

plusLucis

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts



ISSN 1606-3015

Ausgabe 1/2017

Impressum

PLUS LUCIS, Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschusses Physik & Schule der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft
Erscheint vierteljährlich

Medieninhaber und Herausgeber:

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts
Adr.: AECC Physik Universität Wien,
Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien

Im Web: <http://pluslucis.univie.ac.at>

Redaktion dieser Ausgabe:

Martin Hopf, Anja Lembens und
Suzanne Kapelari
Unterstützung durch Christoph Luef

Preis des Einzelhefts: € 6,-
für Mitglieder € 3,- (ist im Mitgliedsbeitrag enthalten)
Die jährliche Abonnementgebühr für Nichtmitglieder beträgt € 20,-.

Offenlegung nach § 25 des Mediengesetzes: Grundlegende Richtung: Fortbildung und fachliche Information für Physik- und Chemielehrer, organisatorische Mitteilungen, Vereinsinterna.

Beiträge werden erbeten an:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf
AECC Physik, Universität Wien
E-mail: martin.hopf@univie.ac.at
Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens
AECC Chemie, Universität Wien
E-Mail: anja.lembens@univie.ac.at
Ass. Prof. Dr. Claudia Haagen-Schützenhöfer
Universität Graz, Physikdidaktik
E-mail: claudia.haagen@uni-graz.at

Es wird erbeten, Beiträge nach Möglichkeit per E-Mail einzureichen.
Bevorzugtes Dateiformat: MS Word.
Bilder im tif- oder jpg-Format.

Titelbild (Umschlag):

Raphael Karagöl & Matthias Gatterweh

Heftkoordination: Mag. Thomas Plotz

Layout: Maria Wasserburger, BSc

Inhalt

Naturwissenschaftliche Grundbildung – Welchen Beitrag kann kompetenzorientierter Unterricht dazu leisten?..... 4

Martin Hopf, Suzanne Kapelari, Anja Lembens

Biologie

Kompetenzorientierung in der neuen Reifeprüfung im Fach Biologie und Umweltkunde..... 11

Elisabeth Nowak, Ilse Wenzl, Christine Heidinger, Peter Pany

„Evolution – Ein Roter Faden für die Schule“..... 14

Martin Scheuch, Heidemarie Amon, Patricia Hoffmeister, Jaqueline Scheibstock, Helene Bauer

Chemie

Wissen und Können erwerben, anwenden und sichtbar machen – Kompetenzmodelle in den naturwissenschaftlichen Fächern..... 19

Gerhard Kern, Brigitte Koliander, Anja Lembens

Lerngelegenheiten zum Thema Redoxreaktionen und zur Handlungsdimension ‚Schlüsse ziehen‘ / ‚Konsequenzen ziehen‘ schaffen..... 24

Elisabeth Hofer, Rosina Steininger, Anja Lembens

Redoxreaktionen im Kontext „Brennstoffzelle“: Eine fächerübergreifende Aufgabenstellung zur Illustration des Kompetenzmodells der berufsbildenden Schulen..... 30

Brigitte Koliander, Anja Lembens

Kompetenzorientierter Chemieunterricht – Sind unsere Schulen dafür angemessen ausgestattet?..... 34

Christoph Luef, Anja Lembens

AutorInnen dieser Ausgabe..... 35

Prämierung Vorwissenschaftlicher Arbeiten (VWA) aus Physik 2017..... 36

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

wenn Sie dieses Heft in Händen halten, werden Sie vielleicht denken: „Nicht schon wieder „Kompetenzen“, das kann ich schon nicht mehr hören“. Einerseits können wir diese Reaktion nachvollziehen, denn der Begriff wird in den Medien und teilweise auch in Bildungskontexten inflationär und kaum reflektiert verwendet, andererseits haben uns nicht zuletzt die aktuellen PISA-Ergebnisse gezeigt, dass österreichische SchülerInnen zwar recht gut beim Wiedergeben von Fakten sind, aber mit diesem Wissen wenig anfangen können [1]. Und damit wären wir beim Kern der Herausforderungen naturwissenschaftlichen Unterrichts, der Lernenden dazu befähigen soll, naturwissenschaftliches Wissen zu nutzen, um naturwissenschaftsbezogene Herausforderungen in Alltag und Beruf angemessen bewältigen zu können. Es geht also darum, Kompetenzen anzubahnen, zu erwerben und zu üben, die es allen zukünftigen Bürgerinnen und Bürgern ermöglichen, naturwissenschaftliche Fragestellungen als solche zu erkennen, aus naturwissenschaftlichen Daten Schlüsse ziehen zu können und auf dieser Basis verantwortungsbewusste Wahl- und Konsumentscheidungen zu treffen.

Mit diesem und dem folgenden Heft möchten wir Ihnen sowohl vertiefende Informationen als auch praktische Beispiele an die Hand geben, die Sie für die Weiterentwicklung Ihres kompetenzorientierten Unterrichts nutzen können. In diesem Heft finden Sie neben einem einführenden Basisartikel von Hopf, Kapelari & Lembens, der thematisiert, welchen Beitrag kompetenzorientierter Unterricht zum Aufbau einer naturwissenschaftlichen Grundbildung leisten kann, fünf fachspezifische Artikel aus den Perspektiven der Biologiedidaktik und der Chemiedidaktik. Das folgende Heft enthält entsprechende Beiträge aus der Perspektive der Physikdidaktik.

Vertiefende Einblicke in die Bedeutung und Entwicklung von kompetenzorientierten Aufgaben für die neue Reifeprüfung geben Heidinger, Nowak, Pany & Wenzl. Im folgenden Artikel zeigt das AutorInnenteam Scheuch, Amon, Hoffmeister, Scheibstock & Bauer am Beispiel des Themas Evolution, wie kompetenzorientiertes und kumulatives Lernen über die gesamte Sekundarstufe hinweg ermöglicht werden kann.



Anja Lembens



Martin Hopf

Wie naturwissenschaftliche Kompetenzmodelle in die Lehrpläne der Sekundarstufe II eingeflossen sind, lesen Sie im Artikel von Kern, Koliander & Lembens. Hier finden Sie auch zwei Beispiele aus dem Themenbereich Redoxreaktionen, die die Verschränkung von Inhalts- und Handlungsdimensionen demonstrieren. Das Thema Redoxreaktionen wird im Artikel von Hofer, Steininger & Lembens fortgeführt, wo Sie Beispiele für Lerngelegenheiten finden, die auf die Entwicklung und das Üben von Handlungskompetenzen aus der Dimension „Schlüsse / Konsequenzen ziehen“ ausgerichtet sind. Der Herausforderung, für die fast unüberschaubare Vielfalt an unterschiedlich ausgerichteten beruflichen Schulen etwas Allgemeinverbindliches über den Erwerb von Kompetenzen in den naturwissenschaftlichen Fächern zu sagen, stellen sich Koliander & Lembens in Ihrem Beitrag. Dies geschieht anhand eines konkreten und anwendungsorientierten Beispiels zur Brennstoffzelle im Themenbereich Redoxreaktionen.

Zu guter Letzt stellt sich die Frage, ob Schulen im Hinblick auf verfügbare Geräte, Materialien und Räumlichkeiten angemessen für die Durchführung von kompetenzorientiertem naturwissenschaftlichem Unterricht ausgestattet sind. Um hierüber fundierte Aussagen treffen und bei Entscheidungsträgern aktiv werden zu können, brauchen wir Ihre Mithilfe. Am Ende des Heftes finden Sie den Link zu einer Onlineerhebung, wo wir Sie bitten, Angaben über die Gegebenheiten an Ihrer Schule zu machen.

Wir wünschen Ihnen Freude und hilfreiche Erkenntnisse beim Lesen dieses Heftes.

[1] Suchaň, B. & Breit, S. (Hrsg.) (2016). PISA 2015. Grundkompetenzen am Ende der Pflichtschulzeit im internationalen Vergleich. Graz: Leykam. Online unter <https://www.bifie.at/node/3643>

Naturwissenschaftliche Grundbildung – Welchen Beitrag kann kompetenzorientierter Unterricht dazu leisten?

Martin Hopf, Suzanne Kapelari, Anja Lembens

Bildung, zumindest eine angemessene Grundbildung, ist unbestritten eine Voraussetzung für die verantwortliche Teilhabe an demokratischen Prozessen. Was zu einer angemessenen Grundbildung gehört, kann sicherlich nie abschließend definiert werden und muss immer wieder neu ausgehandelt werden. Naturwissenschaftliche Grundbildung ist jedoch ein wichtiger Aspekt von Allgemeinbildung. Erst durch sie wird eine aktive Teilnahme an gesellschaftlichen Kommunikations- und Meinungsbildungsprozessen im Kontext naturwissenschaftlicher und technischer Entwicklungen möglich.

1. Naturwissenschaftliche Grundbildung

Unsere Gesellschaft wird in sehr vielen Bereichen zunehmend durch Naturwissenschaft und Technik geprägt. Naturwissenschaftliche Erkenntnisse und technische Anwendungen ermöglichen im Wechselspiel Fortschritte z. B. in der Medizin, der Bio- und Gentechnologie, der Umwelt- und Energietechnik, der Nanotechnologie bzw. der Informationstechnologie. Diese Entwicklungen bergen jedoch auch Risiken, die erkannt und bewertet werden müssen. Naturwissenschaftliches Grundlagenwissen und Urteilsfähigkeit alleine reichen hierfür jedoch nicht aus. Hinzu kommt die Herausforderung, Entscheidungen unter Unsicherheit treffen zu müssen und unter Berücksichtigung möglicherweise widerstreitender Bedürfnisse angemessen zu handeln (vgl. [1], S. 277). Auch ist es wichtig und notwendig, die Angemessenheit populärwissenschaftlicher Beiträge und Berichte in den Medien abschätzen zu können, um mögliche (bewusste) Fehlinformationen und Manipulationen zu erkennen. Gleiches gilt für politisch motivierte Statements in naturwissenschaftlich-technischen Kontexten. Gerüstet mit einer naturwissenschaftlichen Grundbildung sollten wir Belege und Folgerungen interpretieren können und diese von Meinungen ohne wissenschaftlichen Hintergrund unterscheiden können.

1.1 Wie sieht es nun mit der naturwissenschaftlichen Grundbildung österreichischer Schülerinnen und Schüler aus? Schaffen wir es, die Lernenden auf die gegebenen Herausforderungen angemessen vorzubereiten?

Seit Dezember 2016 liegen die aktuellen PISA Ergebnisse aus der Erhebung im Jahr 2015 vor, bei der seit 2006 zum zweiten Mal die Naturwissenschaften den Schwerpunkt bildeten. Und erneut hat sich gezeigt, dass die naturwissenschaftlichen Kompetenzen österreichischer Jugendlicher im internationalen Vergleich nur im Mittelfeld anzusiedeln sind. Relative Stärken der österreichischen Jugendlichen liegen beim ‚deklarativen Wissen‘ und beim ‚naturwissenschaftlichen Erklären von Phänomenen‘. Die Spitzengruppe ist in Österreich jedoch mit rund 8% nur halb so groß wie in den führenden Ländern. Die Risikogruppe, die nur über sehr eingeschränkte naturwissenschaftliche Kompetenzen verfügt, ist mit 21% doppelt so groß wie diejenige in den führenden Ländern. Besonders sollte uns in Österreich die Verteilung zwischen Mädchen und Burschen zu denken geben: In der Spitzengruppe sind 66% männliche und 34% weibliche Jugendliche, dagegen sind in der Risikogruppe 53% weiblich und 47% männlich. Der Unterschied zwischen Mädchen und Burschen ist seit der letzten Erhebung deutlich größer geworden. Damit nehmen wir in Österreich einen traurigen Spitzenplatz ein. Österreich ist außerdem das Land mit dem größten Punkteabstand zwischen ‚deklarativem Wissen‘ und ‚prozedural/epistemischem Wissen‘ (vgl. [2]). Als Experten und Expertinnen, die die PISA-Aufgaben gesehen und kommentiert haben, können wir das ehrlich gesagt nicht verstehen. Entgegen aller Kritik testen die PISA 2015-Aufgaben recht gut das, was naturwissenschaftlicher Unterricht heute bewirken soll: Jugendliche sollen über eine angemessene naturwissenschaftliche Grundbildung verfügen. Und es geht – um gleich hier die üblichen

Kritikpunkte aufzugreifen – bei PISA sehr wohl um Bildung. Wir würden Schülerinnen und Schüler, die gut bei PISA-Aufgaben abschneiden, jederzeit als naturwissenschaftlich gebildet bezeichnen. Und es geht auch keineswegs um die Orientierung an „kommerziell ausgerichteten“ oder „ökonomisch dominierten“ Interessen der Weltwirtschaft, wie manche Kollegen und Kolleginnen dem PISA Framework von 2006 vorwerfen. Für PISA 2015 wurde dieses Framework grundlegend überarbeitet und zielt auf die Urteils- und Handlungsfähigkeit der mündigen Bürger und Bürgerinnen ab. Es geht um Kompetenzen, die notwendig sind, um zum Teil ganz alltägliche Entscheidungen begründet und nicht nur „aus dem Bauch heraus“ treffen zu können. Solche Urteils- und Handlungskompetenzen sind z. B. dann nötig, wenn es um Entscheidungen beim Einkauf und beim Verzehr von Lebensmitteln geht: Wie hoch ist der Fett- und/oder Kohlenhydratgehalt? Und was bedeutet dieser für mich? Hierfür muss ich wissen, dass diese beiden Inhaltsstoffe hauptsächlich der „Gewinnung“ von Energie im Körper dienen, und dass Fette einen höheren Energiegehalt aufweisen als Kohlenhydrate. Wie hoch ist der Energiegehalt unterschiedlicher Kohlenhydrate und unterschiedlicher Fette? Welche weiteren gesundheitlichen Aspekte stehen im Zusammenhang mit diesen Energieträgern? Was sind Omega 3- und Omega 6-Fettsäuren, welche Bedeutung haben sie für mich und aus welchen Quellen sollten sie stammen? Diese Fragen und Folgefragen könnte man stundenlang weiterspinnen und ist dabei mit vielfältigen Wissensbeständen aus Biologie, Chemie und Physik konfrontiert. Ohne den Zugang zu Wissen und die geistigen Werkzeuge, um aus dem Wissen Erkenntnisse ziehen und Entscheidungen treffen zu können, besteht die Gefahr, dass sich die Menschen überfordert und ausgegrenzt fühlen und sich Pseudowissenschaften zuwenden. Der naturwissenschaftliche Unterricht leistet einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung von Kompetenzen, die dieser Gefahr entgegenwirken können (vgl. [3], S. 285).

1.2 Kompetenzorientierung in den naturwissenschaftlichen Fächern

Die Änderung des Schulunterrichtsgesetzes 2008 und die damit verbundene Implementierung von Bildungsstandards ermöglicht eine verbindliche Umsetzung von kompetenzorientiertem Unterricht in Österreich. Bis heute wurden allerdings entsprechende Verordnungen nur für die Fächer Deutsch, Mathematik und Englisch der 4.

Klasse Grundschule und der 8. Schulstufe erlassen [4]. In den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern steht diese Verordnung noch aus, obwohl es Kompetenzmodelle für diese Fächer gibt. Der aktuelle Lehrplan der Oberstufe [5] beschreibt erstmalig auch Kompetenzen, zu deren Entwicklung der naturwissenschaftliche Unterricht beitragen soll.

1.3 Was genau soll man sich unter dem Begriff „Kompetenz“ im Kontext von Schule vorstellen?

Im Sinne des BGBl. II, Nr. 1/2009 sind „Kompetenzen längerfristig verfügbare kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, die von Lernenden entwickelt werden und die sie befähigen, Aufgaben in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsbewusst zu lösen und die damit verbundene motivationale und soziale Bereitschaft zu zeigen“. Im Chemielehrplan für die Pflichtschule spiegelt sich das beispielsweise in folgendem Ziel: „Der Chemieunterricht dient [...] dazu, die Schülerinnen und Schüler mit dem Wissen und den Grundfähigkeiten zur Bewältigung stofflicher Alltags-, Freizeit-, Lebens- und Berufsphänomene auszustatten.“ Die hier angesprochenen „Phänomene“ erweisen sich bei näherer Betrachtung als hoch komplexe Kontexte, in denen naturwissenschaftliches Wissen und Kompetenzen zur Anwendung kommen können. In diesen (Alltags-)Kontexten müssen immer wieder Urteile gefällt sowie Wahl- und Konsumententscheidungen getroffen werden, für die eine angemessene naturwissenschaftliche Grundbildung Voraussetzung ist [1]. Es geht hierbei also nicht um das Vermitteln und Abprüfen leerer Skills oder auswendiggelernter Fachinhalte, sondern darum, durch den naturwissenschaftlichen Unterricht die Menschen zu befähigen, in naturwissenschafts- und technikbezogenen Situationen zu informierten Urteilen und angemessenen Entscheidungen zu gelangen. Dieser Anspruch spiegelt sich auch in den Kompetenzmodellen, die den Bildungsstandards und der Reifeprüfung zugrunde liegen.

