch, M., Trautmann, M., & Wischer, B. (2012). Binnendifferenzierung. Teil 1: Didaktische Grundlagen und Forschungsergebnisse zur Binnendifferenzierung im Unterricht (Vol. 17). Immenhausen: Prolog.
- Bruneforth, M., & Lassnigg, L. (2012). Nationaler Bildungsbericht Österreich 2012. Band 1. Das Schulsystem im Spiegel von Daten und Indikatoren. Graz: Leykam.
- Initiative Inklusion Österreich [Initiative Inclusion Austria]. (2010). Inklusive Bildung. Gesetzlich verankern – Qualität sichern – weiterentwickeln: http://www.betrifftintegration.at/files/Manifest_Oesterreich.pdf [20.02.2012]
- Krell, G., Riedmüller, B., Sieben, B., & Vinz, D. (2007). Einleitung – Diversity Studies als integrierende Forschungsrichtung. In G. Krell, B. Riedmüller, B. Sieben & D. Vinz (Eds.), *Diversity Studies. Grundlagen und disziplinäre Ansätze*. Frankfurt a. M., New York: Campus.
- Lembens, A., & Rehm, M. (2010). Chemie und Demokratielernen – zwei unvereinbare Welten? In H. Ammerer, R. Krammer & U. Tanzer (Eds.), *Politisches Lernen: Der Beitrag der Unterrichtsfächer zur politischen Bildung* (Vol. 5, pp. 281-302). Innsbruck: Studienverlag.
- Max-Planck-Institut für Bildungsforschung Berlin, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften Kiel, & Humboldt-Universität Berlin. (1997). TIMSS. Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Zusammenfassung deskriptiver Ergebnisse http://www.uni-kassel.de/fb19/chemdid/WIEN_2011/TIMSSII-Broschuere.pdf [09.01.2012]
- Mayring, P., & Gläser-Zikuda, M. (2008). *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*. Weinheim & Basel: Beltz Verlag.
- Meijer, C. J. W. (2010). *Special Needs Education in Europe: Inclusive Policies and Practices*. *Zs. für Inklusion*(2).
- Millar, R., Tiberghien, A., & Le Marechal, J.-F. (2002). Varieties of Labwork: A Way of Profiling Labwork Tasks. In D. Psillos & H. Niedderer (Eds.), *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- OECD. (2007). PISA 2006. Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von Morgen. Kurzzusammenfassung, from <http://www.oecd.org/dataoecd/18/35/39715718.pdf>
- Piburn, M., & Sawada, D. (2000). *Reformed Teaching Observation Protocol (RTOP): Reference Manual*. ACEPT Technical Report IN00-3 <http://www.public.asu.edu/~anton1/AssessArticles/Assessments/Chemistry%20Assessments/RTOP%20Reference%20Manual.pdf> [28.03.2013]
- Śliwka, A. (2010). From homogeneity to diversity in German education. In OECD (Ed.), *Educating Teachers for Diversity: Meeting the Challenge* (pp. 205-217): OECD Publishing.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1996). *Grounded Theory: Grundlagen Qualitativer Sozialforschung*. Weinheim: Beltz, Psychologie Verlags Union.
- United Nations. (2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*. <http://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-e.pdf> [21/02/2012]

FORTBILDUNGEN unter Beteiligung des AECC Chemie

Simone Abels, Gerhard Kern, Brigitte Koliander, Günter Lautner,
Anja Lembens und Rosina Steininger

Dieser Artikel bietet eine Übersicht über die Fortbildungen, die LehrerInnen am AECC Chemie besuchen können. Die Fortbildungen sind forschungsgeleitet gestaltet und basieren auch auf den Erkenntnissen, die in Forschungsprojekten der MitarbeiterInnen des AECC Chemie gewonnen wurden (vgl. „Forschungsprojekte am AECC Chemie“ in diesem Heft).

EU-Projekt „Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated“ (TEMI) (Grant Agreement No. 321403)



Seit 1. Feb. 2013 ist die Universität Wien, vertreten durch das AECC Chemie, Partner im EU-Projekt „Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated“ (TEMI). Koordiniert wird das 3,5 Mio. EUR Projekt von der Queen Mary University in London, England. Leiter ist Univ.-Prof. Peter McOwan. 13 Institutionen aus elf Ländern kooperieren im Projekt.

Die Partner entwickeln gemeinsam ein Konzept für Fortbildungen mit dem Ziel, den Ansatz des Forschenden Lernens unter LehrerInnen und damit in Schulen zu verbreiten. Das Besondere an TEMI ist, dass der Forscherdrang der SchülerInnen durch sogenannte „Mysteries“ geweckt werden soll. Dies sind im weitesten Sinn fragwürdige und unerwartete Phänomene aus dem naturwissenschaftlichen Bereich. Unerwartet deshalb, weil die Phänomene nicht ohne Weiteres mit den üblicherweise im Unterricht gelernten Konzepten erklärt werden können. In den Fortbildungen kooperieren wir mit SchauspielerInnen oder ExpertInnen für Kommunikation. Gemeinsam mit den LehrerInnen wird an Strategien gearbeitet, wie die Phänomene besonders motivierend präsentiert werden können, um eine fragende Haltung bei den SchülerInnen auszulösen.

Die Fortbildungen werden im Februar 2014 im Rahmen der Fortbildungswoche starten. Wenn Sie Interesse haben, an Fortbildungen im Rahmen von TEMI teilzunehmen, schreiben Sie eine E-Mail an guenter.lautner@univie.ac.at.



**Pädagogik
und Fachdidaktik
für LehrerInnen –
Naturwissenschaften (PFL Nawi)**

Diese jeweils über zwei Jahre laufenden Universitätslehrgänge für LehrerInnen werden von interdisziplinär zusammengesetzten Leitungsteams konzipiert und durchgeführt, deren Mitglieder von verschiedenen lehrerInnenbildenden Institutionen stammen. Die organisatorische Struktur ist in drei einwöchige gemeinsame Seminare sowie fünf zweitägige Regionalgruppentreffen gegliedert. Seit 2012 gibt es zusätzlich zum PFL-Nawi für SekundarstufenlehrerInnen auch einen PFL-Nawi für GrundschullehrerInnen.

Die TeilnehmerInnen planen in Abstimmung mit den BetreuerInnen ein Entwicklungsprojekt für den eigenen Unterricht und setzen dieses um. Sie reflektieren ihre Praxis anhand eigener Tagebuchaufzeichnungen, SchülerInneninterviews, Beobachtungen eingeladener KollegInnen usw. und entwickeln daraus neue Handlungsideen. Dadurch dass die Arbeit der TeilnehmerInnen in eine Struktur gegenseitiger Beratung und externer Unterstützung durch WissenschaftlerInnen (auch anderer Universitäten) eingebettet ist, erleben die TeilnehmerInnen eine „professional community“. Die Aktionsforschungsprojekte werden in Form von Studien dokumentiert und über ein WIKI anderen LehrerInnen zugänglich gemacht.

Die Lehrgänge gehen von persönlichen Stärken der TeilnehmerInnen aus und setzen an der Bereitschaft an, neue Erfahrungen zu sammeln, zu dokumentieren und darüber zu kommunizieren. Schwerpunkte sind die Erweiterung des Methodenwissens sowie die Auseinandersetzung mit der Anbahnung und Bewertung von Kompetenzen in allen naturwissenschaftlichen Bereichen wie auch der Aufbau von Kompetenzen zur Beratung und Begleitung von KollegInnen bei kompetenzorientierter Unterrichtsentwicklung. Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens ist Mitglied des Leitungsteams der Nawi-PFL-Lehrgänge und für den chemiedidaktischen Teil verantwortlich.