1.4 Kompetenzorientierung und naturwissenschaftliche Grundbildung

Schon seit langem versuchen wir in Österreich, den naturwissenschaftlichen Unterricht stärker an Modellen naturwissenschaftlicher Grundbildung zu orientieren. Unter dem Schlagwort der „Kompetenzorientierung“ haben Teams von Experten und Expertinnen versucht

zusammenzufassen, was in ihren Augen den Bildungswert des naturwissenschaftlichen Unterrichts ausmacht. Zugegeben, das ist eine alte und immer wieder geführte Diskussion. Aber es scheint eine Tendenz zu geben, dass wesentliche Anteile der Bildungswerte der Naturwissenschaften im konkreten Unterricht immer wieder in den Hintergrund geraten. Um dies zu verhindern, ist es sinnvoll, sich an den zur Verfügung stehenden Kompetenzmodellen zu orientieren und herauszufinden, wo noch „weiße Flecken“ im eigenen Unterricht liegen.

1.5 Kompetenzmodelle

„Kompetenz“ beschreibt ein hochkomplexes Zusammenspiel unterschiedlicher Fähigkeiten, Fertigkeiten und Haltungen. Kompetenz ist per se nicht messbar. Nur das Handeln einer Person (Performanz) kann vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Aushandlungsprozesse als kompetent oder wenig kompetent bewertet werden. Deshalb ist eine Bewertung auch nur dann möglich, wenn man sich vorher darauf geeinigt hat, welche beobachtbaren Kriterien wie zu gewichten sind. D. h. die Bewertung kompetenten Handelns braucht einen Bezugsrahmen, ein Modell, welches dieser Bewertung zugrunde gelegt wird. Kompetenzmodelle sind prozessorientierte Modellvorstellungen über den Erwerb von fachbezogenen oder fächerübergreifenden Kompetenzen und strukturieren Bildungsstandards innerhalb eines Unterrichtsgegenstandes, wobei sie sich auf fachdidaktische sowie fachsystematische Gesichtspunkte stützen (BGBI. II, Nr. 1/2009). Diese Kompetenzen werden durch Deskriptoren im Detail beschrieben, die inhaltliche und kognitive Anforderungen konkretisieren, d. h. durch Umschreibungen der Anforderungen in Form von Zielen oder Themenvorgaben [6].

In Hinblick auf naturwissenschaftliche Kompetenzmodelle haben wir uns in Österreich im Wesentlichen auf drei Handlungsdimensionen geeinigt, in denen die Lernenden im Lauf der Schulzeit kompetent werden sollen (siehe hierzu auch den Artikel «Kompetenzmodelle für die Sekundarstufe II» von Kern, Koliander und Lembens in diesem Heft). Diese sind je nach Fach, Schultyp und Alter der Jugendlichen (AHS, BHS, Unterstufe, Oberstufe) leicht unterschiedlich akzentuiert. In der Formulierung für die AHS-Unterstufe und NMS sind das: Die Anforderungsdimension, die drei Niveaus (N 1-3) beschreibt, und die Handlungsdimensionen (H), die wiederum in die Bereiche Wissen organisieren (W 1-4), Erkenntnisse gewinnen (E 1-4) und Schlüsse ziehen (S 1-4) gegliedert sind. In der Oberstufe werden diese

Dimensionen um den einen oder anderen Bereich ergänzt. Im Handlungsbereich „Wissen organisieren“ (W) wird bewusst auf kontextunabhängige Fähigkeiten hingewiesen. Die Inhaltsdimensionen nehmen Bezug auf fachliche Schwerpunktsetzungen der Fächer Biologie, Chemie und Physik, wodurch sich dieses Modell von anderen, wie z. B. dem für den Deutschunterricht, unterscheidet. Im naturwissenschaftlichen Modell wird davon ausgegangen, dass naturwissenschaftlich kompetentes Handeln naturwissenschaftliches Wissen voraussetzt. Während, wie oben erwähnt, im BGBI. II, Nr. 1/2009 explizit darauf hingewiesen wird, dass Kompetenz mit Motivation und sozialer Bereitschaft verbunden ist, wird diesem Aspekt im aktuell diskutierten Modell keine eigene Dimension zugewiesen. Es muss jedoch selbstverständlich sein, dass Unterricht diese Bereitschaft fördern soll. Die Entwicklung einer solchen Bereitschaft kann dann gefördert werden, wenn sich der Unterricht an den Interessen der Schüler und Schülerinnen orientiert und Impulse für die Entwicklung naturwissenschaftlicher Interessen setzt.

1.6 Mit welchen Herausforderungen sind Lehrende bei der Planung und Umsetzung von kompetenzorientiertem Unterricht konfrontiert?

Das Formulieren von Aufgabenstellungen:

Oft wird kolportiert, dass die Verwendung von „Operatoren“ schon zu einem kompetenzorientierten Unterricht führen würde. Das ist auf jeden Fall falsch. Wie ein einfaches Beispiel zeigt, führt die Verwendung eines Operators, wie z. B. die Anweisung ‚bewerte‘ nicht automatisch zu einer Handlung, die dem Kompetenzbereich ‚Bewerten‘ zugeordnet werden kann (s. unten). Es gibt nach unserer Kenntnis auch keine Forschungsergebnisse dazu, dass die Verwendung von Operatoren für Lernende klare Hinweise brächte, welche Handlungen von ihnen erwartet würden. Es gibt also weder inhaltliche Gründe noch fachdidaktische Argumente für die explizite Verwendung von Operatoren bei der Formulierung von Aufgabenstellungen. Wir empfehlen dringend, diesen Irrweg zu vermeiden.

2. Die drei Handlungsdimensionen im Unterricht umsetzen:

2.1 Die Handlungsdimension ‚Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen, Kommunizieren‘ (W):

Das aktuelle Kompetenzmodell der Oberstufe unterscheidet in den Handlungsdimensionen drei Bereiche. Diese sind nicht etwa getrennt voneinander wirksam, sondern sie überlagern sich sogar an vielen Stellen. Das explizite Darstellen der drei Bereiche dient vielmehr dazu, drei unterschiedliche Felder kompetenzen handlungs sichtbar zu machen. Diese Darstellung entspricht demnach NICHT einem sequenziellen Verlauf – zuerst muss ich mir Wissen aneignen/dieses organisieren etc., um anschließend Erkenntnisse gewinnen und schließlich Konsequenzen ziehen/Standpunkte begründen zu können – sondern verdeutlicht, das untrennbare Ineinandergreifen dieser Kompetenzbereiche. Das heißt aber auch, dass man alle Bereiche (Inhalts- und Handlungsdimensionen) im Blick haben sollte. Um Lernende nicht zu überlasten, ist es sinnvoll, in der Unterrichtsplanung reflektiert auf Teilbereiche zu fokussieren, um anschließend den spezifischen Beitrag für das Gesamtbild herauszuarbeiten. Die Anwendung von Wissen ist immer kontextabhängig und integraler Bestandteil, wenn z. B. Entscheidungskriterien für das eigene Handeln entwickelt und aus naturwissenschaftlicher Sicht geprüft werden [5]. Der Tradition des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Österreich ist es geschuldet, dass gerade erfahrene Lehrkräfte dem Bereich ‚Wissen organisieren‘ einen sehr großen Stellenwert beimessen und Aufgabenstellungen eher meiden, die dazu beitragen, Fähigkeiten der Bereiche ‚Erkenntnisse gewinnen‘ und ‚Schlüsse ziehen‘ zu üben. Novizen und Novizinnen im Lehrberuf, die ihre fachliche Expertise noch vertiefen müssen, tendieren dazu ‚Erkenntnisse gewinnen‘ (z. B. durch Forschendes Lernen) und ‚Schlüsse ziehen‘ (z. B. in Diskussionen zu gesellschaftlich relevanten Themen) vor dem Hintergrund unzureichender Fachkenntnisse zu praktizieren. Aufgabenstellungen, die zur Lösung allein der Reproduktion von Wissen bedürfen, sind genauso wenig kompetenzorientiert wie Aufgaben, die darauf abzielen, Standpunkte zu begründen, ohne auf Fachwissen, das dazu nötig ist, zurückzugreifen. Wir empfehlen dringend beides zu vermeiden.

2.2 Die Handlungsdimension ‚Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren‘ (E):

In den Naturwissenschaften kommt man auf vielfältige Art und Weise zu Erkenntnissen. Es sind nicht nur Experimente, die zu (neuen) Erkenntnissen führen,

sondern auch (theoriegeleitete) Beobachtungen, die Reinterpretation vorhandener Daten, die Formulierung und Überprüfung von Theorien sowie das Entwickeln und Erproben von Modellen. All diese Zugänge dienen in den Naturwissenschaften der Gewinnung von Erkenntnissen und der (Weiter-)Entwicklung von Wissen. Und immer sind es Aushandlungsprozesse in der Gemeinschaft der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die den Erkenntnissen ihre Bedeutung und Anerkennung verleihen. Für die Schule bedeutet dies, dass den Lernenden verschiedene Möglichkeiten geboten werden müssen, um die Arbeitsweisen der Naturwissenschaften kennenzulernen und zu erkennen, dass naturwissenschaftliches Wissen verlässlich aber auch veränderlich ist. In diesem Zusammenhang sollte es vermieden werden, den Prozess der Erkenntnisgewinnung als lineare standardisierte Abfolge von Schritten darzustellen, da es DIE naturwissenschaftliche Methode nicht gibt. Ein immer nach demselben Schema verlaufendes Abarbeiten von Versuchsvorschriften ist geeignet, Fehlvorstellungen über Erkenntnisgewinnungsprozesse in den Naturwissenschaften zu erzeugen. Daher ist es wichtig, dass Schülerinnen und Schüler z. B. im Rahmen von Forschendem Lernen auch Gelegenheit erhalten, mit unerwarteten Ergebnissen umzugehen und daraus neue Fragen entwickeln zu können, die es dann mit geeigneten Methoden zu beantworten gilt. Es sollte bewusst gemacht werden, dass es in den Naturwissenschaften stets darum geht, Antworten auf Fragen zu finden. Die Fragen müssen explizit gemacht werden, um passende Untersuchungsmethoden zu entwerfen und anzuwenden sowie die Daten zu nutzen, um die Frage zu beantworten. Wichtig ist es auch, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse im Unterricht NICHT als eine abgeschlossene Ansammlung lexikalischen Wissens dargestellt werden, die es auswendig zu lernen gilt. Vielmehr sollte erfahrbar werden, dass Naturwissenschaften ein menschliches Handlungsfeld sind, in dem Frauen und Männer aufgrund von Neugier und Kreativität immer wieder neue Wege zur Erweiterung von Wissen und Fähigkeiten finden. Ein weiterer Aspekt der Erkenntnisgewinnung ist die Tatsache, dass gesammelte Daten alleine noch keine Erkenntnisse sind. Daten müssen immer interpretiert und vor dem Hintergrund des Entstehungskontextes diskutiert werden, um daraus Erkenntnisse zu gewinnen, die genutzt werden, um zuvor gestellte Fragen zu beantworten und informierte Entscheidungen zu treffen. Als Methoden der

Erkenntnisgewinnung sollten im Unterricht verschiedenste Zugänge genutzt werden: z. B. Daten aus Tabellen und Graphen entnehmen und interpretieren; Fragen stellen und eine passende Untersuchung planen, durchführen und auswerten; verschiedene Quellen (Internet, Bücher, Interviews etc.) nutzen. Im Kompetenzmodell Nawi 8. Schulstufe [7] ist unter anderem folgendes Bündel von Kompetenzen formuliert: „Ich kann zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben“. In den Richtlinien für die kompetenzorientierte Matura im Fach Chemie heißt es z. B. „Ich kann zu naturwissenschaftlichen Fragen, Vermutungen und Problemstellungen eine passende Untersuchung (Beobachtung, Messung, Experiment, ...) planen“ oder „Ich kann die Relevanz von Untersuchungsergebnissen im Hinblick auf eine konkrete Frage, Vermutung oder Problemstellung einschätzen.“ ([8], S. 7). Das sind keine Kompetenzen, die man aus Büchern lernen könnte. Es braucht gut geplante und begleitete Lerngelegenheiten, in denen Schülerinnen und Schüler sich als aktiv Handelnde mit den entsprechenden Aufgaben auseinandersetzen können. In den Praxisartikeln dieses Heftes werden Beispiele für solche Lerngelegenheiten dargestellt (siehe z. B. den Artikel «Evolution - ein roter Faden für die Schule» von Scheuch, Amon, Hoffmeister, Scheibstock und Bauer in diesem Heft).

2.3 Die Handlungsdimension ‚Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln‘ (S):

Soll ein neues Kernkraftwerk in Österreich gebaut werden, oder doch nur ein Windrad meinen Aussichtshügel verziern? Ist es sicher, sich die Hornhaut ablasern zu lassen, um besser zu sehen? Sollte man ein Elektrofahrrad kaufen oder doch nur ein normales? Welchen Föhn schaffe ich mir an? Muss ich nach dem Zähneputzen auch eine Mundspülung verwenden? Wie gesund sind Smoothies? Soll ich mich oder mein Kind impfen lassen? Ist es sinnvoll, antibakterielle Seife und Wäschespülungen zu verwenden? Ist eine empfohlene Diät gesund für meinen Körper? Soll man im Winter Erdbeeren kaufen? Immer wieder sind wir im Alltag gefordert, uns zu entscheiden, oder als Staatsbürgerinnen und Staatsbürger bei Entscheidungsprozessen mitzuwirken. Und sei es auch nur, indem wir unsere Stimmen denjenigen Parteien geben, die sich für die uns am sinnvollsten erscheinende Lösung einsetzen.

Wo lernen wir eigentlich, uns fundiert mit solchen (auch) naturwissenschaftlichen Fragestellungen auseinanderzusetzen und begründete Entscheidungen in komplexen Situationen zu treffen?

Nach allem was wir aus der fachdidaktischen Forschung wissen, haben die meisten Menschen nur im naturwissenschaftlichen Unterricht dazu Gelegenheit. Leider – und auch das ist durch Forschung belegt – werden solche Lernanlässe im traditionellen Unterricht nur selten angeboten. Häufiger werden solche Diskussionen, z. B. zu „umwelt- und naturschutzrelevanten Themen“, im Rahmen von Exkursionen und Lehrausgängen in außerschulischen Bildungseinrichtungen diskutiert. Laut PISA 2006 lernen über 80% der Schülerinnen in Österreich Inhalte zu Umwelt- und Naturschutz in außerschulischen Bildungseinrichtungen. Um einem Bildungsanspruch des Naturwissenschaftsunterrichts gerecht zu werden, sind wir alle gefordert, mehr „Bewerten“ in den Unterricht einzubetten. Das forderte der Lehrplan schon immer, im Kompetenzmodell ist das noch deutlicher als eigene Handlungsdimension akzentuiert. In unserer Wahrnehmung ist die Handlungsdimension ‚Schlüsse ziehen‘ diejenige, die für die Lehrpersonen im Vergleich zu den anderen Dimensionen relativ wenig vertraut ist. Diese Unsicherheit für dazu, dass Lehrer und Lehrerinnen die Integration dieses Kompetenzbereiches meiden. Besonders das Diagnostizieren von Schüler- und Schülerinnenleistungen im Bereich „ethisches Bewerten“ stellt in diesem Kontext eine Herausforderung dar [9]. Die Handlungsdimension ‚S‘ ist aber auch diejenige, deren Bezeichnung sich im Verlauf der Weiterentwicklungen des Kompetenzmodells immer stärker ausdifferenziert hat. Während im Modell der BHS hier von „Bewerten und Anwenden“ die Rede ist [6], spricht das Kompetenzmodell der Unterstufe, Nawi 8, von „Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln“ [7]; im Oberstufenlehrplan der AHS wird jetzt von „S: Standpunkte begründen und aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten“ gesprochen ([5], Physik). In den Richtlinien für die kompetenzorientierte Matura in Chemie heißt diese Dimension „Konsequenzen ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln“ ([5], Chemie; [8]). Im Oberstufenlehrplan der AHS Biologie und Umweltkunde ist von „Standpunkte begründen und reflektiert handeln“ die Rede ([5], Biologie und Umweltkunde). Obwohl diese Überschriften alle unterschiedlich klingen, sind die Deskriptoren, die diese Handlungsdimension beschreiben, recht ähnlich. Es ist da z. B. von folgenden Kompetenzen die Rede:

- „Ich kann Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen sowie Schlussfolgerungen kritisch hinterfragen und Gründe für deren Annahme oder Verwerfung angeben.“ [8].
- „Ich kann Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln.“ [7].
- „Ich kann gewonnene Ergebnisse der Naturwissenschaften mit gültigen wissenschaftlichen sowie aktuellen kulturell-gesellschaftlichen Kriterien bewerten.“ [6] oder
- „Ich kann naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.“ [8].
- Schüler und Schülerinnen können „Sachverhalte und Probleme unter Einbeziehung kontroverser Gesichtspunkte reflektiert erörtern und begründet bewerten ([5], Biologie und Umweltkunde).