Weitere Informationen siehe:
<http://pfl.aau.at/pages/philosophie>

Bildungsstandards Chemie

Von 2007 bis 2011 waren MitarbeiterInnen des AECC Chemie zunächst im Auftrag des BMUKK, später des bifie, mit Bildungsstandards für Naturwissenschaften für die achte Schulstufe (vierte Klasse) befasst. In dieser Zeit entstanden ein Kompetenzmodell sowie eine Reihe von Beispielaufgaben, die einerseits zeigen sollen, wie das Kompetenzmodell zu verstehen sei, andererseits aber auch Anregungen

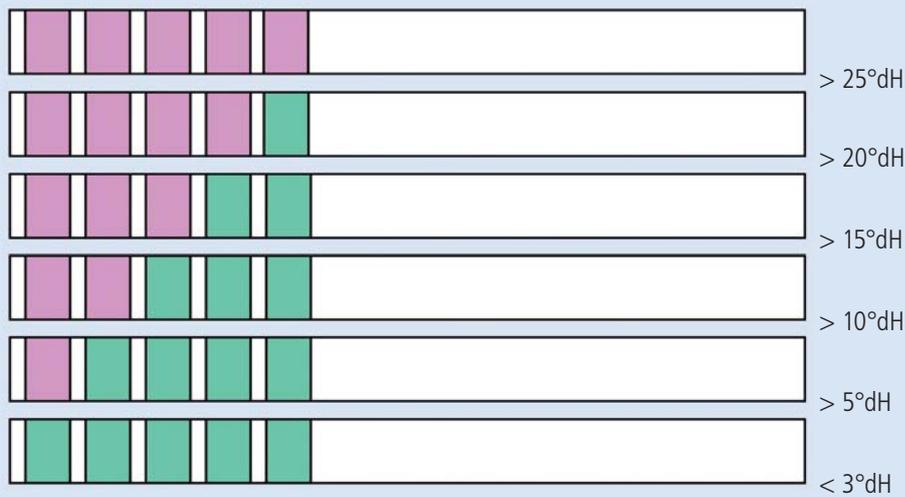
für die Erstellung eigener Aufgaben liefern sollen. Kompetenzmodell und bisher veröffentlichte Aufgaben findet man auf <http://aufgabenpool.bifie.at/nawi/>.

Eine Teilaufgabe sei an dieser Stelle – leicht abgeändert – skizziert:

Wasseruntersuchungen

Kristof und Johanna messen in der Chiestunde die Härte des Leitungswassers in ihrer Heimatgemeinde mit Hilfe von Teststreifen. Dazu muss man den Streifen eine Sekunde lang in das Wasser

eintauchen, das überschüssige Wasser abschütteln und nach einer Minute mit einer Farbkarte vergleichen. Je mehr Felder sich von Grün nach Rosa verfärben, desto härter ist das Wasser.

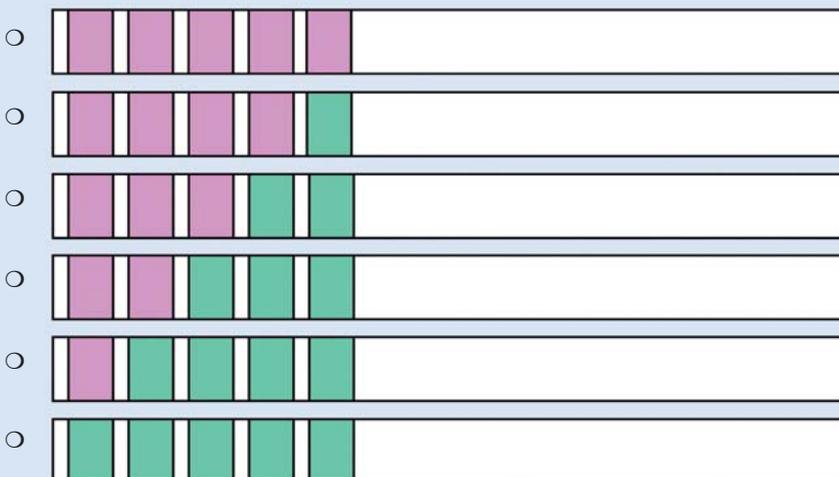


Kristofs Streifen sieht so aus:



a. Welche Aussage über die Härte des untersuchten Wassers ist sinnvoll?

- Das Wasser hat 10 °dH.
- Das Wasser hat 10 °C.
- Das Wasser hat den pH-Wert 10.
- Das Wasser hat einen Härtegrad zwischen 10 °dH und 15 °dH.
- Das Wasser hat den Härtegrad 12,5 °dH.



b. Johanna wohnt in Halbtorn. Sie hat nicht nur das Leitungswasser von zu Hause mitgenommen, sondern auf der Webseite des Wasserleitungsverbandes <http://www.wasserleitungsverband.at/> unter dem Stichwort „Wasserqualität“ nachgesehen, welche Gesamthärte das Wasser in ihrer Heimatgemeinde hat. Hole dir die Daten aus dem Internet, die auch Johanna bekommen hat. Wie wird der Teststreifen nach der Untersuchung dieses Wassers vermutlich aussehen? Kreuze an!

Abb. 2: Beispielaufgabe zur Illustration des Kompetenzmodells

Zuordnung zu den Handlungsdimensionen des Kompetenzmodells:

- a: Ich kann zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben. (E 1)
- b: Ich kann aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen. (W 2)

Obwohl die Bildungsstandards Naturwissenschaften für die achte Schulstufe nicht verordnet sind, ist die Auseinandersetzung damit sinnvoll. Schließlich müssen die SchülerInnen ab dem Maturajahrgang 2015 eine kompetenzorientierte Reifeprüfung ablegen. Viele der dabei geforderten Kompetenzen können bereits in der Unterstufe grundgelegt werden. Die Kompetenzmodelle der Oberstufe bauen im Bereich der Naturwissenschaften auf dem Modell für die Unterstufe auf und erweitern es.

Kompetenzorientierte Aufgaben zur Vorbereitung auf die Reifeprüfung

Im April 2011 wurde dem AECC Chemie der Auftrag erteilt, die Koordination der Arbeit an einer chemiespezifischen Handreichung zur neuen Reifeprüfung zu übernehmen, was etwa ein Jahr später zu einem fertigen Produkt führte (http://www.bmukk.gv.at/medienpool/22323/reifepruefung_ahs_lfch.pdf). Das zu Grunde liegende Kompetenzmodell wurde in Weiterführung des für die achte Schulstufe bereits erstellten Modells von MitarbeiterInnen des AECC Chemie konzipiert und nach Kommentierung durch ChemielehrerInnen aus ganz Österreich überarbeitet. An der Erstellung der Beispielaufgaben arbeiteten KollegInnen aus Wien maßgeblich mit. Auch diese Aufgaben wurden vor der Veröffentlichung einem Peer Review unterzogen.

Fortbildungsveranstaltungen zur neuen Reifeprüfung Chemie in Salzburg (08.11.2012) und Eisenstadt (04.03.2013) hatten auch die Erstellung von Erarbeitungsaufgaben für den Unterricht zum Thema. Weitere Veranstaltungen zur Aufgabenentwicklung sind den Programmen der einzelnen Pädagogischen Hochschulen zu entnehmen.

Im Folgenden ist eine Skizze für eine Unterrichtsaufgabe dargestellt (Abb. 3). Die SchülerInnen bekommen nur die linke Spalte, in der rechten stehen die Deskriptoren der Handlungsdimensionen des Kompetenzmodells (siehe Handreichung http://www.bmukk.gv.at/medienpool/22323/reifepruefung_ahs_lfch.pdf, Seite 6 f. und Tabelle 1):

Entkalken von Haushaltsgeräten

Die 250 g-Packung Citronensäure kostet im Lebensmittelhandel 1,49 €, der 5 L-Kanister Tafelessig (5%) kostet 2,79 €. Zum Entkalken einer Kaffeemaschine kann man 3 Kaffeelöffel (je 5g) Citronensäure in ½ Liter Wasser auflösen und diese Lösung mehrmals durch das Gerät durchlaufen lassen. Danach ist mit Leitungswasser zweimal zu spülen!

a) Welchen pH-Wert hat die Citronensäurelösung, wenn man davon ausgeht, dass nur das erste Proton abgespalten wird? ($pK_{S1} = 3,13$; $pK_{S2} = 4,76$; $pK_{S3} = 6,4$)	WO 4
b) Welche Zahlenwerte nehmen die Hydroniumionenkonzentration und der pH-Wert an, wenn man die halbe Menge (die doppelte Menge) Citronensäure zum gleichen Volumen löst?	WO 2 WO 4
c) Manche Leute entkalken ihre Kaffeemaschine mit Essig. Haushaltssessige weisen Essigsäuregehalte von 5 – 10% auf. Berechnet ein Intervall für die mit unverdünnten Haushaltssessigen erreichbaren pH-Werte! ($K_S(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$. Die Dichte kann mit 1 g/cm^3 angenommen werden.)	EO 2 WO 2 WO 3 KO 4
d) Vergleicht die Essig- mit der Citronensäuremethode! Welche erscheint euch günstiger? Warum?	EO 2 WO 2 WO 3 KO 4
e) Überlegt euch ein einfaches Experiment, mit dem man herausfinden kann, welcher der beiden Kalklöser am effizientesten ist.	EO 3
f) Führt dieses Experiment durch und diskutiert die Ergebnisse!	EO 1 EO 2 EO 4 WO 3 (EO 7) (KO 5)
g) Ist die Entscheidung gerechtfertigt, bei a) nur die erste Dissoziationsstufe der Citronensäure zu berücksichtigen? Begründet!	WO 3 EO 4 KO 5

Abb. 3: Beispiel einer kompetenzorientierten Unterrichtsaufgabe

Ich kann einzeln und im Team ...

WO 2	Daten sowie Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Text, Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, Modell, ...) adressatengerecht darstellen, erläutern und diskutieren.
WO 3	fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren
WO 4	Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten aus anderen Disziplinen heranziehen, um naturwissenschaftliches Wissen zu organisieren.
EO 1	zu naturwissenschaftlichen Fragen, Vermutungen und Problemstellungen eine passende Untersuchung (Beobachtung, Messung, Experiment, ...) durchführen und protokollieren.
EO 2	Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren
EO 3	zu naturwissenschaftlichen Fragen, Vermutungen und Problemstellungen eine passende Untersuchung (Beobachtung, Messung, Experiment, ...) planen.
EO 4	naturwissenschaftliche Modelle verwenden, um Daten und Ergebnisse von Untersuchungen sowie Vorgänge und Zusammenhänge zu erklären
EO 7	die Relevanz von Untersuchungsergebnissen im Hinblick auf eine konkrete Frage, Vermutung oder Problemstellung einschätzen
KO 4	Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen sowie Schlussfolgerungen kritisch hinterfragen und Gründe für deren Annahme oder Verwerfung angeben.
KO 4	einen Problemlöseprozess kritisch reflektieren und gegebenenfalls alternative Strategien entwickeln.

Tabelle 1: Auszug aus dem Kompetenzmodell

Auf Anregung von TeilnehmerInnen am Fachdidaktik-Tag 2012 wurde auf der Lernplattform LMS eine Arbeitsgruppe eingerichtet, mit dem Ziel, einen Pool von kompetenzorientierten Aufgaben für Unterrichtszwecke zu schaffen. Damit der Pool auch wirklich mit Aufgaben gefüllt wird, können nur Personen Zutritt erhalten, die zumindest eine eigene kompetenzorientierte Aufgabe zur Verfügung stellen. Die

Aufgabe durchläuft ein Peer-Review-Verfahren und wird – gegebenenfalls nach Überarbeitung – auf der Plattform für die Mitglieder der Arbeitsgruppe zugänglich gemacht. Gleichzeitig erhält der Autor/die Autorin Mitgliedsstatus und damit Zugriff auf alle Aufgaben des Pools. Nähere Auskünfte dazu bei gerhard.kern@univie.ac.at.

Concept Cartoons

Concept Cartoons sind Unterrichtswerkzeuge und sollen Gesprächsanlässe schaffen. Sie zeigen Gruppen von Personen, die miteinander über eine Sache diskutieren. Im Zentrum steht jeweils eine Alltagssituation und sich daraus ergebende Fragen, z.B. nach der Ursache eines natur-

wissenschaftlichen Phänomens. Die Antworten der einzelnen Figuren werden in Sprechblasen angeführt und beinhalten neben wissenschaftlichen Konzepten auch eine Auswahl gängiger Schülervorstellungen (Abb. 4).



Abb. 4: Concept Cartoon zur Frage „Warum rostet Eisen?“

Die SchülerInnen werden aufgefordert, zu den einzelnen Aussagen Stellung zu nehmen, ihre eigenen Vermutungen zu formulieren und zu diskutieren. Auf diese Weise rücken sowohl die Vorstellungen der SchülerInnen als auch ihr bereits vorhandenes Wissen ins Zentrum des Unterrichtsgeschehens und bieten Gelegenheit zum naturwissenschaftlichen Argumentieren.

Um dieses innovative Unterrichtswerkzeug zu verbreiten, hat Mag.a Rosina Steininger in den letzten zwei Jahren mehrere Fortbildungsveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten angeboten. Weitere sind in Planung.

Unterrichtswerkstatt

Ziel der Unterrichtswerkstatt ist es, LehrerInnen in ihrer Unterrichtsarbeit begleitend zu unterstützen, Impulse zu geben sowie einen Austausch und die Zusammenarbeit der TeilnehmerInnen untereinander zu fördern. Sie findet seit 2007 viermal pro Semester statt, und widmet sich seit

dem WS 2012/2013 jeweils ein Semester lang einem Themenkreis. Die Unterrichtswerkstatt richtet sich an ChemielehrerInnen aller Schultypen, die an dieser Form der gemeinsamen fortlaufenden Arbeit interessiert sind. Der Einstieg ist jeweils zu Beginn eines Semesters möglich.

PROGRAMM für das Jahr 2014

Entwicklung von Aufgaben für einen kompetenzorientierten Chemieunterricht mit Blick auf die Neue Reifeprüfung (SS 2014)

- Kompetenzmodelle
- Kompetenzorientierung und gesetzliche Rahmenbedingungen für die neue mündliche Reifeprüfung in Chemie
- Beispiele für Themen
- Prüfungsaufgaben
- Unterrichtsaufgaben
- Anregungen zur Entwicklung von Erarbeitungsaufgaben für den Unterricht

LeiterInnen: Mag. Gerhard Kern & Mag.a Rosina Steininger

Termine: 20.02.2014, 13.03.2014, 10.04.2014, 08.05.2014

Zeit: Jeweils donnerstags von 14:30 bis 17:00 Uhr

Ort: AECC Chemie, Porzellangasse 4/2/2, 1090 Wien

Mit „Mysteries“ zu forschendem Lernen

Wie lassen sich Schülerinnen und Schüler für das Erforschen naturwissenschaftlicher Phänomene begeistern? Wie können sie motiviert werden, naturwissenschaftliche Konzepte zu lernen?

Ausgehend von Mysteries sollen Schülerinnen und Schüler an das Lernen naturwissenschaftlicher Konzepte herangeführt werden. Mysteries sind aus Schülerinnen- und Schülersicht spannende und unerwartete naturwissenschaftliche Phänomene, die erforscht werden wollen.