Es geht also in dieser Handlungsdimension stark darum, dass Schülerinnen und Schüler im weitesten Sinne Dinge bewerten sollen. Dies ist eng verbunden mit dem Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts, junge Menschen zu „mündigen Bürgern und Bürgerinnen“ zu bilden (z. B. [10]). Im Chemielehrplan AHS heißt es: „Ferner soll der Chemieunterricht im Sinne der Persönlichkeitsentwicklung das Bewusstsein für Eigenverantwortung fördern und zu mündigem Freizeit- und Konsumverhalten führen.“ ([5], Chemie, S. 1). Im Lehrplan der AHS Oberstufe Biologie und Umweltkunde heißt es dazu: „Der Unterricht führt zu naturwissenschaftlichem Verständnis auf Grundlage der Evolution und zu gesundheitsbewusstem, ethischem und umweltverträglichem Handeln. Er fördert die Fähigkeit zur aktiven Teilhabe an gesellschaftlichen Entwicklungen und Diskursen“ ([5], Biologie und Umweltkunde). Dieser Anspruch beinhaltet dabei ganz klar auch Aspekte, die nicht direkt innerfachliche Teile des Naturwissenschaftsunterrichts sind, sondern darüber hinausgehen. Höttecke [11, 12] unterscheidet dabei zwei Aspekte des Bewertens: innerfachliches und überfachliches Bewerten. Dem innerfachlichen Beurteilen werden dabei eher Aspekte wie „Wissenschaftliche Aussagen beurteilen“, „Grenzen von Theorien beurteilen“ oder „Anwendung von Wissen zum Urteilen in Alltagskontexten“ zugeschrieben. Entsprechende Beispiele sind nach Höttecke in der

Regel durch Anwendung physikalischen Wissens eher einfach strukturiert und klar zu bearbeiten. Überfachliche Bewertungsaufgaben beziehen sich oft auf gesellschaftlich relevante Problemstellungen. Um in solchen Kontexten bewerten zu können, müssen sowohl Fachwissen als auch normative, wie z. B. der Artikel zur Sekundarstufe I und II von Hofer, Steininger und Lembens sowie der Artikel zur BHS von Koliander und Lembens ethisch-moralische Aspekte berücksichtigt werden. Sehr oft sind solche Aufgaben gerade dadurch charakterisiert, dass es keine einfach erkennbare, „richtige“ Lösung gibt. Es ist nachvollziehbar, dass manche Lehrpersonen sich unwohl dabei fühlen, Unterrichtszeit für scheinbar unfachliche Themen aufzuwenden. Die Aufnahme der Handlungsdimension ‚S‘ in die Kompetenzmodelle beabsichtigt aber genau das. Im Biologie-, Chemie- oder Physik-Unterricht soll auch über zum Teil widerstreitende Werte und Normen diskutiert und gearbeitet werden. Spätestens jetzt ist aber auch klar, dass die Verwendung der Arbeitsanweisung (Operator) „Bewerte!“ keinesfalls automatisch dazu führt, dass eine Aufgaben auch zur Handlungsdimension ‚S‘ passt. Hilfreich für die Planung von kompetenzorientiertem Unterricht/Aufgabenstellungen zur Handlungsdimension ‚S‘ ist in unseren Augen der Bewertungskreislauf von Knittel und Mikelskis-Seifert [13].

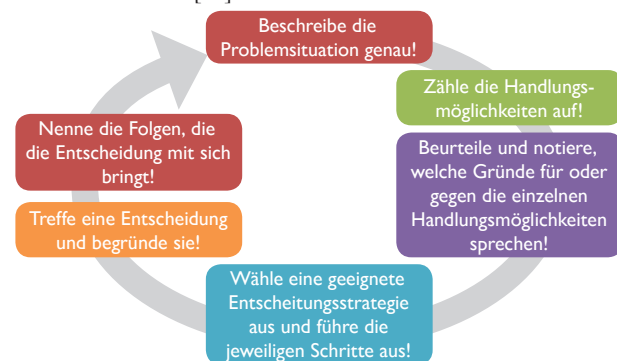


Abb. 1: Bewertungskreislauf nach Knittel und Mikelskis-Seifert [13].

Die AutorInnen haben diesen Kreislauf im Rahmen einer größeren Unterrichtseinheit zur Bewertungskompetenz empirisch überprüft und empfehlen seine Verwendung, um Strategien zur Bewertung komplexer Probleme einzuüben. In unseren Augen ist es dabei sinnvoll, zunächst die einzelnen Aspekte des Bewertens immer wieder in unterschiedlichen Situationen anzuwenden, bevor dann mit zunehmendem Alter der Kinder und Jugendlichen auch mehrere Aspekte des Bewertungskreislaufs oder der vollständige Durchlauf im Unterricht geübt werden kann. Eine Herausforderung ist dabei sicher, Beispiele zu finden, die in den verschiedenen Themenbereichen der Lehrpläne genügend Potenzial für

Bewertungsaufgaben beinhalten. Nach unserer Erfahrung gibt es aber für jedes Thema des Lehrplans solche Beispiele. Der Artikel zur Sekundarstufe I und II von Hofer, Steininger und Lembens sowie der Artikel zur BHS von Koliander und Lembens in diesem Heft geben dazu einige Anregungen. Generell hat sich bewährt, tagesaktuelle Themen zu verfolgen und dann jeweils auch Material zu sammeln. So sind zum Beispiel Artikel aus U-Bahn-Zeitungen oder an Infoständen verteilte Broschüren sehr oft hervorragende Quellen für Diskussionen im Unterricht. Gerade Literatur aus „dubiosen“ Quellen eignet sich dabei oft genau so gut wie scheinbar fundiert recherchierte Zeitungsartikel. Aufwändiger vorzubereiten aber enorm ergiebig sind Planspiele, in denen einzelne SchülerInnengruppen jeweils verschiedene Interessensgruppierungen (anhand vorbereiteter Materialien) vertreten müssen. Oft ergeben sich dann spannende „Podiumsdiskussionen“. In unseren Augen sind oft kleine, lokale oder tagesaktuelle Problemstellungen (Bau eines Windrads, Entscheidung für ein bestimmtes Produkt usw.) für den Unterricht ergiebiger.

Literatur

- [1] Lembens, A. (2010). Politische Bildung im Fach Chemie? In H. Ammerer, R. Krammer, & U. Tanzer (Hrsg.), Politisches Lernen. Der Beitrag der Unterrichtsfächer zur politischen Bildung (S. 274-280). Innsbruck, Wien, Bozen: Studienverlag.
- [2] Schmich, J.; Toferer, B.; Suchaň, B.; Salchegger, S. & Höller, I. (2016). Kompetenzen der Schüler/innen in Naturwissenschaft. In: Suchaň, B. & Breit, S. (Hrsg.) PISA 2015. Grundkompetenzen am Ende der Pflichtschulzeit im internationalen Vergleich (S. 39-55). Graz: Leykam.
- [3] Lembens, A. & Rehm, M. (2010). Chemie und Demokratie lernen - zwei unvereinbare Welten? In H. Ammerer, R. Krammer, & U. Tanzer (Hrsg.), Politisches Lernen. Der Beitrag der Unterrichtsfächer zur politischen Bildung (S. 281-302). Innsbruck, Wien, Bozen: Studienverlag.
- [4] Bundeskanzleramt (2009). 1. Verordnung: Bildungsstandards im Schulwesen. https://www.bmb.gv.at/schulen/recht/erk/bgbl_ii_nr_1_2009_17533.pdf?5i826y
- [5] Bundeskanzleramt (2016). 219. Verordnung: Änderung der Verordnung über die Lehrpläne der allgemein bildenden höheren Schulen. https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2016_II_219/BGBLA_2016_II_219.html
- [6] BMUKK (2009). Naturwissenschaftliche Bildungsstandards – Berufsbildende Höhere Schulen. Das Kompetenzmodell. http://www.bildungsstandards.berufsbildendeschoen.at/fileadmin/content/bbs/AGBroschueren/NaturwissenschaftenBHS_Vers.09.pdf
- [7] BIFIE (2011). Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe. Vorläufige Endversion. https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf
- [8] BMBF (2012a). Die kompetenzorientierte mündliche Reifeprüfung in den Unterrichtsgegenständen Chemie. Empfehlende Richtlinien und Beispiele für Themenpool und Prüfungsaufgaben. https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung_ahs_lfch_22323.pdf
- [9] Steffen, B. und Hößle, C. (2015). Diagnose von Bewertungskompetenz durch Biologielehrkräfte-Negieren eigener Fähigkeiten oder Bewältigen einer Herausforderung? ZfDN 21, S. 155-172.

Die großen, nicht lösbaren „Herausforderungen der Menschheit“ wie Klimawandel, Energiewende usw. sind zwar lange diskutierbar, lassen aber bei Schülerinnen und Schülern mitunter ein Gefühl der Hilflosigkeit zurück. Die Entwicklung von Unterrichtsmaterial zum Bewerten stellt eine Herausforderung für die Schulpraxis dar. In unseren Augen ergibt sich daraus auch ein Auftrag für Entwicklungen in der Fachdidaktik. Im deutschen Sprachraum gibt es dazu schon einige Vorschläge (z. B. [14-21]), aber auch hier sind schon einige interessante Materialien entstanden und erprobt worden (vgl. dazu die Artikel von Hofer, Steininger und Lembens bzw. Koliander und Lembens in diesem Heft, z. B. mehrere Ansätze im Plus Lucis „Polymere“-Heft, Chemie und Schule).

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf *Universität Wien, AECC*

Physik

Assoz.-Prof. Dr. Suzanne Kapelari *Institut für*

Fachdidaktik: Bereich Biologie und Erdwissenschaften,

Universität Innsbruck

Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens *Universität Wien, AECC*

Chemie

- [10] Heering, P. & Schecker, H. (2013). Bildungswert und Bildungsziele. In: Wiesner, H.; Schecker, H. & Hopf, M. (Hrsg.). Physikdidaktik Kompakt. Hallbergmoos: Aulis, S. 18 ff.
- [11] Hötter, D. (2013). Bewerten – Urteilen – Entscheiden. In: Unterricht Physik 134, S. 48 ff.
- [12] Hötter, D. & Wodzinski, R. (2013). Themenheft „Kompetenzbereich Bewerten“ - Unterricht Physik 134.
- [13] Knittel, C. & Mikelskis-Seifert, S. (2013). Lohnt sich eine Photovoltaikanlage auf dem Dach?. In: Unterricht Physik 134, S. 66 ff.
- [14] Bögeholz, S. (2007). Bewertungskompetenz Für systematisches Entscheiden In komplexen Gestaltungssituationen Nachhaltiger Entwicklung. In: Krüger, D. & Vogt, H. (Hrsg.) Theorien Der biologiedidaktische Forschung (S. 209-220). Berlin: Springer.
- [15] Eilks, I.; Feierabend, T.; Hötter, D.; Menthe, J.; Hößle, C.; Oelgeklaus, H. & Mrochen, M. (2011). Der Klimawandel vor Gericht - Materialien für den Fach- und Projektunterricht. Köln: Aulis.
- [16] Otten, J.; Marks, R.; Eilks, I. (2010). Die Journalistenmethode im Chemieunterricht (I): Triclosan. In: Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule 59 (1), S. 34-37.
- [17] Otten, J.; Marks, R.; Eilks, I. (2010). Die Journalistenmethode im Chemieunterricht (II): trans-Fettsäuren. In: Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule 59 (2), S. 38-39.
- [18] Otten, J.; Marks, R.; Eilks, I. (2010). Die Journalistenmethode im Chemieunterricht (III): Bisphenol A. In: Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule 59 (3), S. 37-39.
- [19] Otten, J.; Marks, R.; Eilks, I. (2010). Die Journalistenmethode im Chemieunterricht (IV): Nanotechnologie. In: Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule 59 (4), S. 38-40.
- [20] Markic, S.; Burmeister, M. (2015). Clearasil & Co. - Was soll ich kaufen?. In: Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht (2015).
- [21] Heitmann, P. & Tiemann, R. (2011). Aspekte von Bewertungskompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht. Chemkon 18(3), S.129-133.

Kompetenzorientierung in der neuen Reifeprüfung im Fach Biologie und Umweltkunde

Elisabeth Nowak, Ilse Wenzl, Christine Heidinger, Peter Pany

1. Die ministeriellen Vorgaben zur neuen Reifeprüfung

Die Verordnung über die Reifeprüfung in den allgemein bildenden höheren Schulen (StF: BGBl. II Nr. 174/2012) wurde 2012 erlassen und schreibt vor, dass den Prüfungskandidatinnen und -kandidaten kompetenzorientierte Aufgabenstellungen vorzulegen sind (s. Tab. 1).

Tabelle 1: Ministerielle Vorgaben für kompetenzorientierte Aufgabenstellungen in der mündlichen sowie der schriftlichen Reifeprüfung im Fach Biologie (StF: BGBl. II Nr. 174/2012)

Kompetenzorientierte Aufgabenstellungen der mündlichen Teilprüfungen aller Fächer	Inhalt der Klausurarbeit im Prüfungsgebiet „Biologie und Umweltkunde“
§ 29. (1) Im Rahmen der mündlichen Teilprüfung ist jeder Prüfungskandidatin und jedem Prüfungskandidaten im gewählten Themenbereich eine kompetenzorientierte Aufgabenstellung, welche in voneinander unabhängige Aufgaben mit Anforderungen in den Bereichen der Reproduktions- und Transferleistungen sowie der Reflexion und Problemlösung gegliedert sein kann, schriftlich vorzulegen. Gleichzeitig mit der Aufgabenstellung sind die allenfalls zur Bearbeitung der Aufgaben erforderlichen Hilfsmittel vorzulegen.	§ 21. (1) Im Rahmen der Klausurarbeit im Prüfungsgebiet „Biologie und Umweltkunde“ ist den Prüfungskandidatinnen und Prüfungskandidaten eine Aufgabenstellung mit drei oder vier voneinander unabhängigen Aufgaben, die in Teilaufgaben gegliedert sein können, aus unterschiedlichen Themenbereichen und Handlungsdimensionen schriftlich vorzulegen. Aufgaben mit praxisorientierten oder experimentellen Komponenten haben fiktive Messergebnisse zu beinhalten, die eine Lösung des theoretischen Teils der betreffenden Aufgabe ungelöster praktischer oder experimenteller Teilaufgabe ermöglichen.

Sowohl bei der Klausurarbeit als auch bei der mündlichen Matura geht es vor allem darum, dass die Kandidatinnen und Kandidaten nicht nur Wissensreproduktion zeigen, sondern darüber hinaus die Fähigkeit, ihre Kenntnisse in neuen Zusammenhängen anwenden zu können, unter Beweis stellen. Während die Verordnung im Rahmen der Klausurarbeit die Handlungsdimension des Kompetenzmodells für die naturwissenschaftlichen Fächer als Grundlage für die Aufgabenerstellung vorsieht (Kompetenzmodell NAWI; siehe Überblicksartikel von Hopf, Kapelari und Lembens in diesem Heft) müssen den Aufgabenstellungen zur mündlichen Matura die allgemeinen, fächerübergreifenden Handlungskategorien zugrunde gelegt werden: Reproduktion (abgekürzt R), Transfer (T) sowie Reflexion und Problemlösung (P).