Beim Forschenden Lernen (Enquiry-based Science Education) erwerben Schülerinnen und Schüler schrittweise die notwendigen Kompetenzen, um zunehmend selbstständig Forschungsfragen zu bearbeiten. Wir möchten Lehrerinnen und Lehrer dabei unterstützen, ihre Schülerinnen und Schüler beim Forschenden Lernen zu begleiten.

Im Rahmen unseres Projekts „Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated“, kurz TEMI, bieten wir Lehrerinnen und Lehrern Fortbildungen an, in denen sie

- einsatzbereite Mysteries inklusive Materialien für ihren Unterricht erhalten,
- das forschende Lernen selbst anwenden,
- Strategien erwerben, um Schülerinnen und Schüler beim forschenden Lernen zu begleiten,
- Techniken erlernen, Mysteries spannend und motivierend zu präsentieren,
- neue Mysteries und Materialien entwickeln sowie deren Einsatz im eigenen Unterricht planen,
- zwischen den beiden Terminen die Mysteries und das forschende Lernen im eigenen Unterricht erproben und
- ihre Erkenntnisse im Team reflektieren und von den Erfahrungen anderer lernen.

Leitung: Dr. Simone Abels, Mag. Günter Lautner &

Mag.a Rosina Steininger

Termine: 25.09.2014, 23.10.2014, 13.11.2014, 11.12.2014

Zeit: Jeweils donnerstags von 14:30 bis 17:00 Uhr

Ort: AECC Chemie, Porzellangasse 4/2/2, 1090 Wien

UNIVERSITÄTSKURS

Betreuungslehrerin und Betreuungslehrer für die schulpraktische Ausbildung

BetreuungslehrerInnen betreuen Lehramtsstudierende des 3. bzw. des 5. Semesters, die Pädagogische bzw. ein Fachbezogene Praktika absolvieren, wobei sie bei LehrerInnen ihrer Fächer hospitieren und Unterrichtseinheiten abhalten.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Bildungswissenschaft der Universität Wien gestaltet das AECC Chemie den chemiedidaktischen Anteil des Universitätskurses zum/zur BetreuungslehrerIn für die schulpraktische Ausbildung, der im Herbst 2013 begonnen hat. Der Lehrgang dauert insgesamt zwei Semester und umfasst fünf ECTS bei einem Unterrichtsfach bzw. sieben ECTS bei zwei Fächern, die für den Lehrgang „Mentoring“ anrechenbar sind. Zwei ECTS entfallen auf den fachdidaktischen Anteil, ein ECTS wird für eine Abschlussarbeit und ein Abschlussgespräch vergeben.

Ziele des Moduls Fachdidaktik sind:

- Orientierung an der aktuellen fachdidaktischen Ausbildung der Studierenden
- Reflexion und Erweiterung der eigenen Kompetenzen im Bereich der Fachdidaktik
- Auseinandersetzung mit neuen Erkenntnissen aus der spezifischen Fachdidaktik
- Aufgreifen eines eigenen „Praxisanliegens“
- Reflexion dieses Praxisanliegens mit dem Ziel der Verbesserung des eigenen Unterrichts.

Nähere Informationen finden Sie unter:

<http://ssc-lehrerinnenbildung.univie.ac.at/ubl/> oder

schreiben Sie uns eine E-Mail: simone.abels@univie.ac.at

rosina.steininger@univie.ac.at

Roman Ulrich Sexl-Preis 2013



Dr. Michael Stifter und Mag. Heimo Tentschert flankiert von ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Leopold Mathelitsch und dem ÖPG-Präsidenten o. Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Ernst (v.l.n.r.)

Der Roman-Ulrich Sexl-Preis wird für besondere Leistungen in Unterricht und Lehre vom Vorstand der ÖPG vergeben. Heuer war die Auswahl besonders schwierig, einerseits weil zwei qualitativ sehr hochwertige Leistungen zur Auswahl standen, andererseits weil diese Leistungen kaum vergleichbar sind. Deshalb hat sich der Vorstand der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft (ÖPG) entschieden der Roman-Ulrich Sexl-Preis 2013 zu gleichen Teilen zu verleihen, an:

Dr. Michael Stifter

für seine Leistungen zur einzigartigen Begabtenförderung

und an:

Mag. Heimo Tentschert

für die außergewöhnliche Breitenwirksamkeit im Unterricht und der Lehrerfortbildung

Dr. Michael Stifter hat an der Universität Wien Physik studiert und danach auch das Lehramtsstudium für Physik und Mathematik abgeschlossen.

2012 hat Dr. Michael Stifter mit der Dissertation „Lorentz Force Actuated Resonant MEMS Magnetometer with Capacitive Read-out“ (MEMS, Micro-Electro-Mechanical-Systems) an der TU Wien promoviert. Dr. Michael Stifter hatte vorher bereits einige Forschungspositionen an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften inne, so auch jetzt an der TU Wien.

Dr. Michael Stifter ist bereits 2001 in den Schuldienst an der HTBLuVA Wiener Neustadt eingetreten.

2005 rief er den Freigegegenstand Robotik im Fachbereich Angewandte Physik ins Leben. In diesem Fach wird eine Brücke zwischen Mechanik, Elektrotechnik und Informatik geschlagen, Schülerinnen und Schüler lernen Theorie und Praxis in einem interdisziplinären Umfeld.

Dr. Michael Stifter führt seine Studierenden zu höchsten Leistungen. Seit Jahren ernten sie Preise bei nationalen

und internationalen Wettbewerben zu Robocup (Roboter tragen Fußballkämpfe aus oder – ästhetischer – sie machen einen Tanzwettbewerb) und Botball. Dabei werden die Roboter nicht von außen gesteuert, sondern agieren autonom. Alles muss zuvor programmiert sein, so dass die Wechselwirkung zwischen Sensoren und Bewegungen zum Erfolg führt.

2012 haben die Schüler von Herrn Dr. Michael Stifter die Botball-Europameisterschaft in Wien gewonnen und nahmen am Finale der Weltmeisterschaft in Honolulu teil.

Mag. Heimo Tentschert studierte an der Universität Graz Lehramt für Mathematik und Physik. Nach zwei Jahren in Leibnitz unterrichtete Mag. Heimo Tentschert bis zu seiner Pensionierung im Jahr 2012 am BG Rein nahe Graz.

Neben seiner Schultätigkeit war Mag. Heimo Tentschert viele Jahre Lehrbeauftragter am WIFI Graz (Elektronik-Kurse) und an der Universität Graz (Fachdidaktik) sowie Mitarbeiter am Pädagogischen Institut. Er ist Schulbuchautor für Bücher der Unter- und Oberstufe und war 15 Jahre lang Ko-Vorsitzender des Fachausschusses für „Lehrkräfte an Höheren Schulen“ der ÖPG.

Mag. Heimo Tentschert erhält den Roman-Ulrich Sexlpreis aber nicht für sein umfangreiches Lebenswerk, sondern für einen speziellen Wirkungsbereich, in dem er seit vielen Jahren sehr erfolgreich tätig ist: **das Experimentieren**, meist mit einfachen Mitteln, und vor allem die Weitergabe von Wissen und Know-how an Lehrerinnen und Lehrer.

Es wird seit langem kritisiert, dass manche Physiklehrkräfte zu sehr theoretisieren und dass Experimente, insbesondere Schülerexperimente, zu kurz kommen. Um gerade diesen Lehrkräften das Experimentieren schmackhaft zu machen, hat er gemeinsam mit Wilhelm Pichler einen **„Physik-Koffer“** entwickelt. Das Besondere an dem Koffer ist, dass man ihn nicht kaufen kann, sondern dass man ihn erarbeiten muss.