Unter Reproduktion fallen dabei Aufgaben mit dem Ziel zu überprüfen, ob von der Kandidatin bzw. dem Kandidaten die Fähigkeit erworben wurde, Inhalte (Fach- und Methodenwissen) wiederzugeben, die im Unterricht behandelt wurden. Bei der Lösung von Transfer-Aufgaben muss die Kompetenz unter Beweis gestellt werden, erworbenes Wissen in Zusammenhängen anzuwenden, die in dieser Form im Unterricht nicht geübt wurden. Reflexions- und Problemlöseaufgaben gehen noch einen Schritt darüber hinaus. Sie fordern von der Kandidatin bzw. dem Kandidaten die Kombination und Neuorganisation von Wissen in komplexeren Problemlösesituationen ein. Jeder der drei Bereiche der Handlungsdimension des NAWI Kompetenzmodells (Fachwissen aneignen und kommunizieren – W, Erkenntnisse gewinnen – E, Standpunkte begründen und reflektiert handeln – S) ermöglicht die Überprüfung von Kompetenzen, die mehr als einer der drei Handlungskategorien (R, T, P) zuzuordnen sind.

2. Erstellen von kompetenzorientierten Aufgabenstellungen für die mündliche Reifeprüfung

Traditionelle Fragestellungen zielen häufig vor allem auf die Reproduktion von Fachwissen ab. Für viele Lehrerinnen und Lehrer stellt sich daher die Herausforderung der Weiterentwicklung von Fragestellungen zu kompetenzorientierten Aufgabenstellungen. Dabei helfen Operatoren, also handlungsindizierende Verben. Im Kompetenzbereich Reproduktion sind dies z. B. Aufforderungen zum Benennen und Beschreiben von Phänomenen, im Bereich des Transfers Aufforderungen zum Vergleichen und In-Beziehung-Setzen, im Bereich der Reflexion z.B. Aufforderungen zum Stellungnehmen. Sie geben der Kandidatin bzw. dem Kandidaten genau vor, in welcher Weise mit den fachlichen Inhalten der Aufgabenstellung umzugehen ist. Das Ministerium für Bildung sowie diverse Verlage stellen Auflistungen von Operatoren zur Verfügung ([1], [2]), die den Handlungskategorien (R, T und P) zugeordnet sind. Sie geben eine Orientierung bei der Entwicklung kompetenzorientierter Aufgabenstellungen für die mündliche Reifeprüfung. Wichtig beim Einsatz dieser Operatoren ist, dass im Kontext, in dem sie verwendet werden, auch die entsprechende Handlung sichtbar wird. Das alleinige „Verwenden“ von Operatoren macht eine Aufgabe nicht kompetenzorientiert. Es braucht hierzu eine kritische Auseinandersetzung mit dem Bezugsrahmen der Aufgabenstellung. Zu berücksichtigen ist auch, dass die Operatoren nicht erst bei der Reifeprüfung zum Einsatz kommen, sondern dass Schülerinnen und Schüler bereits im Unterricht mit kompetenzorientierten Lernaufgaben vertraut gemacht werden.

Die Qualitätskriterien einer mündlichen Prüfungsaufgabe können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die verwendeten Operatoren werden der zu erwartenden Handlung gerecht. Die Handlungskategorien (R, T, P) werden deutlich gemacht
- Es werden ausreichend Teilaufgaben in den Kategorien Transfer sowie Reflexion und Problemlösung gestellt
- Text- und Bildmaterial (mit Quellenangaben) werden passend zur Aufgabenstellung bereitgestellt
- Die Prüfungszeit von 10-20 Minuten wird gut abgedeckt
- Die Teilaufgaben können möglichst unabhängig voneinander bearbeitet werden

In Abbildung 1 wird beispielhaft gezeigt, wie aus traditionellen Fragestellungen kompetenzorientierte Prüfungsaufgaben entstehen können.

3. Partizipative Entwicklung von kompetenzorientierten Prüfungsaufgaben mit Biologielehrerinnen und -lehrern

Lehrerinnen und Lehrer müssen entsprechend der neuen Reifeprüfungsverordnung eine Vielzahl kompetenzorientierter Prüfungsaufgaben vorbereiten: Pro Jahreswochenstunde in der Sekundarstufe II müssen von den Lehrenden drei Themenbereiche angegeben werden. Pro Themenbereich sind mindestens zwei gleichwertige kompetenzorientierte Aufgaben zu erstellen. So ergeben sich zum Beispiel bei sechs Jahreswochenstunden 18 Themenbereiche und somit 36 Prüfungsaufgaben.

Um Lehrerinnen und Lehrer dabei zu unterstützen, hat das Lehrer/innen-Podium des AECC Biologie der Universität Wien (<https://aeccbio.univie.ac.at/lehrerinnen-podium>) eine Initiative gestartet. Seit 2013 lädt das Lehrer/innen-Podium Biologielehrerinnen und -lehrer ein, gemeinsam kompetenzorientierte Prüfungsfragen zu entwickeln. Die Lehrpersonen sind aufgefordert, einzeln oder in Teams Prüfungsaufgaben zu entwickeln und diese beim Lehrer/innen-Podium einzureichen (Kontakt: Mag. Ilse Wenzl, ilse.wenzl@univie.ac.at). Die eingelangten Prüfungsaufgaben werden begutachtet und die Entwicklerinnen und Entwickler erhalten persönliches Feedback mit Verbesserungsvorschlägen in elektronischer Form. Nach der Überarbeitung kommen die Prüfungsaufgaben in einen Pool, auf den die Einreichenden zugreifen können. Aktuell enthält der Prüfungsaufgaben-Pool über 140 kompetenzorientierte Prüfungsaufgaben, die von über 100 Lehrenden aus ganz Österreich entwickelt wurden.

Die Erfahrungen, die das Lehrer/innen-Podium bei der Begutachtung der Prüfungsaufgaben gesammelt hat, werden aktuell in einem Forschungsprojekt theoretisch wie empirisch reflektiert [3] und dienen in einem nächsten Schritt der Entwicklung eines praxisorientierten Leitfadens für die Entwicklung kompetenzorientierter Lern- und Prüfungsaufgaben.

Mag. Elisabeth Nowak KPH Wien/Krems

Mag. Ilse Wenzl Universität Wien, AECC Biologie

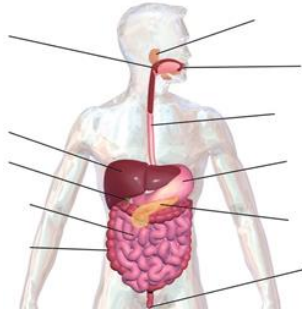
Mag. Christine Heidinger Universität Wien, AECC Biologie

Dr. Peter Pany Universität Wien, AECC Biologie

Traditionelle Prüfungsfrage: *Wie heißen die Abschnitte des Verdauungssystems und welche Aufgaben haben sie?*



Kompetenzorientierte Prüfungsaufgabe (Handlungskategorie Reproduktion):



Quelle: von VeronikaSidorevic111 (Eigenes Werk) [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia

1. Beschrifte die markierten Strukturen in der Abbildung.
2. Beschreibe den Weg, den ein Bissen Nahrung durch den Verdauungstrakt eines Menschen nimmt und erkläre, was in den einzelnen Abschnitten jeweils passiert.

Traditionelle Prüfungsfrage: *Welchem Ernährungstyp gehört der Mensch an, welchem der *Australopithecus boisei*?*



Kompetenzorientierte Prüfungsaufgabe (Handlungskategorie Transfer):

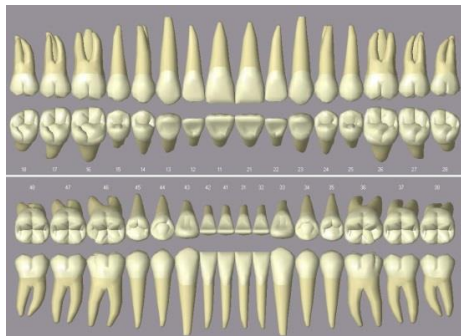


Abb.A: menschliches Gebiss

Von Jordan Sparks - Open Dental - Open Source Dental Management Software, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2756634>

1. Das Gebiss des Menschen wird als „Allesfressergebiss“ bezeichnet. Erläutere diese Zuordnung unter Bezugnahme auf Abb.A.
2. Vergleiche das menschliche Gebiss mit jenem des *Australopithecus boisei* hinsichtlich der Gemeinsamkeiten und Unterschiede und leite daraus den Ernährungstyp des *Australopithecus* ab.



Abb.B: Schädel von *Australopithecus boisei*

von Durova (Eigenes Werk) [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>) oder CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia Commons

Abbildung 1: Von traditionellen Prüfungsfragen zu kompetenzorientierten Aufgabenstellungen für die mündliche Reifeprüfung – Zwei Beispiele

Literatur

- [1] Lahmer, K. (2013). Zur Bedeutung von Operatoren. Wien: E. Dörner. http://files.dorner-verlag.at/onlineanhaenge/files/zur_bedeutung_von_operatoren_0.pdf (15.01.2016)
- [2] Ulf, A. & Saxalber, A. (2013). Typen sprachlichen Handelns („Operatoren“) in der neuen standardisierten schriftlichen Reife- und Diplomprüfung (SRDP) in Deutsch. In BiFi Wien (Hrsg.). https://www.bifie.at/system/files/dl/srdp_de_operatoren_2013-07-16.pdf. (15.01.2016)
- [3] Wenzl, I., Heidinger, C., Pany, P. (2016). Participatory Development of Competence-oriented Examination Tasks with Biology Teachers as Large Scale Professional Development Initiative. Conference Proceedings of the International Conference New Perspectives in Science Education. Limena: Libreriauniversitaria.it Edizio-ni-Webster.

„Evolution – Ein Roter Faden für die Schule“

Kumulatives Lernen von Variation und Selektion in Sekundarstufe I und II

Martin Scheuch, Heidemarie Amon, Patricia Hoffmeister, Jaqueline Scheibstock, Helene Bauer

Problemstellung

Die Evolutionstheorie ist die zentrale Theorie der Biologie. Unterricht soll darauf abzielen, SchülerInnen dabei zu unterstützen, ein tieferes Verständnis von wissenschaftlichen Vorstellungen entwickeln zu können. Um dies in Biologie zu ermöglichen, sollte Evolution nicht nur als zentrales Thema, sondern als durchgehendes Erklärungsprinzip im Biologieunterricht verwendet und explizit angesprochen werden. Die Lehrpläne, die dem Lehrplan folgenden Schulbücher und der danach ausgerichtete Unterricht leisten diesem Anspruch aktuell ungenügend Folge. Ohne Verständnis der Evolution aber bleibt für die Lernenden biologisches Faktenwissen ohne theoretische Basis und somit ohne sinnstiftenden Kontext.

Dieser Beitrag möchte bestehende Probleme aufzeigen und eine Sequenz von Lernangeboten zur Evolution vorstellen, die sich über die gesamte Sekundarstufe erstreckt, aufbauend konzipiert ist und die geforderte Kompetenzorientierung berücksichtigt.

Analyse: Lehrpläne und Evolution in Österreich

Die Lehrpläne in Österreich sind nach Schultypen getrennt konzipiert, es gibt keinerlei durchgängig gedachte Lernwege von der Primar- zur Sekundarstufe. Diese Problematik beginnt in der Volksschule, wo Evolution bzw. auch nur Entwicklungsgeschichte gar nicht vorkommt, obwohl das Interesse in diesem Alter an z.B. Fossilien und Dinosauriern sehr hoch ist [vgl. 1]. Im österreichischen Lehrplan [2] der Unterstufe für allgemeinbildende höhere Schulen findet sich Evolution das erste Mal in der 3. Klasse (7. Schulstufe), bezeichnet als „Entwicklungsgeschichte der Erde und des Lebens“ [2] oder leicht anders formuliert im Kompetenzmodell für die Sekundarstufe 1 „Geschichte der Erde und seiner Lebewesen“ [3] (siehe auch Beitrag Hopf, Kapelari und Lembens in diesem Heft). Die Schulbücher und Lehrer_innen wenden im Gegensatz zum Lehrplan den Begriff Evolution schon explizit an, sonst könnten bei PISA 2006 nicht fast 80% der SchülerInnen angeben,

hauptsächlich in der Schule Evolution gelernt zu haben [4]. Das zweite Mal findet sich Evolution inhaltlich im Lehrplan der neuen Oberstufe [5] verankert; leider erst wieder in der 8. Klasse (12. Schulstufe), als „Evolutionenmechanismen; chemische und biologische Evolution, Evolutionstheorien“ sowie „Entwicklungsgeschichte des Menschen“ und „Evolution als Basis für die Vielfalt der Organismen und für den Wandel von Ökosystemen, Organen und zellulären Strukturen“ [6]. In der neuen Oberstufe wurde das Kompetenzmodell der Sekundarstufe für Biologie adaptiert, im neuen Lehrplan integriert und gibt Leitlinien für den Biologie-Unterricht vor. Folgende Kompetenzbereiche beschäftigen sich mit evolutionärem Denken:

- Fachwissen aneignen und kommunizieren: W5: Biologische Vorgänge und Phänomene im Kontext ihres evolutionären Zusammenhangs erläutern.
- Erkenntnisse gewinnen: E2: Biologische Vorgänge und Phänomene hinsichtlich evolutionsbiologischer Kriterien analysieren und Beziehungen herausarbeiten.
- Bereich Standpunkte begründen und reflektiert handeln: S4: Menschliche Erlebens- und Verhaltensmuster aus evolutionsbiologischer Sicht reflektieren.

Zusätzlich wurden auch noch Basiskonzepte zur Unterstützung des kompetenzorientierten Lernens im Lehrplan integriert. Vor allem um generelle Prinzipien und Denkweisen in der Biologie zu erarbeiten und z.B. Transferaufgaben leisten zu können, bieten sich immer die Verknüpfungen zu den sieben Basiskonzepten an. Zwei von ihnen sind eng mit Evolution verbunden. Das erste ist „Reproduktion“, wo es auch um die Rolle der Reproduktion für evolutive Anpassungen geht, das zweite „Variabilität, Verwandtschaft, Geschichte und Evolution“ ist zur Gänze den Mechanismen und Phänomenen der Evolution gewidmet. Über diese Wege wurde Evolution von Seiten der Schulbehörden im Schulunterricht gestärkt und die Wichtigkeit für das biologische Denken betont. Allerdings bleibt nach wie vor eine große Verantwortung bei den Lehrer_innen, bei den vielen Unterrichtsinhalten

die Evolution als Erklärungsprinzip mit in ihren Unterricht hinein zu nehmen. Dies ist umso wichtiger, als aus zahllosen Studien bekannt ist, dass Schüler_innen große Probleme haben, die Mechanismen der Evolution zu verstehen und auch anzuwenden [7; 8].

Diese Befunde legen nahe, dass es einen kontinuierlich gedachten und über die gesamte Schullaufbahn geplanten Unterricht braucht, damit Schüler_innen Evolution begreifen können.

Roter Faden Evolution in der Schule und Spiral-Curriculum

Jerome Bruner hat als Psychologe das Lernen in verschiedenen Aspekten erforscht und zwei wesentliche Konzepte geprägt [9]. In seinem entdeckenden (engl. discovery) Lernen geht es darum, dass die Lernenden möglichst durch eigene Leistung ihr Wissen sukzessive aufbauen und die Lehrenden als Ermöglicher_innen und Unterstützer_innen zur Verfügung stehen (engl. scaffolding). Über die Jahre der schulischen Bildung gedacht, hat er das schulische Lernen als Spiral-Curriculum beschrieben [10]. Dabei wird eine fachliche Idee schon früh eingeführt und beschrieben – oft als Phänomen. In den folgenden Jahren wird immer wieder auf diese Idee zurückgegriffen, diese wiederholt und tiefgehend mittels neuer Phänomene und Konzepte erweitert. So wird immer wieder an bereits Gelerntes angeknüpft, das Wissen angewendet und um neue Fragestellungen vertieft. Diese Art von Lerngestaltung und langfristiger Unterrichtsplanung hilft den Lernenden zu generalisieren und allgemeinere Prinzipien abzuleiten, um so das konzeptuelle Lernen zu stärken [10].

Insofern sollte Evolution aufbauend immer wieder in der gesamten Schullaufbahn zum Thema gemacht werden, damit dieses zentrale Prinzip als Basiskonzept der Biologie in allgemeinbildenden höheren Schulen auch verstanden werden kann [11].

Ein Blick nach Nordamerika

Einen neuen und erfolversprechenden Weg schlagen die „Next Generation Science Standards“ (NGSS 2013) [12] in den USA ein. Hier wurde erstmals konsequent die gesamte schulische Bildungslaufbahn vom Kindergarten bis zum Ende der Sekundarstufe 2 in den Blick genommen und aufbauend konzipiert. Sogenannte „disciplinary core ideas“ [13] – am ehesten entsprechen sie den

„Basiskonzepten“ im deutschen [z.B. 14] oder dem neuen österreichischen Oberstufenlehrplan – werden als fachliches Konzept überschriftartig formuliert und danach aufbauend für die einzelnen Schulstufen beschrieben. Ein Beispiel „Natürliche Selektion“ [15] aus dem Bereich der Evolution (von den Autor_innen übersetzt):

- Schulstufen 3-5: Manchmal bieten die Unterschiede der Merkmale zwischen Individuen derselben Art Vorteile für das Überleben, das Finden von Fortpflanzungspartnern und die Reproduktion.
- Schulstufen 6-8: Natürliche Selektion führt zu Dominanz von manchen Merkmalen in einer Population und zur Verdrängung von anderen Merkmalen. Die künstliche Selektion ermöglicht den Menschen Einfluss auf bestimmte Merkmale bei Lebewesen auszuüben. Dabei werden Elternindividuen nach den gewünschten Merkmalen, die genetisch verankert sind, ausgewählt, wodurch diese an deren Nachkommen weitergegeben werden.
- Schulstufen 9-12: Natürliche Selektion findet statt wenn Individuen einer Population sowohl genetisch als auch in Bezug auf ihre Merkmalsausprägung Variation aufweisen. Diese Merkmalsvariation führt zu unterschiedlicher Angepasstheit zwischen den Individuen. Die Merkmale, die einen positiven Effekt auf das Überleben haben, verbreiten sich in der Population durch vermehrte Weitergabe an die Nachkommen.

Bei dieser Umgestaltung wurde das inhaltliche Curriculum aus der Fachlogik heraus neu gedacht und gleichzeitig die Perspektiven der Lernenden und deren Lernschritte mit einbezogen. Diese Konzeption folgt dem Ansatz des Spiral-Curriculums [9; 10], wo grundlegende Ideen sehr früh eingeführt werden, die Lernenden dann zu diesen Ideen immer wieder zurückkehren, sie wiederholen und vertiefen. Die Aufgabe der Lernenden ist es, das neu dazugekommene Wissen zu kontextualisieren, Verknüpfungen zum bereits Gelernten herzustellen. Für die Lehrenden bedeutet das, im Unterricht die Schwierigkeit der Aufgabenstellungen immer weiter zu steigern und so immer komplexere Problemstellungen zur Bearbeitung zu entwickeln [9]. So kann über die Schulkarriere hinweg ein kontinuierliches sinnstiftendes Lernen mit einem sukzessiven Konzeptaufbau betrieben werden. Wie kann man sich einen solchen Unterricht nun vorstellen?

Ein Vorschlag für kumulatives Lernen zu Evolution am Beispiel Variation & Selektion

Lernaufgaben können eine sehr schüler_innenzentrierte Methode sein [16]. Die Rolle der Schüler_innen in der Unterrichtsplanung zu berücksichtigen ist wesentlich, das war auch eine zentrale Erkenntnis des Artikels von Jelemenská zum Unterricht mit dem Inhalt Evolution [17]. Aktuell empfiehlt auch Kattmann [18] diese Vorgangsweise und steuert die von ihm zusammengetragene umfassende Forschung zu Schüler_innenvorstellungen der Biologie bei. Auch Hammann & Asshoff [19] haben in ihrem Buch die Schüler_innenvorstellungen zu verschiedenen biologischen Themenkomplexen gesammelt (z.B. Evolution: S. 227-255). Diese beiden Bücher [18, 19] helfen bei der Entwicklung von Aufgabenstellungen, da sie grundlegende Schüler_innenvorstellungen in Biologie und Evolution gut aufbereitet haben.

Von Heidemarie Amon und Patricia Hoffmeister (chem. Jelemenská) wurden von 2009-2010 Unterrichtseinheiten zum Thema „Roter Faden Evolution“ unter Berücksichtigung von fachdidaktischen Forschungsergebnissen geplant. Sie entwickelten drei Unterrichtsstunden für die 4. Klasse und jeweils fünf für die 5. und 6. Klasse. Inhaltlich geht es in der 4. Klasse schwerpunktmäßig um künstliche und natürliche Selektion, in der 5. Klasse ausschließlich um natürliche Selektion und Artbildung und in der 6. Klasse um sexuelle Selektion. Diese drei Unterrichtseinheiten sind aufbauend konzipiert. Durch Begleitforschungen in der 4. und 6. Klasse, wo Schüler_innen vor und nach der Einheit interviewt wurden, hat es sich ergeben, dass es vorab noch der Einführung und Klärung grundlegender Begriffe (z.B.: Art, Rasse, Population) bedarf. Aus diesem Grund wird derzeit eine zusätzliche Sequenz in einer früheren Schulstufe (5. Schulstufe bzw. 1. Klasse) geplant, auf der im Sinne des Spiralcurriculums die weiteren Einheiten aufbauen können. Das Ziel dieser schulstufenübergreifenden Unterrichtssequenz ist die Entwicklung von Verständnis zur Evolution durch kontinuierlich gestaltete Lernwege über schüler_innenzentrierte Lernaufgaben.

Unterrichtssequenzen zur Evolution im Spiral-Curriculum

Die 1. Unterrichtssequenz beschäftigt sich mit lebensweltnahen Thematiken, den Hunderassen und der Hundezüchtung durch den Menschen im Kapitel Wirbeltiere der 5. Schul-

stufe. Zuerst wird allgemein der Zeichentrickfilm (Es war einmal das Leben – 1. Folge) gezeigt, der die Entwicklung des Lebens kurz zusammenfasst. Dann sollen die Lernenden unterschiedliche Hundeindividuen auf Kärtchen in einzelne Gruppen (Rassen) einteilen. Anschließend wird die Entwicklung vom Wolf zum Hund thematisiert – mit dem Ziel der Einführung und Klärung der Begriffe „Art“, „Rasse“, „Population“ und „Variation“. Dazu liefern die Schüler_innen eine selbst geschriebene Geschichte ab, in der sie ihre Vorstellungen von der Entwicklung der Wölfe hin zu den heute modernen Hunderassen entsprechend beschreiben. Hier soll den Lernenden das erste Mal das Denken in Populationen vermittelt werden.

Die 2. Unterrichtssequenz für die 4. Klasse (8. Schulstufe) legt ihr Augenmerk auf die natürliche Selektion, wofür das Verständnis der Konzepte zu Population und Variation Voraussetzung ist. Dementsprechend wird auf das Beispiel der „Hundezüchtung“ zurückgegriffen, und die Bedeutung der Vielfalt als Ausgangspunkt für künstliche Selektion wird vertieft. In weiterer Folge werden die Unterschiede zwischen Züchtung (=künstliche Selektion) und natürlicher Selektion am Beispiel der Darwinfinken und deren unterschiedlichen Schnabelgrößen behandelt. Die Beforschung [20], speziell dieser Unterrichtssequenz, bestätigt erfolgreiche Effekte beim Lernen von Evolution – respektive der Konzepte Variation und natürliche Selektion – durch diese auf Schüler_innenvorstellungen basierenden Lernangebote. Dies zeigt das folgende Zitat aus der Explikation [21] des Post-Interviews mit einer der befragten Schüler_innen:

Die Vorstellungen von Anna [Synonym] in Bezug auf Selektion haben sich nach dem Unterricht insofern verändert bzw. erst so richtig entwickelt, als dass sie nun nicht mehr von eigens initiierten anpassenden Handlungen und einer adaptiven körperlichen Umstellung der Individuen ausgeht. Stattdessen wird an die Vorstellung über die Unterschiedlichkeit von Individuen einer Population – diese war bereits im Prä-Interview vorhanden und wurde weiter durch den Unterricht bestärkt – angeknüpft und die Veränderungen einer ganzen Art in Richtung optimale Anpassung auf das alleinige Überleben besser angepasster Lebewesen zurückgeführt (S.82) [22].

In der 3. Unterrichtssequenz (5. Klasse bzw. 9. Schulstufe) wird die Bedeutung der Variation für die Selektion wiederholt und vertieft. Ökologische Zusammenhänge werden im Kontext von Evolution behandelt. Am Beispiel der Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*) lernen Schüler_innen, dass die globale Erwärmung einen Einfluss auf

das Zugverhalten der Vögel hat. Es ist allgemein bekannt, dass viele Vogelarten aus Mitteleuropa im Herbst in den Süden fliegen und im Frühjahr zurückkommen. Seit den 1960-iger Jahren wird bei der Mönchsgrasmücke beobachtet, dass ein Teil der Zugvögel im Frühjahr nicht mehr aus dem Südwesten nach Mitteleuropa, sondern aus dem Nordwesten kommt: Eine zunehmende Anzahl von Mönchsgrasmücken überwintert auch auf den Britischen Inseln. Den Kontext zum Thema Evolution bildet die Auswirkung von veränderten Umweltbedingungen auf die „aktuell“ ablaufende Artbildung am Beispiel der Mönchsgrasmücke. Dies ist neben den Darwinfinken ein weiterer gut untersuchter Fall beginnender Artbildung aus unseren Breiten.[23]

Den fachlichen Rahmen für die 4. *Unterrichtssequenz* in der 6. Klasse (10. Schulstufe) geben die Themen Sexualität und Verhaltensforschung vor. Neben der natürlichen Selektion, die in den vorangegangenen Unterrichtseinheiten behandelt wurden, steht die Ausbildung bestimmter Merkmale z.B. die Länge der Schwanzfedern durch sexuelle Selektion im Vordergrund. Bereits Darwin erkannte, dass sich mit der natürlichen Selektion manche Merkmale wie auffällige Gefeder oder riesige Geweihe nicht erklären lassen. Die Lösung fand er in der sexuellen Selektion. Sexuelle Selektion relativiert die Vorstellung der „optimalen“ Anpasstheit. Die Verbindung zu den vorangegangenen Unterrichtseinheiten wird durch die Wiederholung der natürlichen Selektion als Evolutionsfaktor hergestellt.

Zusammenfassung und Ausblick

Diese vier Unterrichtssequenzen, die sich über sechs Schuljahre ziehen und dem Leitgedanken des Spiral-Curriculums folgen, sind lehrbuchunabhängig und auf selbstständigem Denken und auf das Analysieren von Daten aufgebaut. In jeder Sequenz wurden Inhalte des Lehrplans als Ausgangspunkt genommen. Die eingesetzte Methodenvielfalt fördert auf der einen Seite die Entwicklung verschiedenster Kompetenzen, auf der anderen Seite ermöglicht das Verschriftlichen der Ergebnisse und Aufgaben die Kontrolle des Wissenstandes der Schüler_innen durch die Lehrkraft. Dadurch kann die Lehrperson ohne viel Mühe, die Schüler_innenvorstellungen und Lernfortschritte der Schüler_innen während der Sequenzen und über die Jahre mitverfolgen und damit arbeiten. Derzeit

wird die gesamte Sequenz im Rahmen einer Diplomarbeit auf konzeptionelle Konsistenz überprüft und weiter verbessert [24].

Die Unterrichtsplanung orientiert sich an empirisch erhobenen Schüler_innenvorstellungen und versucht den Lernschwierigkeiten der Schüler_innen zu begegnen, indem mit dem hier zusammengefassten schrittweisen Aufbau einen roten Faden zur Evolution gesponnen wird: In der ersten Klasse sollen die Begriffe Population, Rasse und Art eingeführt werden, der künstliche Selektionsfaktor ist der züchtende Mensch, die Variation sind unterschiedliche Eigenschaften von Individuen, die dem Menschen für die Zuchtauswahl zur Verfügung stehen. Die nächste Sequenz in der vierten Klasse wiederholt die künstliche Selektion und leitet über zur natürlichen Selektion und der Ideengeschichte der Evolution nach Darwin. Der Artbildungsprozess auf Grund von veränderten Umweltbedingungen wird in der dritten Sequenz, anknüpfend an die Darwinfinken, vertiefend behandelt. Im Kontext von Verhaltensbiologie und Sexualität wird dann in der vierten Sequenz die sexuelle Selektion als eine weitere Form der Selektion thematisiert. Durch alle Sequenzen ziehen sich das Populationsdenken und die Variation von Merkmalen als Grundlage für wie auch immer geartete Selektionsprozesse. Es wird versucht, auf die Vielgestaltigkeit der Variation und der Selektionsfaktoren hinzuweisen, um ein Verinnerlichen und Verstehen zu fördern und über reines Definieren lernen hinaus zu kommen. Es wird insgesamt das Ziel verfolgt, den Schüler_innen verständlich zu machen, welche Voraussetzungen gegeben sein müssen, damit eine Art „angepasst“ ist. Eine Population bzw. ein Individuum müssen überleben, um sich erfolgreich fortpflanzen zu können. Dieses einfach erscheinende Prinzip ist, wenn es nicht verinnerlicht wurde, ein Lernhindernis beim Verständnis des zentralen Evolutionsmechanismus.

Mag. Dr. Martin Scheuch *Universität Wien, AECC Biologie*

Mag. Heidemarie Amon *Universität Wien, AECC Biologie;*
Akademisches Gymnasium Wien

Dr. Patricia Hoffmeister *Didaktik der Biologie, Technische*
Universität Dortmund

Mag. Jaqueline Scheibstock *Universität Wien, AECC*
Biologie; Maturaschule Dr. Roland

Helene Bauer *Universität Wien, AECC Biologie*

Literatur

- [1] Dawson, C. (2000). Upper primary boys' and girls' interests in science: have they changed since 1980? *International Journal of Science Education*, 22(6), 557-570.
- [2] <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568> – (16.11.2016) Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen, Fassung vom 16.11.2016
- [3] https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf - (16.11.2016) - Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe
- [4] Grafendorfer, A., & Neureiter, H. (2009). Unterricht in Naturwissenschaft. In C. Schreiner & U. Schwantner (Eds.), *PISA 2006: Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschaftsschwerpunkt* (pp. 336-350). Graz: Leykam.
- [5] https://www.ris.bka.gv.at/Dokument.wxe?Abfrage=BgblAuth&Dokumentnummer=BGBLA_2016_II_219 – (16.11.2016) 219. Verordnung der Bundesministerin für Bildung, mit der die Verordnung über die Lehrpläne der allgemein bildenden höheren Schulen geändert wird
- [6] https://www.ris.bka.gv.at/Dokument.wxe?Abfrage=BgblAuth&Dokumentnummer=BGBLA_2016_II_219 – (16.11.2016) 219. Verordnung der Bundesministerin für Bildung, mit der die Verordnung über die Lehrpläne der allgemein bildenden höheren Schulen geändert wird
- [7] Weitzel, H., & Gropengießer, H. (2009). Vorstellungsentwicklung zur stammesgeschichtlichen Anpassung: Wie man Lernhindernisse verstehen und förderliche Lernangebote machen kann. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 287-305.
- [8] Wandersee, J. H., Good, R. G., & Demastes, S. S. (1995). Forschung zum Unterricht über Evolution: Eine Bestandsaufnahme. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 1, 43-54.
- [9] Bates, B. (2016). *Learning Theories Simplified ... and how to apply them to teaching*. Los Angeles, London, New Dehli, Singapore, Washington DC: Sage.
- [10] Aubrey, K., & Riley, A. (2016). *Understanding & Using Educational Theories*. Los Angeles, London, New Dehli, Singapore, Washington DC: Sage.
- [11] Gropengießer, H. (2010). Biologie unterrichten. In H. Gropengießer, M. Beier, & J. Wolter (Eds.), *Biologie* (1. Aufl. ed.). Stuttgart ; Leipzig: Klett.
- [12] <http://www.nextgenscience.org/> (29.3.2016) Next Generation Science Standards of USA
- [13] <http://nstahosted.org/pdfs/ngss/20130509/MatrixOfDisciplinaryCoreIdeasInNGSS-May2013.pdf> (29.3.2016) Disciplinary Core Ideas in biology
- [14] Schmiemann et al. 2012. Lernen mit biologischen Basiskonzepten. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 65. S. 105-109
- [15] <http://nstahosted.org/pdfs/ngss/20130509/MatrixOfDisciplinaryCoreIdeasInNGSS-May2013.pdf> (29.3.2016) Disciplinary Core Ideas in biology: LS4.B – natural selection
- [16] Stäudel, L. (2006). Von der Testaufgabe zur Lernaufgabe. In U. Steffens (Ed.), *PISA macht Schule - Konzeptionen und Praxisbeispiele zur neuen Aufgabenkultur* (pp. 181-240): Inst. Für Qualitätsentwicklung.
- [17] Jelemská, P. (2012). Lehrervorstellungen zum Lehren und Lernen von Evolution - eine Fallstudie zum fachdidaktischen Coaching. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 229-259.
- [18] Kattmann, U. (2015). *Schüler besser verstehen - Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht*: Aulis Verlag.
- [19] Hammann, M., & Asshoff, R. (2015). *Schülervorstellungen im Biologieunterricht*: Klett Cotta & Kallmeyer.
- [20] Befragung (problemzentrierte Einzelfallinterviews mit Leitfragebogen) von 4 ProbandInnen vor und nach des Evolutionsunterrichts (Prä- & Post-Interviews).
- [21] Teil der qualitativen Inhaltsanalyse des problemzentrierten Einzelfall-(Post-)Interviews
- [22] Scheibstock, J. (2014). Lerneffekte im Unterricht zum Thema Evolution – eine Untersuchung zur Entwicklung von SchülerInnenvorstellungen zu Selektion und Variation. Universität Wien.
- [23] <http://aeccbio.univie.ac.at/schwerpunkt-biodiversitaet/2010-jahrder-biodiversitaet/april/> (27.3.2016) - Der Fall Mönchsgrasmücke – wann gibt's eine neue Art?
- [24] Bauer, H. (in prep.) Kumulativer Unterricht zur Evolution. Analyse einer Unterrichtssequenz über die gesamte Sekundarstufe mit Hilfe von PCK. Universität Wien.