In einem zweitägigen Seminar wird der Alukoffer sukzessive gefüllt, indem Lehrerinnen und Lehrer Materialien bearbeiten, Experimente zusammenbauen und durchführen. Durch diesen Eigenbau ist ein enger Bezug zum Koffer gegeben und die Lehrkräfte sind damit weit besser gerüstet, schnell einen Versuch durchzuführen oder von den Schülern durchführen zu lassen.

Bisher wurden 27 solcher Seminare durch-

Dabei haben sie Sonderpreise für „Outstanding Programming“ und „Outstanding Documentation“ erhalten.

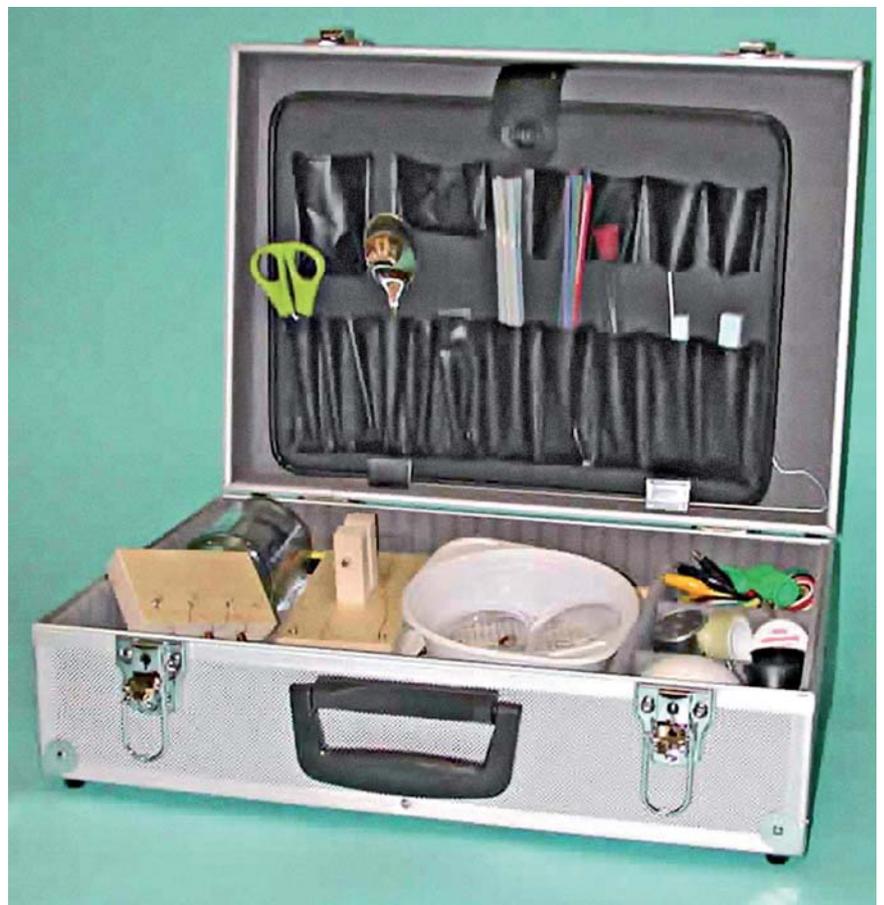
Dr. Michael Stifter gelingt es außerordentlich gut, seine Expertise als Wissenschaftler in den Schuldienst einzubringen. Seine Schülerinnen und Schüler werden nicht nur sehr profund ausgebildet, sondern auch zu internationalen Spitzenleistungen geführt. Es ist dies ein Beispiel höchstentwickelter Begabtenförderung und dafür gebührt Dr. Michael Stifter der Roman-Ulrich-Sexl-Preis.

geführt, was eine große Breitenwirkung zeigt. Daneben ist Mag. Heimo Tentschert sehr häufig eingeladen, bei Lehrerfortbildungen sowohl im Inland als auch im Ausland seine Experimente vorzuführen. Er ist auch Gründungsmitglied von **„Pubscience“**, wobei Naturwissenschaftslehrer in Gasthäusern den Gästen mit Hands-on-Experimenten Physik, Biologie und Chemie nahebringen.

Dadurch hat Mag. Heimo Tentschert in den letzten Jahrzehnten dem österreichischen Physikunterricht und insbesondere dem Experimentierunterricht andauernd Anstöße gegeben und positiv beeinflusst.

Für diese große Breitenwirkung wird ihm der diesjährige Roman-Ulrich-Sexl-Preis verliehen.

Leopold Mathelitsch



IYPT 2013

Das International Young Physicists Tournament fand 2013 in Taipei, Taiwan, statt. Das österreichische Team erreichte unter 26 teilnehmenden Ländern den hervorragenden achten Platz vor Deutschland, China und Schweden. Die drei erstplatzierten Länder waren Korea, Singapur und Schweiz.

Gratulation an das Team

Fabian EXNER, Gymnasium Geblergasse Wien
Marc GYÖNGYÖSI, Akademisches Gymnasium Salzburg
Stefan KITIC, Akademisches Gymnasium Salzburg

David SCHÖNGRUNDNER, Seebacher Gymnasium Graz
Paul WORM, Seebacher Gymnasium Graz
und die Betreuer Thomas LINDNER und Angel USUNOV

Auszeichnung der International Commission for Physics Education für das IYPT anlässlich der ICPE-EPEC Conference, Prag, August 2013 *"The ICPE Medal for 2013 is awarded to the International Young Physicists' Tournament (IYPT) in recognition of its inspiring and wide-ranging contribution to physics education that has touched many lives and countries, over the past 25 years."* Die Aufgaben für das Turnier 2014 in England sind unter <http://www.iypt.org/Tournaments/Shrewsbury#Problems> zu finden.

Fachbereichsarbeiten Physik – 2013

Aus 20 qualitativvollen Einreichungen ragten vier besonders hervor und wurden mit Preisen ausgezeichnet.

Preise der ÖPG

Maximilian Heinz RUEP: Introduction to Rutherford Backscattering Spectroscopy
BRG Wels Wallererstraße, betreut von Mag. Petra Kragl

Bianca NEUREITHER: Schwerelosigkeit und Mikrogravitation
Gymnasium St. Ursula, Salzburg, betreut von Mag. Sarah Eder:

Stefan PURKHART: Stringtheorie
BRG Hamerlingstraße Linz, betreut von Mag. Engelbert Stütz:

Industriepreis des Hans-Höllwart Forschungszentrums für Integrales Bauwesen

Florian HECHENBERGER: Das Plusenergiehaus
BORG Karajangasse Wien, betreut von Mag. Christiane Balauschik

Das **Hans-Höllwart Forschungszentrum für Integrales Bauwesen** unter der Leitung von DI Dr. Müller ermöglicht mit dem Industriepreis ein einmonatiges bezahltes Praktikum am Zentrum, es stellte auch die Buchpreise für die Schülerinnen und Schüler zur Verfügung.

Die **Österreichische Physikalische Gesellschaft** lud die Preisträger und die Teilnehmer an IPhO und IYPT zur Jahrestagung 2013 an die Universität Linz ein.