Wissen und Können erwerben, anwenden und sichtbar machen – Kompetenzmodelle in den naturwissenschaftlichen Fächern

Gerhard Kern, Brigitte Koliander, Anja Lembens

Schulischem Lernen wird gerne vorgeworfen, es wäre zu wenig anwendungsorientiert, also praxisfern, die Lehrpläne seien überfrachtet und gehörten entrümpelt. Was man in der Schule lerne, sei totes Wissen, dessen Sinnhaftigkeit von SchülerInnen nicht greifbar, man „brauche es später nie wieder“. Reduziert man „Lernen“ auf reines Faktenlernen, bei dem Wissen sich darin erschöpft, dass man Fakten wiederzugeben im Stande ist, so scheint diese Kritik durchaus berechtigt. Lernen, selbst schulisches Lernen, war jedoch immer schon mehr als das. Allerdings hat der Fokus auf Handlungsorientierung, also darauf, wie Lernende Wissen, Erkenntnisse und Fertigkeiten erwerben, anwenden und Konsequenzen daraus ziehen, erst in jüngerer Zeit an Bedeutung gewonnen. Kompetenzmodelle beschreiben, woran man erkennen kann, ob Schülerinnen und Schüler über die angestrebten Kompetenzen verfügen.

„Im Sinne des BGBI. II, Nr. 1/2009 sind ‚Kompetenzen längerfristig verfügbare kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, die von Lernenden entwickelt werden und die sie befähigen, Aufgaben in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsbewusst zu lösen und die damit verbundene motivationale und soziale Bereitschaft zu zeigen‘ [1]. Kompetenzmodelle sind ‚prozessorientierte Modellvorstellungen über den Erwerb von fachbezogenen oder fächerübergreifenden Kompetenzen‘. Diese Kompetenzen werden durch sogenannte Deskriptoren im Detail beschrieben.“ [2, S. 5]

Im Bereich der berufsbildenden Schulen hat die Entwicklung von Kompetenzmodellen schon früh begonnen (für berufsbildende höhere Schulen siehe [3], für mittlere Schulen [4]), so dass die 2007 vom Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens (BIFIE) mit der Ausarbeitung von Bildungsstandards für die Sekundarstufe I beauftragte Gruppe darauf zurückgreifen konnte. Das führte, auch in Anlehnung an das zuvor in Deutschland entwickelte Modell [5], zu einem dreidimensionalen

Modell, das Inhaltsdimension, Handlungsdimension und Anforderungsdimension umfasst ([6]). Bis 2011 wurde dabei nicht nur der ursprüngliche Entwurf des Modells für die Sekundarstufe I mehrfach überarbeitet, sondern es wurden auch prototypische Aufgaben entwickelt, die zeigen sollten, wie das Modell gemeint ist. Eine Auswahl dieser Aufgaben findet sich in [7]. Sie können online mit SchülerInnen bearbeitet werden und lassen sich als pdf- oder Word-Files zur Adaptierung für den eigenen Unterricht downloaden. Verordnet sind Bildungsstandards für Naturwissenschaften in der Sek I bislang nicht.

Mit der Einführung der neuen Reifeprüfung an AHS ergab sich die Notwendigkeit, ein Kompetenzmodell für die Oberstufe zu entwickeln, weil §29(1) der Reifeprüfungsverordnung verlangt, dass „jeder Prüfungskandidatin und jedem Prüfungskandidaten im gewählten Themenbereich eine kompetenzorientierte Aufgabenstellung, welche in voneinander unabhängige Aufgaben mit Anforderungen in den Bereichen der Reproduktions- und Transferleistungen sowie der Reflexion und Problemlösung gegliedert sein kann, schriftlich vorzulegen“ ist [8]. Da Kompetenzen über lange Zeiträume entwickelt und erworben werden, war klar, dass ein Oberstufenkompetenzmodell auf dem der Sekundarstufe I aufbauen muss. So entstand für eine von den LandesschulinspektorInnen eingeforderte fachspezifische Handreichung zur mündlichen Matura ein erstes Kompetenzmodell [2], das sich an der Dreidimensionalität des Sek I-Modells [6] orientiert, Forderungen aus dem allgemeinen Teil des Lehrplans 2004 [9] berücksichtigt, mit dem BHS-Modell kompatibel ist und mit dem Modell der deutschen Kultusministerkonferenz für den mittleren Schulabschluss [5] abgeglichen wurde. Die Arbeit an beispielhaften Aufgaben, die nach dem ersten Entwurf des Modells erstellt wurden, sowie Rückmeldungen aus der KollegInnenschaft, führten zu der aktuellen Version, die nun im semestrierten Lehrplan für die Oberstufe der AHS [10] verordnet ist.

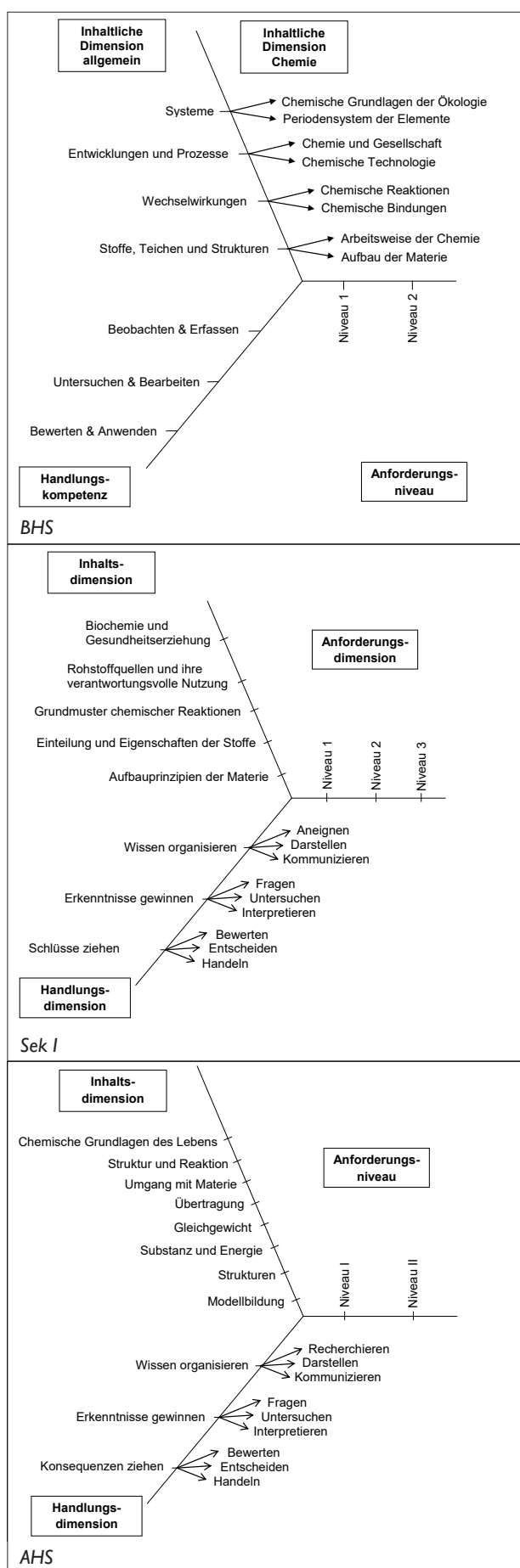


Abbildung 1 zeigt die drei Kompetenzmodelle für BHS, Sek I und AHS-Oberstufe im Vergleich

Im Folgenden soll besonderes Augenmerk auf die Handlungsdimension in den drei Modellen gelegt werden. Im BHS- und im Sek I-Modell gibt es eine gemeinsame Handlungsdimension für alle drei naturwissenschaftlichen Disziplinen, wobei im BHS-Bereich auch die Inhalte von Biologie, Chemie und Physik im gemeinsamen Fach Naturwissenschaften gelehrt und gelernt werden. In der Sek I werden die drei Fächer getrennt unterrichtet, ebenso in der Oberstufe der AHS. In letzterer variiert auch die Handlungsdimension in den drei Fächern geringfügig. In der Anforderungsdimension findet man je nach Modell zwei oder drei Niveaustufen (Abb. 1).

In Abbildung 2 ist ein Ausschnitt aus der Synopse der Handlungsdimensionen der drei Modelle von BHS, Sekundarstufe I und AHS-Oberstufe wiedergegeben. Für die AHS Oberstufe ist daraus auch die Zuordnung der einzelnen Deskriptoren zu den „Anforderungen in den Bereichen der Reproduktions- und Transferleistungen sowie der Reflexion und Problemlösung“ [8, §29(1)] ersichtlich. In der Abbildung sind sowohl die Gemeinsamkeiten als auch die Unterschiede zwischen den drei Modellen erkennbar. So findet sich etwa der Deskriptor A.3 aus dem BHS-Modell (Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen der Natur mit Hilfe von Formeln, Größen und Einheiten beschreiben) in erweiterter Form als W 3 des Modells der Sek I wieder (... Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren). Im Analogon für die AHS-Oberstufe kommen noch die Verwendung von Modellen und der chemischen Fachsprache hinzu: Daten sowie Vorgänge und Phänomene in Natur und Technik in verschiedenen Formen (Text, Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, Modell, ...) unter Verwendung der chemischen Fachsprache adressatengerecht darstellen und erläutern (WO 2). Fachlich korrektes und folgerichtiges Argumentieren kommt im BHS-Modell nur implizit vor, im Sek I-Modell findet es sich im Bereich „Schlüsse ziehen“, in der Sek II (AHS) im Bereich „Wissen organisieren“. Dort steht der Aspekt der Kommunikation im Vordergrund. Die vollständige Zusammenschau findet sich in der Online-Ressource „Synopse_Handlungsdimension_Sek_I_AHS_BHS“ [11]. Im Folgenden soll am Themenbereich Redoxreaktionen in der AHS-Oberstufe anhand von zwei Beispielen die Verschränkung von Inhaltsdimension und Handlungsdimension aufgezeigt werden (Abb. 3 und 4).

Beobachten und erfassen	Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	Wissen organisieren: Recherchieren, Darstellen, Kommunizieren
A.1 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen der Natur beobachten und naturwissenschaftliche Zusammenhänge erfassen. A.2 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt systematisch Basiskonzepten oder Prinzipien zuordnen und in der entsprechenden Fachsprache beschreiben. A.3 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen der Natur mit Hilfe von Formeln, Größen und Einheiten beschreiben. A.4 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen der Natur mit Hilfe von einfachen Gesetzmäßigkeiten beschreiben, darstellen und erläutern. A.5 Ich kann die Bedeutung naturwissenschaftlicher Vorgänge für Wirtschaft, Technik und Umwelt erfassen und verstehen.	Ich kann einzeln oder im Team ... W 1 ... Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen W 2 ... aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen W 3 ... Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren W 4 ... die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben	Ich kann einzeln und im Team ... WO 1 ... unterschiedliche, relevante Quellen ausfindig machen und daraus fachspezifische Informationen entnehmen. (Reproduktion, R) WO 2 ... Daten sowie Vorgänge und Phänomene in Natur und Technik in verschiedenen Formen (Text, Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, Modell, ...) unter Verwendung der chemischen Fachsprache adressatengerecht darstellen und erläutern. (Reproduktion, R) WO 3 ... fachlich und fachsprachlich korrekt und folgerichtig argumentieren. (Transfer, T) WO 4 ... Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten aus anderen Disziplinen heranziehen, um chemisches Wissen zu organisieren. (Problemlösen, P) WO 5 ... die Bedeutung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Modelle für die Entwicklung von Zivilisation und Kultur darstellen, erläutern und diskutieren. (Reflexion, F) WO 6 ... die Bedeutung chemischer Vorgänge und Phänomene darstellen, erläutern und diskutieren. (Reflexion, F)

Abb. 2: Synopse der Handlungsdimensionen der Kompetenzmodelle Naturwissenschaften/Chemie von BMHS, Sek I und AHS-Oberstufe (Ausschnitt)

Aufgabe 1:

Magnesiumoxid reagiert mit Chlorwasserstoff, wobei sich Magnesiumchlorid und Wasser bilden.

- Stellt für diesen Vorgang eine Reaktionsgleichung auf!
- Welchen Typ von Reaktionen stellt der Vorgang dar?
- Begründet eure Antwort!
- Erläutert anhand dieser Gleichung, wie man Oxidationszahlen bestimmt und warum die in b) gestellte Frage tückisch sein könnte!

Inhaltsdimension

Donator-Akzeptor-Wechselwirkungen als grundlegendes Prinzip chemischer Reaktionen am Beispiel von Protolysegleichgewichten und Redoxreaktionen erläutern (Modul 6¹)

Handlungsdimension

Ich kann ...

- ... Daten sowie Vorgänge und Phänomene in Natur und Technik in verschiedenen Formen (Text, Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, Modell, ...) unter Verwendung der chemischen Fachsprache adressatengerecht darstellen und erläutern. (WO 2, R)
- ... fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren. (WO 3, T)
- ... naturwissenschaftliche Modelle verwenden, um Daten und Ergebnisse von Untersuchungen sowie Vorgänge und Zusammenhänge zu erklären. (EO 4, T)
- ... einen Problemlöseprozess oder ein Modell kritisch reflektieren und gegebenenfalls Alternativen entwickeln. (KO 5, P)²

¹ Neuer Lehrplan [10], S. 83

² Neuer Lehrplan [10], S. 81f.

Abb. 3: Beispielaufgabe

Aufgabe 2:

In der Einführung in die Elektrochemie sollen SchülerInnen folgenden Versuch durchführen:

Verschiedene Metalle (Stäbe, Bleche, Drähte) werden in Metallsalzlösungen (jeweils 0,05 mol/L) eingetaucht, und es wird beobachtet, was passiert. Zur Dokumentation der Ergebnisse kann eine Tabelle folgender Art verwendet werden:

	Cu^{2+}	Zn^{2+}	Ag^+
Cu	1	2	3
Zn	4	5	6
Ag	7	8	9

Das Ereignis ist entweder die Abscheidung eines Metalls aus der Lösung oder es passiert nichts. (Eintrag A bei Abscheidung oder Strich, wenn nichts Sichtbares passiert.)