Intern. Physik-Olympiade 2013 Dänemark

Wir gratulieren zum erfolgreichem Abschneiden in einem harten Wettbewerb mit Teilnehmern aus über 80 Staaten. **Alle teilnehmenden österreichischen Schüler erhielten Auszeichnungen.**

SILBERMEDAILLE:
Oliver EDTMAIER, BG St. Martin Villach

BRONZEMEDAILLE:
Christian SCHUSTER, BRG Brucknerstraße Wels

EHRENVOLLE ERWÄHNUNG:
Florian KANITSCHAR, HTBL Eisenstadt
Florian RIEDL, HTL-Bulme Graz
Moritz THEISSING, BG/BRG Klusemannstraße Graz

Das Team wurde betreut von Ing. Mag. Helmuth Mayr und Mag. Engelbert Stütz. An den Olympiadekursen an den Schulen nahmen ca. 500 Schülerinnen und Schüler teil, betreut von rund 50 Lehrkräften. Informationen zur Österreichischen Physikolympiade: <http://www.physikolympiade.at/>

Messung der Lichtgeschwindigkeit am Küchentisch

Helmut Kühnelt

Die Messung des Brechungsindex n durch Vergleich der Winkel (eigentlich deren Sinus) von einfallendem und gebrochenem Strahl an der Grenzfläche zweier transparenter Medien, etwa Luft und Glas, ist ein gängiger Schulversuch. Oft wird dazu gesagt, dass n den Faktor angibt, um den das Licht im optisch dichteren Medium langsamer laufe. Diese Eigenschaft des Lichts wurde von Jean Foucault 1853 erstmalig an Wasser nachgewiesen, in der Schule ließ sie sich bisher kaum nachweisen. Zuvor hatte Hippolyte Fizeau 1849 mit der Zahnradmethode und einem Lichtweg von ca. 17 km erstmalig eine terrestrische Messung der Lichtgeschwindigkeit in Luft vorgenommen. Sein Messwert lag etwa 5% über dem heute akzeptierten Wert. Mit der Drehspiegelmethode gelang Foucault bereits 1850 ein verbesserter Wert von 298000 km/s.

Die Messung der Lichtgeschwindigkeit in Luft ist als Schulversuch sehr aufwändig [1, 2]. Im Jahr 1983 wurde der Wert der Lichtgeschwindigkeit mit $c = 299\,792\,458$ m/s festgelegt, daher überprüft jeder Versuch zur Messung von c die eigene experimentelle Fertigkeit. Auf der Definition und der Möglichkeit, kurze Zeiten elektronisch zu messen, beruhen die „Laserpistole“ der Polizei und das „elektronische Maßband“, der Laser-Distanzmesser aus dem Baumarkt. Kürzlich haben Waltner, Krätzig und Wiesner [3] und Ochoa et al. [4] einfache Praktikumsexperimente mit Entfernungsmessern von Bosch (PLR 30, GLM 50) [5] vorgestellt, die als Freihandexperiment leicht nachzumachen sind.

Die Funktion des Laser-Distanzmessers (LDM) ist eine elektronische Variante der Zahnradmethode von Fizeau und im Prinzip einfach: Ein intensitätsmodulierter Laserstrahl wird diffus an einem Objekt gestreut, aus der Phasenverschiebung der reflektierten Lichtpakete gegenüber den emittierten Paketen wird die Laufzeit ermittelt, die mittels der Lichtgeschwindigkeit (in Luft) in Entfernungen umgerechnet wird. Für Laien tritt ein überraschender Effekt auf, wenn der Laserstrahl dabei ein transparentes Medium durchläuft. Die angezeigte Distanz ist größer und daher „falsch“, das Licht hat länger gebraucht. Dies legt nahe: Die Lichtgeschwindigkeit im Medium ist geringer als in Luft.

Abb. 1 zeigt die Anordnung des Küchentisch-Experiments. Unter einem LDM befindet sich ein schlankes Trinkglas, auf dessen Boden eine Münze liegt. Die Münze legt eine definierte Reflexionsebene fest. Bei leerem Glas wird der Abstand a der Münze vom LDM gemessen. Nachdem

Dr. Helmut Kühnelt, theoretischer Physiker und ehemaliger Obmann des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts.

Wasser, Zuckerlösung, Glycerin oder eine andere transparente Flüssigkeit z.B. $d = 10$ cm hoch eingefüllt wurde – in der Abbildung ist zur besseren Sichtbarkeit Apfelsaft verwendet, wird der Münzenabstand wieder gemessen. Als Wert ergibt sich $b > a$. Der optische Weg ist also größer geworden. Schließlich lässt man auf der Flüssigkeitsoberfläche ein kleines Stück Papier schwimmen, um die Entfernung h des LDM von der Oberfläche zu bestimmen. (Die Entfernungsangaben des LDM beziehen sich üblicherweise auf die hintere Kante des Geräts.)

Aus den Messwerten folgt daher der Brechungsindex als $n = 1 + (b - a)/(a - h)$.

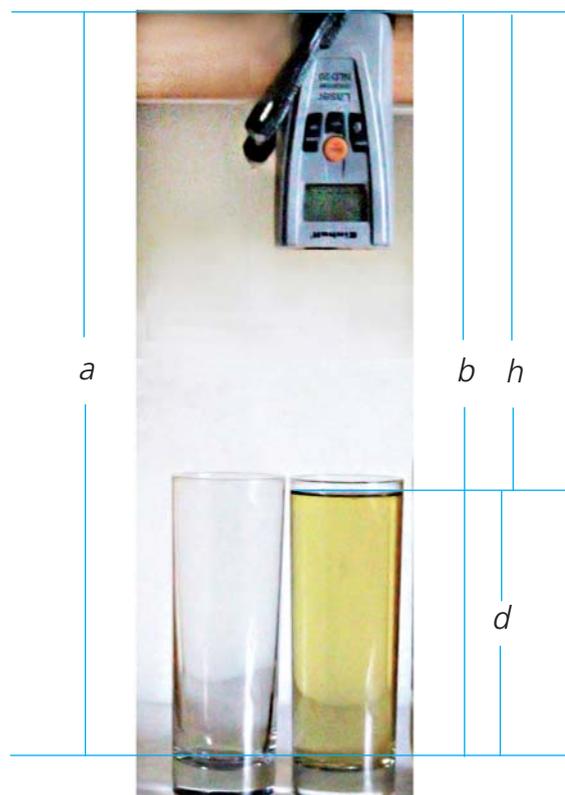


Abb. 1: Messung am Küchentisch

Mit „OBI-gespritzt“ ergaben sich für die Messung in Abb.1 die Werte $a = 0,659$ m, $b = 0,695$ m, $c = 0,556$ m, und daraus $n = 1,35$ – sicher ein glücklicher Zufall bei einer einzigen Messung, wird doch für das verwendete betagte LDM der Fa. Einhell eine Messgenauigkeit von 5 mm angegeben. Der Standardwert für den Brechungsindex von Wasser ist 1,33, von 5%iger Zuckerlösung etwas höher.

Eine eingehende Diskussion von Methoden und Fehlerquellen der Laser-Entfernungsmessung geben Amman et al. [6], eine kurze Begriffsklärung gibt Paschotta [7]. Die Hauptfehlerquellen sind: Streulicht, Rauschen der Laserdiode und der Elektronik des Empfängers/Verstärkers. Bei dem schwachen Signal des reflektierten Lichts ist Streulicht möglichst zu vermeiden. Außerdem ist der Minimalabstand lt. Datenblatt zu beachten. Abb. 2 zeigt die Frontseite des LDM mit einem Fenster für das emittierte rote Laserlicht und die Linse zum Empfang des diffus reflektierten Lichts, unter der weitere Linsen für Photodetektoren erkennbar sind.

Eine Messreihe mit verschiedenen konzentrierten Zuckerlösungen mit Überprüfung des angegebenen Zuckeranteils von Apfelsaft wäre eine bewältigbare Aufgabe für eine VWA, eine einzelne Messung könnte Teil der mündlichen Matura sein. Bei Vorhandensein eines schnellen Fotodetektors und eines Oszilloskops könnte die im MHz-Bereich liegende Modulationsfrequenz bestimmt werden.

Abschließend eine historische Notiz: Bekannt ist Galileis erfolgloser Versuch zu entscheiden, ob Licht sich unendlich schnell ausbreitet oder doch eine endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit hat. 60 Jahre danach konnte Ole Roemer an Hand der beobachteten Verfinsterungen des Jupitermondes Io zeigen, dass Licht sich mit endlicher Geschwindigkeit ausbreitet. Er war sich der Probleme bei der Quantifizierung bewusst: Zu seiner Zeit war der Erdbahnradius nur sehr ungenau bekannt und die Messung längerer Zeiten war äußerst ungenau, da die Sonne keine gleichmäßige Uhr darstellt. So schloss er, dass das Licht von der Sonne zur Erde 660 Sekunden brauche, was vom wahren Wert 500 s beträchtlich abweicht. Eine eingehende Diskussion von Roemers Leistung gibt Albert van Helden in einem lesenswerten Artikel [8].

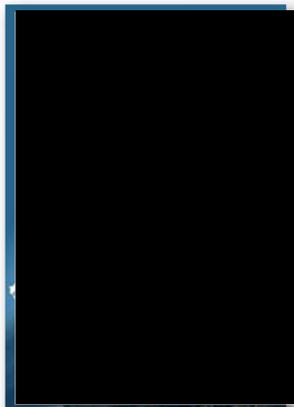
Literatur

- [1] Roger Erb: Der Fizeau-Versuch in neuem Gewand. In: Physik in unserer Zeit, 36 (2005), 274-277
- [2] Marcus Meincke, Andreas Strunz, Jan-Peter Meyn: Optimierung des Drehspiegelexperiments zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit, Beiträge zur Physikdidaktik B, DD 01.06 (2012). Online: <http://www.phydid.de>.
- [3] Christine Waltner, Anna Krätzig, Hartmut Wiesner: Experimente mit dem Laser-Entfernungsmesser, Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule 1/58 (2009), 12-14
- [4] Romulo Ochoa, Richard Fiorillo, Cris Ochoa: Index of Refraction Measurements Using a Laser Distance Meter, The Physics Teacher 52 (2014), 167-168
- [5] Für Schulzwecke und privaten Gebrauch sind die Laser-Distanzmesser von Bosch mit grünem Gehäuse (PLR 15, PLR 30) als Klasse II-Laser (635 nm Wellenlänge) ausreichend. Erstaunlich ist die erreichbare Genauigkeit von 2 mm bei einem Messbereich von 20 cm bis 30 m.
- [6] Markus-Christian Amann, Thierry Bosch, Marc Lescure, Risto Myllylä, Marc Rioux: Laser ranging: a critical review of usual techniques for distance measurement. Opt. Eng. 40 (2001) 10-19. Online: <http://www.utdallas.edu/~aiken/LASERCLASS/laserprinlipels.pdf>
- [7] Rüdiger Paschotta: Encyclopedia article on distance measurements with lasers (online: http://www.rp-photonics.com/distance_measurements_with_lasers.html) [19/05/2014]
- [8] Albert van Helden: Roemer's Speed of Light, Journal for the History of Astronomy, 14:2 (1983), NO.40, 137-140; online: <http://adsabs.harvard.edu/full/1983JHA....14..137V>



Abb. 2: Frontansicht des Laser-Entfernungsmesser

Bücher



Denkbar, machbar, wünschenswert?

Wie Technik und Kultur die Welt verändern

Karl Wilhelm Böddeker

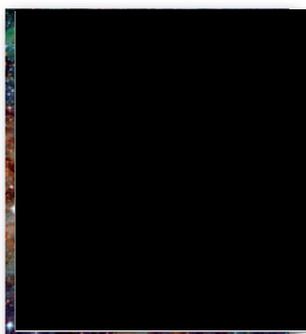
x+197 S. 37 Abb. (s/w), Hardcover, WILEY-VCH, Weinheim 2013. ISBN 978-3-527-33471-1. € 24,90

Karl Wilhelm Böddeker, geboren 1934 in Berlin, hat sich in seinem späteren Chemikerleben intensiv mit Wasser, Wasseraufbereitung und -entsalzung befasst. Im vorliegenden Buch konzentriert sich Böddeker – anders als der eher umfassende Untertitel vermuten ließe – auf brennende Fragen der Gegenwart anhand der Themen Wasser und Energie.

In den Kapiteln Wasser - die unverbrauchbare Ressource und Energie – Woher, wohin, wofür, wie viel? stellt der Autor dar, wie sich naturwissenschaftlich-technischer Erkenntnisgewinn überhaupt einstellt und wie eng seit Jahrtausenden Technik und Kultur zusammenhängen und dadurch das Leben und Denken der Menschen beeinflussen. Im Fokus steht, ob der Mensch überhaupt fähig ist, sich zu beschränken und das Sinnvolle, nicht nur das maximal Machbare, anzustreben.

Dieses Sachbuch regt zum Nachdenken an.

Helmut Kühnelt



Hubble – Das Universum im Visier

**Oli Uscher
Lars Lindberg Christensen**

1. Aufl., 170 S. + DVD, 167 Farbabb. Übers.: M. Krieger-Hauwede. WILEY-VCH Verlag 2013, ISBN 978-3-527-33082-9. € 29,90

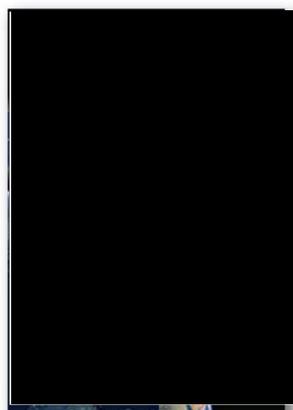
Manchmal ist man froh, Buchrezensent sein zu können: dann etwa, wenn einem ein derart schön gestalteter Band wie das „Hubble-Buch“ zugeschickt wird. Wenn man dieses großformatige Buch zum ersten Mal in Händen hält, dann ist man beim Durchblättern fasziniert von den hier veröffentlichten wunderschönen – oft zweiseitigen – Fotos, die das Weltraumteleskop zur Erde geschickt hat. Ist diese erste Freude vorbei, dann vertieft man sich in die Texte.

In zehn Kapiteln wird sehr fundiert und leicht lesbar alles dargelegt, was Hubble ist, leistet und was es noch wird zeigen müssen. Aufgelistet lauten die Kapitelüberschriften:

Anfänge – Das Raumschiff Hubble – Hubbles Sicht – Planeten – Sterne & Nebel – Galaxien – Schwarze Löcher – Der dunkle Kosmos – Optische Täuschungen – Zukunft. Ein Zeitstrahl zeigt die Chronologie des Weltraumfernrohres auf. Abschließend werden Hubbles Sternstunden angeführt. Die Autoren sind Wissenschaftspublizisten. Usher leitet die Abteilung Öffentlichkeitsarbeit an der Fakultät für Mathematik und Physik des University College in London und Christensen leitet die Abteilung für Fortbildung und Öffentlichkeitsarbeit der Europäischen Südsternwarte ESO. Beide verstehen es, selbst sehr komplexe Zusammenhänge allgemeinverständlich und klar darzulegen.

Ergänzt wird das Buch durch eine beigelegte DVD, die in zehn Kapiteln mit hervorragendem Bild- und Videomaterial weitere Detailinformationen liefert. Die DVD ist in leicht verständlichem Englisch gesprochen, man kann auch Untertitel auf Deutsch einblenden. Unterstützt wurden die Autoren von Experten der ESA und NASA. Buch und DVD entführen uns zu einer faszinierenden Reise durch das Universum.