Standardreduktionspotentiale E° (V)	
$\text{Li}^+ + e^- \rightarrow \text{Li}$	– 3,03
$\text{K}^+ + e^- \rightarrow \text{K}$	– 2,82
$\text{Na}^+ + e^- \rightarrow \text{Na}$	– 2,71
$\text{Mg}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mg}$	– 2,40
$\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$	– 1,69
$\text{Zn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}$	– 0,76
$\text{Cr}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Cr}$	– 0,51
$\text{Fe}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Fe}$	– 0,44
$\text{Ni}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ni}$	– 0,25
$\text{Sn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Sn}$	– 0,16
$\text{Pb}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Pb}$	– 0,13
$2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$	$\pm 0,0$
$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$	+ 0,35
$\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$	+ 0,81
$\text{Hg}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Hg}$	+ 0,86
$\text{Au}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Au}$	+ 1,38

Welches Ergebnis werden die SchülerInnen erhalten? Füllt unter Zuhilfenahme der elektrochemischen Spannungsreihe die Tabelle aus! Erläutert anhand zweier verschiedener Versuchsausgänge eure Vorgehensweise bei der Vorhersage der Ergebnisse! (Zur Vereinfachung sind die Felder der Tabelle nummeriert.)

Inhaltsdimension

Kenntnisse über Redoxreaktionen auf Aufgabenstellungen zu elektrochemischen Vorgängen anwenden (RG Modul 6)

Handlungsdimension

Ich kann ...

- ... unterschiedliche, relevante Quellen ausfindig machen und daraus fachspezifische Informationen entnehmen. (WO 1, R)
- ... Daten sowie Vorgänge und Phänomene in Natur und Technik in verschiedenen Formen (Text, Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, Modell, ...) unter Verwendung der chemischen Fachsprache adressatengerecht darstellen und erläutern. (WO 2, R)
- ... fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren. (WO 3, T)
- ... naturwissenschaftliche Modelle verwenden, um Daten und Ergebnisse von Untersuchungen sowie Vorgänge und Zusammenhänge zu erklären. (EO 4, T)
- ... auf der Basis von Daten und Untersuchungsergebnissen sowie deren Interpretation Hypothesen über Vorgänge und Zusammenhänge aufstellen. (EO 6, P)

Abb. 4: Beispielaufgabe

Weitere Aufgabenbeispiele sowie ein möglicher Planungsrastrer stehen als Online-Ressourcen „Beispiele_kompetenzorientierter_Aufgaben_für_die_AHS“ und „Inhalt_x_Handlung_Redox_A3“ auf [11] zur Verfügung. Eine Unterrichtsaufgabe für BHS findet sich im Artikel von Koliander, B. & Lembens, L.: *Redoxreaktionen im Kontext „Brennstoffzelle“: Eine fächerübergreifende Aufgabenstellung zur Illustration des Kompetenzmodells der berufsbildenden Schulen* in diesem Heft, S.31.

Mag. Gerhard Kern Universität Wien, AECC Chemie
Dipl. Ing. Brigitte Koliander PH Niederösterreich
Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens Universität Wien,
AECC Chemie

Literatur

- [1] BGBl. II, Nr. 1/2009 vom 2. Jänner 2009. Alle Gesetzestexte sind abrufbar über das Rechtsinformationssystem des Bundeskanzleramts <https://www.ris.bka.gv.at/> (Stand: Dezember 2016)
- [2] Abels, S., Becker, R., Kern, G., Kerschbaumer, M., Koliander, B., Langer, E., Lembens, A., Puddu, S. und Steininger, R. (2013). Die kompetenzorientierte Reifeprüfung Chemie. Richtlinien und Beispiel für Themenpool und Prüfungsaufgaben. Wien: BMBF. https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung_ahs_lfch_22323.pdf?5I52km (Stand: Dezember 2016)
- [3] Faissner, E., Flöry, P., Jaklin, J., Kiss, A., Koliander, B., Lang, O., Weiglhofer, H., Wiesinger, J., Ziegelbecker, R., Christian Dorninger, C. (o. J.). Naturwissenschaftliche Bildungsstandards - Berufsbildende Höhere Schulen. http://www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/fileadmin/content/bbs/AGBroschueren/NaturwissenschaftenBHS_Vers.09.pdf (Stand: Dezember 2016)
- [4] Faissner, E., Flöry, P., Jaklin, J., Kiss, A., Koliander, B., Lang, O., Weiglhofer, H., Wiesinger, J., Ziegelbecker, R., Christian Dorninger, C. (o. J.). Naturwissenschaftliche Bildungsstandards - Berufsbildende Mittlere Schulen. http://www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/fileadmin/content/bbs/AGBroschueren/Naturwissenschaften_Fachschule_Version_3.pdf (Stand: Dezember 2016)
- [5] Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2005). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. München: Wolters Kluwer Deutschland. http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Chemie.pdf (Stand: Dezember 2016)
- [6] Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe. https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf (Stand: Dezember 2016)
- [7] <https://aufgabenpool.bifie.at/nawi/> (Aufgabenpool) (Stand: Dezember 2016)
- [8] BGBl. II, Nr. 174 vom 30. Mai 2012. Siehe Anmerkung zu [1]
- [9] BGBl. II, Nr. 277 vom 8. Juli 2004. Siehe Anmerkung zu [1]
- [10] BGBl. II, Nr. 219/2016 vom 9. August 2016. Siehe Anmerkung zu [1]
- [11] Online-Ressourcen zu Plus Lucis, Heft 1/2017 <http://aeccc.univie.ac.at/unterrichtsmaterialien/> (Stand: Dezember 2016)

Lerngelegenheiten zum Thema Redoxreaktionen und zur Handlungsdimension ‚Schlüsse ziehen‘ / ‚Konsequenzen ziehen‘ schaffen

Elisabeth Hofer, Rosina Steininger, Anja Lembens

„Kompetenzen werden nicht unterrichtet, sie werden von den Schülern erworben.“ [1]

Mit diesem Zitat betont Christian Fahse, dass ein kompetenzorientierter Unterricht nur dann möglich ist, wenn Lerngelegenheiten geschaffen werden, in denen sich SchülerInnen aktiv am Unterrichtsgeschehen beteiligen und dadurch Kompetenzen entwickeln, anwenden und festigen können. Während die zu erreichenden Kompetenzen in den Kompetenzmodellen der verschiedenen Schulstufen (siehe Basisartikel von Kern, Koliander und Lembens) explizit ausgewiesen sind [2, 3], ist das Angebot an Materialien und Vorschlägen zu adäquaten Lerngelegenheiten überschaubar.

Im Zuge der ‚neuen‘ mündlichen Reifeprüfung sollen die SchülerInnen neben einer „Reproduktionsleistung“ und „Transferleistung“ zusätzlich eine „Leistung im Bereich von Reflexion und Problemlösung“ [4] zeigen.

Aufgabenstellungen, welche die Anwendung von Kompetenzen in diesem Bereich erfordern bzw. überhaupt ermöglichen, sind bis dato eher wenig verbreitet, sodass dieser Bereich die vermutlich größte Veränderung für LehrerInnen und SchülerInnen darstellt. Für Lehrpersonen ist diese Veränderung insofern herausfordernd, als dass sie diese ‚neuartigen‘ Aufgabenstellungen nicht nur entwickeln und gestalten, sondern ihre SchülerInnen im Zuge des Unterrichts auch auf deren Bearbeitung vorbereiten müssen. Auf Letzteres möchten wir in diesem Artikel eingehen und Materialien zum Thema Redox-Reaktionen vorstellen, mit denen Lerngelegenheiten zur Entwicklung von Kompetenzen der Handlungsdimension ‚Schlüsse ziehen‘ (Sekundarstufe I) bzw. ‚Konsequenzen ziehen‘ (Sekundarstufe II) geschaffen werden können.

Die in diesem Artikel präsentierten Beispiele fokussieren vor allem auf folgende Handlungskompetenzen:

Tabelle 1: Ausgewählte Kompetenzen der Handlungsdimensionen ‚Schlüsse ziehen‘ bzw. ‚Konsequenzen ziehen‘ [2, 3]

Sekundarstufe I	Sekundarstufe II
S1: Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.	KO 4: Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen sowie Schlussfolgerungen kritisch hinterfragen und Gründe für deren Annahme oder Verwerfung angeben. KO 3: Konkurrierende Interpretationsmöglichkeiten gegeneinander abwägen und auf dieser Basis Entscheidungen treffen.

Die Anwendung der oben genannten Kompetenzen ist kognitiv äußerst fordernd, nicht zuletzt deshalb, weil sie die Verknüpfung einer Vielzahl anderer Kompetenzen erfordert, wie beispielsweise¹

- „fachlich und fachsprachlich korrekt und folgerichtig argumentieren“ [3],
- „zu Vorgängen und Phänomenen in Natur und Technik Fragen stellen, Vermutungen aufstellen [...]“ [3] oder
- „naturwissenschaftliche Modelle verwenden, um Daten und Ergebnisse [...] sowie Vorgänge und Zusammenhänge zu erklären“ [3].

¹ Zugunsten der Übersichtlichkeit wurden an dieser Stelle exemplarisch Kompetenzen aus der Sekundarstufe II genannt. Ähnliche bzw. teilweise idente Formulierungen finden sich auch im Kompetenzmodell der Sekundarstufe I.

Für die Entwicklung und Festigung von Kompetenzen der Handlungsdimension ‚Schlüsse ziehen‘ bzw. ‚Konsequenzen ziehen‘ sind vor allem jene Lernumgebungen förderlich, in denen SchülerInnen zum Argumentieren und Diskutieren angeregt werden. In solchen Settings erfahren sie die Notwendigkeit, ihre eigenen Vorstellungen in Worte zu fassen, ihre Überlegungen zu präzisieren und gegebenenfalls zu erweitern. Dadurch kommt es zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit den fachlichen Inhalten, was grundlegend dafür ist, Daten, Fakten und Ergebnisse zu bewerten, um anschließend naturwissenschaftlich begründete Entscheidungen treffen zu können. Als ‚Kristallisationskeime‘ für solche diskursiven Unterrichtssettings können neben Versuchen nicht nur Texte, sondern auch Grafiken, Bilder und Videos zu chemischen Sachverhalten verwendet werden. Zu finden sind diese beispielsweise in Pressemeldungen (Texte, Grafiken, statistische Ergebnisse), Internetforen, Werbemitteln (Spots, Plakate, ...), Concept Cartoons oder ‚Postings‘ in sozialen Medien wie Facebook, Twitter, YouTube & Co. Im Folgenden stellen wir drei Möglichkeiten für die Schaffung diskursiver Lerngelegenheiten vor.

1. Umfrageergebnisse als ‚Kristallisationskeim‘

Ergebnisse von Umfragen zu verschiedensten chemischen Themen eignen sich besonders für diskursive Unterrichtssettings, da sie die vielfältigen Meinungen der Befragten darstellen. Dies zeigt, dass die Antworten auf die gestellten Fragen nicht trivial sind und für die SchülerInnen kein Grund dazu besteht, die eigene fachliche Unsicherheit zu verheimlichen. Außerdem dienen die Antworten der

Befragten den SchülerInnen als Anhaltspunkte – sie können sich einer der Aussagen anschließen und stehen mit ihrer Meinung nicht alleine da. Ein weiterer Vorteil besteht in der Authentizität der Ergebnisse: alle Antworten sind real, es gibt keine absichtlich falsch formulierten Antwortmöglichkeiten wie etwa bei Multiple-Choice-Aufgaben. Dieser Realitätsbezug erhöht die Motivation der SchülerInnen, sich mit diesen Aussagen intensiver auseinanderzusetzen, auch, um einige davon begründet als unzutreffend abzulehnen.

Beispiel: Wohin verschwindet das Fett beim Abnehmen wirklich?

Als ersten Schritt könnten die SchülerInnen den nachfolgenden Text mit dem Auftrag erhalten, die angegebenen Möglichkeiten zu diskutieren. Die Tatsache, dass es sich dabei um das Ergebnis einer (wenngleich nichtrepräsentativen) ExpertInnen-Befragung handelt, verringert zusätzlich die Hemmschwelle der SchülerInnen, ihre Meinung zu sagen, sind sich doch nicht einmal die ExpertInnen einig.

Im Text werden zwar verschiedene Antworten, jedoch nicht deren Häufigkeit angeführt. Es ist den SchülerInnen daher nicht möglich, sich kurzerhand für die am häufigsten genannte Antwort zu entscheiden. Der Textausschnitt endet überdies mit dem Hinweis, dass viele ÄrztInnen noch andere, nicht näher beschriebene Erklärungen angaben. Das lässt offen, ob die richtige Antwort überhaupt unter den explizit genannten enthalten ist. Die SchülerInnen sollten an dieser Stelle auch eigene, eventuell abweichende Vermutungen mit entsprechenden Begründungen äußern,



Abbildung 1: Textausschnitt aus einem Pressebericht zu einer ExpertInnen-Befragung zum Thema Abnehmen [5]

die gesammelt und am Ende noch einmal besprochen werden. In einem zweiten Schritt könnte dann folgende Grafik aus der Publikation, auf die sich der Presstext bezieht, gezeigt und im Plenum diskutiert werden:

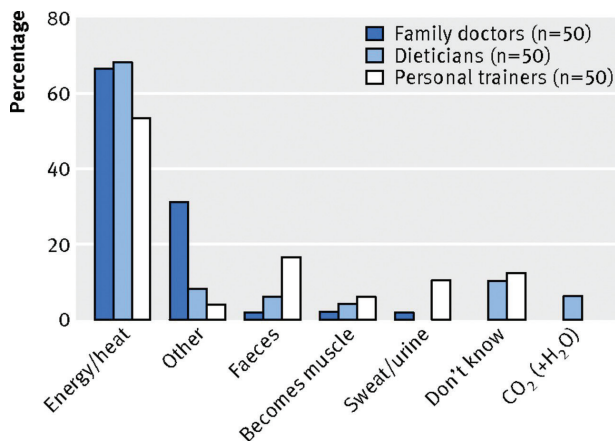


Abbildung 2: Antworten von ÄrztInnen, DiätologInnen und Personal TrainerInnen auf die Frage „Wohin verschwindet das Körperfett, wenn jemand abnimmt?“ [6]

Die Grafik zeigt, dass rund zwei Drittel der befragten ÄrztInnen und ErnährungsberaterInnen angaben, das Fett werde in Energie bzw. Wärme umgewandelt. SchülerInnen, die diese Meinung vertreten haben, werden sich dadurch bestätigt fühlen, andere werden hingegen möglicherweise irritiert sein. Hat die Mehrheit recht? Die in der Grafik nun zusätzlich explizit angeführte Antwort ‚CO₂ (+ H₂O)‘ wird so manche/n SchülerIn ihre Erstantwort überdenken lassen. Sie fällt bereits rein optisch auf, wirkt besonders ‚chemisch‘ und daher automatisch dem Unterrichtsfach angemessen. Eventuell könnte man sie auch durch ‚carbon dioxide (and water)‘ oder schlicht durch ‚gas (and water)‘ ersetzen.

Die fachliche Klärung, nämlich dass Körperfett durch den Sauerstoff der Atemluft zu Kohlenstoffdioxid und Wasser oxidiert wird, kann dann – je nach Schulstufe – mehr oder weniger detailliert ausfallen. Dabei könnte u. a. diskutiert werden, welcher grundlegende Unterschied zwischen der Antwort ‚Energie/Hitze‘ und den anderen Antworten besteht und inwiefern der Begriff ‚Fettverbrennung‘ als angemessen erscheint.

2. Foreneinträge als ‚Kristallisationskeim‘

Ähnlich wie in Umfragen werden auch in Internetforen reale Aussagen und Ratschläge veröffentlicht und diskutiert. Die Diskussion von Einträgen in solchen Foren ist

deshalb besonders spannend, weil viele Menschen – auch SchülerInnen – solche Foren als Informationsquelle nutzen, um Antworten auf Fragen zu erhalten sowie Aufgaben und Probleme zu lösen. Um die Informationen aus solchen Foren sinnvoll nutzen zu können, muss ein Bewusstsein dafür geschaffen werden, dass deren Einträge größtenteils von Laien stammen und auf ihre Vertrauenswürdigkeit hin überprüft werden müssen. Dazu ist es notwendig, verschiedene Aussagen gegeneinander abzuwägen, indem mit bereits vorhandenem Wissen oder seriösen Quellen der Wahrheitsgehalt der Aussagen überprüft wird. Das Angebot an Internetforen und Forumseinträgen ist mittlerweile sehr reichhaltig und deckt beinahe alle Lebensbereiche bis hin zu tiefgehenden fachlichen Fragestellungen ab. Durch die Vielfalt und unterschiedliche Qualität sind Forenbeiträge bestens für Aufgaben im Bereich des Bewertens und Entscheidens geeignet.