Leo Ludick



Das Ende der Nacht:

Lichtsmog: Gefahren – Perspektiven – Lösungen

**Herausg.: Thomas Posch,
Franz Hölker, Thomas
Uhlmann, Anja Freyhoff**

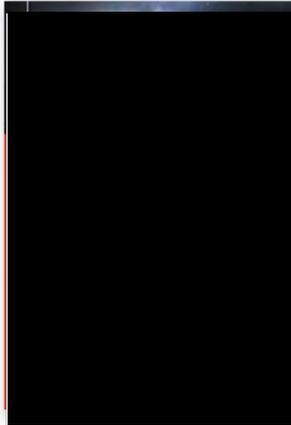
2. überarb., erw. Auflage. 2013. 232 S., 50 Farbabb., Hardcover, WILEY-VCH, Weinheim 2013, ISBN 978-3-527-41179-5, € 29,90

Das nächtliche Licht von Straßenleuchten, Leuchtreklamen, Disco- und Weihnachtslichtorgien stört nicht nur die Astronomen beim Beobachten des Himmels, sondern beeinflusst auch Mensch und Tierwelt. Thomas Posch und den Mitherausgebern gelang es, namhafte Koautoren zu Beiträgen über die Folgen der Lichtverschmutzung zu gewinnen. *Das Ende der Nacht* liegt nun in zweiter Auflage, überarbeitet und erweitert, vor – hervorragend bebildert und mit wissenschaftlich fundierten Texten.

Zehn Kapitel – Eine kurze Geschichte des Lichts, Nacht und Kampf gegen die Nacht aus kulturhistorischer Perspektive, Lichtverschmutzung in Mitteleuropa, Insekten und künstliches Licht, Vögel und künstliches Licht, Meeresschildkröten als Opfer der Strandbeleuchtung, Mondlicht als natürlicher Zeitgeber, Der Einfluss von nächtlichem Kunstlicht auf Gewässerökosysteme, Licht auf die innere Uhr, Der Verlust der Nacht in der 24-Stunden-Gesellschaft – geben vielfältige Einblicke in die Problematik der vom Menschen geschaffenen Überfülle an Licht.

Aus der Problemerkennntnis entspringen Lösungen – auch darüber berichtet das Buch. Ein breiteres Problembewusstsein zu wecken und den Willen zu stärken, zur Problemlösung beizutragen, ist Ziel des interessanten und optisch hervorragend gestalteten Buches, dem weitere Auflagen zu wünschen sind.

Helmut Kühnelt



Faszination Astronomie

Arnold Hanslmeier

1. Aufl., xii + 246 S., 175 Farbabb. Springer Spektrum 2013.
Geb. ISBN 978-3-642-37353-4,
€ 30,83,
eBook ISBN 978-3-642-37354-1,
€ 22,99

Arnold Hanslmeier, Professor für Astrophysik an der Universität Graz, wird manchen Lehrkräften als Autor des leider vergriffenen „Physik-compact“-Themenbands „Astronomie“ (öbv&hpt, 2000) bekannt sein, er ist Verfasser des Standardwerks „Einführung in die Astrophysik“. „Faszination Astronomie“ entstand aus einer Vorlesung für Studierende aller Fakultäten an der Universität Graz. Darin vermittelt Hanslmeier astronomische Kenntnisse ohne viel Aufwand an Physik und Mathematik. Gelegentliche vertiefende Formeln und Textstellen können ohne Verlust des roten Fadens übersprungen werden.

Der Autor beschreibt den aktuellen Stand der Astrophysik vom Ursprung des Universums bis zur dunklen Materie, schwarzen Löchern und zur Entstehung des Sonnensystems. Mit vielen farbigen Bildern werden die Zusammenhänge anschaulich und allgemein verständlich erläutert. Am Ende des Buches steht die Suche nach Leben außerhalb der Erde.

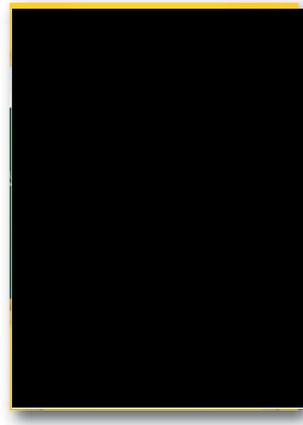
Für die Schule stellt das Buch eine Ergänzung des genannten Themenbands dar, indem es über die neuesten Forschungsergebnisse berichtet. Es enthält jedoch keine Aufgaben.

Leider ist der Prozess, aus einem Vorlesungsmanuskript ein Buch zu machen, nur teilweise geglückt. Es fehlt eine kritische Revision des Manuskripts. Ungenaue Formulierungen mögen in einer Vorlesung passieren, gedruckt wirken sie störend bis irreführend. So wird beispielsweise auf S. 6 gesagt: „Beim Reiben von Bernstein ... entstehen Ladungen, ...“ – bei diesem Prozess werden jedoch vorhandene elektrische Ladungen getrennt. Unglücklich ist auch die Diskussion der Zentrifugalkraft auf Seite 4, weil diese in Inertialsystemen – und als solches wird man wohl das Sonnensystem auffassen – keine Berechtigung hat. Auch das Versprechen (S. 95), dass wir erfahren, wieso es Asteroidengürtel gibt, wird nicht eingelöst. Schlimm ist allerdings, dass Formeln falsch sind. So sind in der wichtigen Formel (8.5) zur Rotverschiebung, die ohne Herleitung angegeben wird, Zäh-

ler und Nenner vertauscht – wie sollen Leser nachvollziehen können, dass $z > 1$ möglich ist!

Zusammengefasst: Ein straffer Überblick über den aktuellen Stand des Wissens, leider getrübt durch vermeidbare Schwächen.

Helmut Kühnelt



Jule und der Schrecken der Chemie

Andrea Heering

240 S., Erlebnis Wissenschaft
Wiley-VCH 2013
ISBN 978-3-527-33487-2.
€ 24,90

Aus der Verlagsankündigung: „Jule ist 13 und leidet: Schule, kleine Brüder, ignorante Eltern, eine besserwisserische Freundin Christin – und zu allem Überfluss hat sie auch noch Liebeskummer. Was das alles mit Chemie zu tun hat? Nun, in „Jule und der Schrecken der Chemie“ von Andrea Heering folgen die Leser Jule durch ihren Alltag und lernen so auf unterhaltsame und verständliche Weise die Grundlagen der Chemie kennen. Fundiert, motivierend und ansprechend in der Darstellung werden Fragen wie „Warum schmilzt Schokolade eigentlich beim Erhitzen und erstarrt wieder beim Abkühlen und warum klappt der gleiche Vorgang nicht mit einem Brötchen?“ beantwortet. ... Jedes Kapitel des Buches besteht dabei aus drei Teilen: einer kleinen Geschichte von Jule, einer ersten Erklärung und einem Exkurs. Die Geschichte und die Erklärung verschaffen dem Leser einen soliden Überblick über die Chemie, mit den Exkursen geht es richtig ins Detail. Am Schluss eines jeden Kapitels gibt es eine kurze Zusammenfassung des Gelernten in einem Merksatz. Die Autorin wagt sich bei ihrer Darstellung auch in die Tiefen der chemischen Modellvorstellungen, ohne die Alltagsphänomene wie das Verdunsten von Wasser nicht erklärbar sind. Durch ihre Erfahrung in der Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte an Jugendliche schafft es Heering, ihren Lesern einen schreckensfreien Zugang zur Chemie zu ermöglichen, und rückt außerdem die verkürzten (und oft falschen) Erklärungen in chemischen Experimentierbüchern gerade. Eine hilfreiche Lektüre für Schüler, Lehrer und alle interessierten Leser!“

Mangels Versuchsobjekten muss ich als Nicht-Chemiker und Rezensent gestehen, dass ich von der Attraktivität der Rahmenhandlung für dreizehnjährige Mädchen nicht überzeugt bin, wohl aber fand ich die Aufgabenstellungen für die Mittelstufe geeignet. Für Lehrkräfte gibt das Buch sicher gute Anregungen zu forschendem Lernen.

Helmut Kühnelt