Beispiel: Rostumwandler

Als Einstieg in die Diskussion könnten die SchülerInnen vorerst nur den ersten Eintrag, also die Frage des Forums, erhalten. Das vorgeschlagene Vorgehen könnte in Gruppen mit folgendem Arbeitsauftrag² diskutiert werden:

- 1.) Haltet ihr das im Posting vorgeschlagene Vorgehen für sinnvoll? Begründet eure Entscheidung!
- 2.) Macht Vorschläge, die eurer Meinung nach (noch) besser geeignet wären!

In einer nächsten Phase könnten dann auch die anderen Einträge zur Diskussion gestellt werden. Die erste ‚Antwort‘ ist kein Ratschlag, sondern stellt den gesamten Vorgang der Rostumwandlung in Frage und wirft die interessante Gegenfrage auf, ob man mit einem Mittel aus Asche wieder eine Zeitung machen könne. Diese Frage könnte wiederum in Gruppen und anschließend im Plenum diskutiert werden. Dabei könnte die Lehrperson mit verschiedenen Fragen Impulse setzen und sollte darauf achten, dass die SchülerInnen ihre Entscheidungen auch begründen. Um die SchülerInnen bei ihren fachlichen Begründungen zu unterstützen, könnten andere offene Fragen (hier kursiv dargestellt) als Denkanstöße dienen.

² Alle Arbeitsaufträge und Fragen müssen selbstverständlich an das Alter, die fachlichen und sprachlichen Fähigkeiten der SchülerInnen angepasst werden.

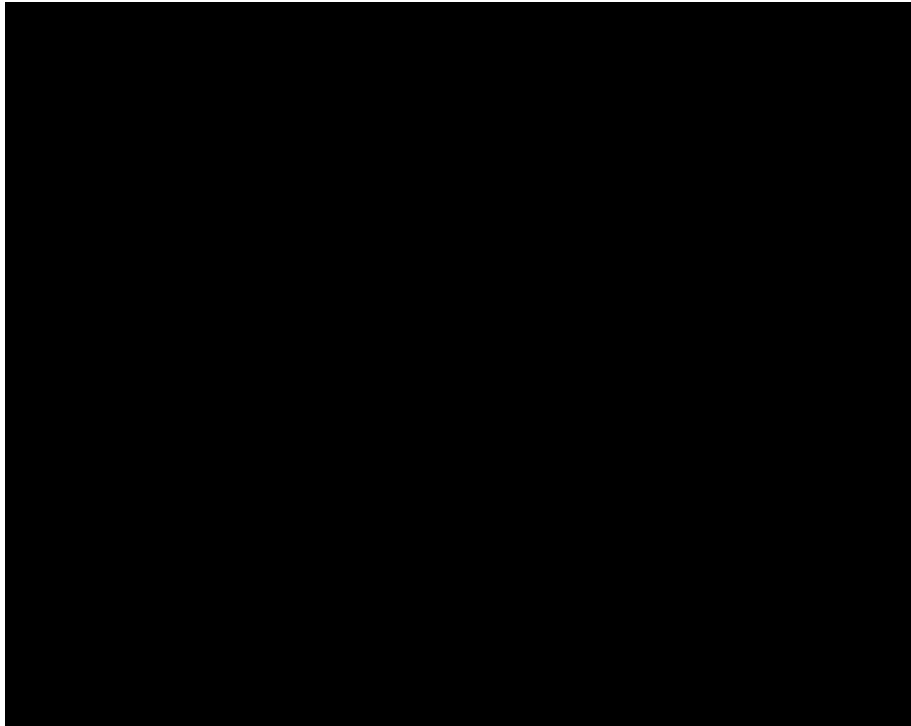


Abbildung 3: Beiträge aus einem Internetforum zum Thema Rostumwandler (verändert nach [7])

- 1.) Ist die Analogie mit der Zeitung und der Asche angemessen?
 - a. Was passiert, wenn eine Zeitung verbrannt wird?
 - b. Woraus bestehen Zeitungen, woraus besteht Asche?
 - c. Woraus besteht Rost?
 - d. Wie entsteht Rost?
 - e. Um welche(n) Reaktionstyp(en) handelt es sich bei den Beispielen?
- 2.) Kann Rost zu Eisen ‚rückverwandelt‘ werden?
 - a. Wann sind Reaktionen reversibel?
 - b. Inwiefern geben die Edukte und Produkte (auf stofflicher Ebene) einen Aufschluss darüber, ob eine Reaktion reversibel ist?
 - c. Welche Redoxreaktionen sind reversibel?

Zur zweiten Antwort im Forum könnte beispielsweise besprochen werden, warum das Abschleifen der betroffenen Stelle dennoch sinnvoll sein könnte bzw. ob Rost in jeder Ausprägung (Flugrost bis bereits abblätternde Stücke) umgewandelt werden kann.

Abschließend könnte mit einem Impulsvortrag, einem Informationsblatt oder einem Video kurz die Verwendung und Wirkungsweise von sogenannten Rostumwandlern besprochen werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass ein fachlicher Unterschied zwischen Umwandlung und Umkehrung (wie im Posting angesprochen) besteht.

Inhaltsstoffe von Rostumwandlern sind u. a. Phosphorsäure oder Phosphate, Tenside und Lösungsmittel. Wird dieses Gemisch auf eine rostige Metalloberfläche aufgetragen, werden die wasserlöslichen Eisenverbindungen in schwerlösliche Eisenphosphate umgewandelt und die vorher poröse Rostschicht wird zu einer festen, bearbeitbaren Oberfläche.

3. Werbung als ‚Kristallisationskeim‘

Egal, ob in Zeitungen oder Flugblättern, auf Plakaten oder Anzeigetafeln, im Radio, Fernsehen oder Internet, Werbung ist in unserer Gesellschaft allgegenwärtig. Sie soll unsere Meinung über ein bestimmtes Produkt bzw. eine bestimmte Dienstleistung positiv beeinflussen und uns somit zum Kauf bzw. Konsum anregen. Um dies zu erreichen, bedient sich die Werbeindustrie verschiedener Techniken, u. a. auch des Images von ‚vertrauenswürdigen WissenschaftlerInnen‘. Produkte werden beworben, indem ‚ÄrztInnen‘ oder ‚WissenschaftlerInnen‘ in weißen Mänteln deren Wirkung bestätigen oder diese in einem ‚Experiment‘ durch einen Vorher-Nachher-Vergleich ‚beweisen‘. Anhand solcher Werbungen kann nicht nur besprochen werden, welches Bild durch das spezielle Setting (WissenschaftlerInnen, Experimente) gezeichnet werden soll, sondern auch, welche Aussage dieser Werbung zugrunde liegt und inwiefern diese glaubwürdig ist. In diesem Kontext naturwissenschaftlich

begründete Entscheidungen treffen zu können, ist für SchülerInnen jeden Alters relevant, sind sie doch selbst KonsumentInnen und somit Zielpersonen von Werbung.

Beispiel: Sauerstoff, der Powerstoff?

Sauerstoff ist nicht nur lebensnotwendig, er gilt allgemein als gesund und ‚kraftvoll‘. Dieses positive Image wird für Werbezwecke verwendet, unabhängig davon, in welcher Form Sauerstoff im Produkt enthalten ist und ob dieser Inhaltsstoff ähnliche Eigenschaften hat wie jener ‚Sauerstoff‘ (aus der Luft), zu dem wir diese positiven Assoziationen haben. Besonders Werbespots, in denen mit ‚Aktivsauerstoff‘ geworben wird, sind sehr verbreitet und können im Chemieunterricht zu einer fachlichen Diskussion anregen. Wir möchten hier vier ausgewählte Produkte, die mit ‚Aktivsauerstoff‘ werben, vorstellen:

- 1.) SA8 Baby Powder Active Oxygen: Waschmittel mit ‚Aktivsauerstoff‘

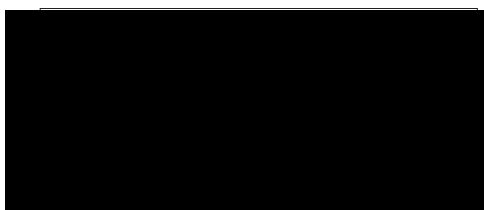


Abbildung 4: Screenshot des Werbespots (02:10, Deutsch oder Englisch) zum Produkt SA8 Baby Powder Active Oxygen [8]

- 2.) Vanish Napisan Crystal White: Oxi-Fleckenentferner

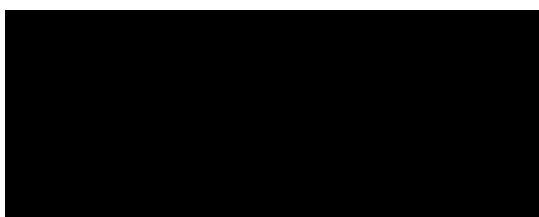


Abbildung 5: Screenshot des Werbespots (00:30, Englisch) zum Produkt Vanish Napisan Crystal White [9]

- 3.) Aqua Clean PUR T3: Rohrreiniger mit ‚Aktivsauerstoff‘

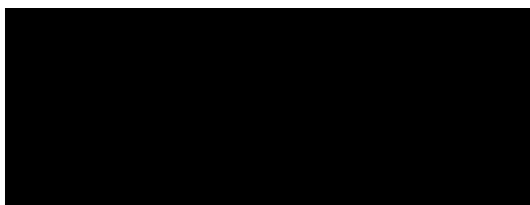


Abbildung 6: Screenshot des Werbespots (02:11) zum Aqua Clean PUR T3 Rohrreiniger [10]

- 4.) Active O₂: ein ‚Sauerstoffwassergetränk‘

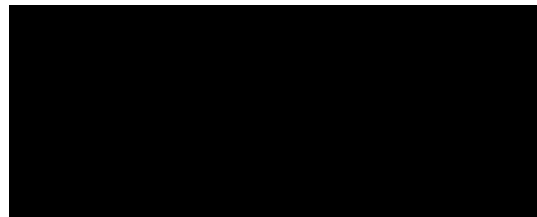
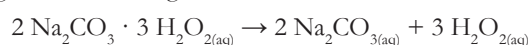


Abbildung 7: Screenshot des Werbespots (00:50) zum Getränk Active O₂ [11]

Das Waschmittel (1.) und der Oxi-Reiniger (2.) enthalten Bleichmittel auf Sauerstoffbasis. Dabei handelt es sich in der Regel um Natriumpercarbonat, das in Wasser nach folgender Gleichung



zerfällt. Das dabei entstehende Wasserstoffperoxid wirkt für zahlreiche Farbstoffe als Oxidationsmittel und wandelt sie in farblose Substanzen um.

Auch für den Rohrreiniger (3.) wird Natriumpercarbonat (neben Natriumcarbonat und Zitronensäure) vom Hersteller als einer der Hauptbestandteile angegeben. Das ‚Wegsprudeln‘ der Verstopfung, wie es im Werbespot dargestellt wird, ist hier jedoch nicht auf die Entstehung von Wasserstoffperoxid und schließlich Sauerstoff zurückzuführen. Das ‚Sprudeln‘ wird durch die Reaktion von Natriumcarbonat mit Zitronensäure in Wasser verursacht, wodurch Kohlenstoffdioxid entsteht.

Active O₂ Mineralwasser ist ein ‚Sauerstoffwassergetränk‘, das – laut Werbung – mit der 15-fachen Menge an Sauerstoff (verglichen mit einem konventionellem Mineralwasser) angereichert ist. Durch die relativ geringe Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser³ muss der Anreicherungsprozess – ähnlich wie bei der Herstellung von Sodawasser – bei tiefen Temperaturen und unter erhöhtem Druck stattfinden. Wird die Flasche geöffnet und somit der Druck wieder gesenkt, entweicht ein beträchtlicher Teil des Gases aus dem Wasser. Die geringe Restmenge an Sauerstoff gelangt schließlich in den Magen-Darm-Trakt, über welchen Sauerstoff in keinen nennenswerten Mengen aufgenommen werden kann.

Weiterführende Links und Hintergrundinformationen zu den Produkten finden Sie im Anschluss an das Literaturverzeichnis.

³ Bei Normaldruck und 0°C lösen sich etwa 70 mg reiner Sauerstoff in 1 L Wasser; im Vergleich dazu liegt die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid mit etwa 3340 mg/L bei 0°C deutlich höher.

Folgende Fragen könnten im Zusammenhang mit den Werbespots zur Diskussion gestellt werden:

- Was unterscheidet Sauerstoff von „Aktivsauerstoff“?
- In welcher Form ist Sauerstoff in den Produkten enthalten?
- Welche Funktion hat der Sauerstoff in den Produkten?
- Welchen Vorteil haben die Produkte mit „Aktivsauerstoff“ gegenüber herkömmlichen Produkten?
- Wie beurteilst du das Produkt und den Werbespot?

Wie bereits eingangs erwähnt, können SchülerInnen Kompetenzen nur dann erwerben, wenn sie regelmäßig die

Gelegenheit erhalten, diese zu entwickeln, anzuwenden und zu festigen. Für Kompetenzen der Handlungsdimension „Schlüsse ziehen“ bzw. „Konsequenzen ziehen“ bedeutet das, dass diskursive Unterrichtssettings mit relevanten Alltagsbezügen zum fixen Bestandteil der täglichen Unterrichtspraxis werden müssen, um SchülerInnen eine ausreichende Anzahl an Lerngelegenheiten für eine Kompetenzentwicklung in diesem Bereich zu bieten.

Mag. Elisabeth Hofer *Universität Wien, AECC Chemie*

Mag. Dr. Rosina Steininger *Universität Wien, AECC*

Chemie; KPH Wien

Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens *Universität Wien,*

AECC Chemie

Literatur

- [1] Fahse, C. (2004). Wie unterrichtet man Kompetenzen. MNU 57(8), 12.
- [2] Bifie. (2011). Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe. Abgerufen am 15.11.2016 von https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf
- [3] Abels, S., Becker, R., Kern, G., Kerschbaumer, M., Koliander, B., Langer, E., Lembens, A., Puddu, S. und Steininger, R. (2013). Die kompetenzorientierte Reifeprüfung Chemie. Richtlinien und Beispiele für Themenpool und Prüfungsaufgaben. Abgerufen am 15.11.2016 von https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung_ahs_lfch_22323.pdf
- [4] BMBF. (2014). Mündliche Reifeprüfung AHS. Handreichung. Abgerufen am 15.11.2016 von https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung_ahs_mrp.pdf?5152kv
- [5] Der Standard. (2014). Wohin das Fett beim Abnehmen wirklich verschwindet. Abgerufen am 10.11.2016 von <http://derstandard.at/2000009632952/Wohin-das-Fett-beim-Abnehmen-wirklich-verschwindet>
- [6] BMJ. (2014). When somebody loses weight, where does the fat go. Abgerufen am 10.11.2016 von <http://www.bmj.com/content/349/bmj.g7257>
- [7] Motor-Talk. (2006). Wie mit Rostumwandler umgehen. Abgerufen am 10.11.2016 von <http://www.motor-talk.de/forum/wie-mit-rostumwandler-umgehen-t1205615.html>
- [8] Amway Europe. Media Server: SA8TM Baby Powder Active Oxygen Demo. Abgerufen am 15.11.2016 von <http://www.amwaymedia.eu/it/media/492-amway-home-laundry-sa8-baby-powder-active-oxygen-demo>
- [9] VanishNapiSan. (2012). Vanish Napisan Crystal White 3 Shades Whiter Ad. Abgerufen am 15.11.2016 von <https://www.youtube.com/watch?v=dF1jzXFDVOW>
- [10] MrAktiplan. (2013). AC PUR T3 Rohrreiniger mit Sauerstoff. Abgerufen am 15.11.2016 von <https://www.youtube.com/watch?v=NLMCclM0KEo>
- [11] KlonBlog.com – der Marketing- und DesignBlog. (2013). Active O2 - Werbung 2013 (klonblog.com). Abgerufen am 15.11.2016 von <https://www.youtube.com/watch?v=25VWlxEhm074>

Weiterführende Links und Hintergrundinformationen zu den Produkten (jeweils abgerufen am 15.11.2016):

Oxi-Reiniger:

<http://www.chf.de/eduthek/oxi-reiniger.html>

<http://www.rsc.org/learn-chemistry/resources/chemistry-in-your-cupboard/vanish/4>

AC PUR T3 Rohrreiniger:

http://aquatex-direkt.de/media//DIR_41619/5f3edd2b8373abf1ffff801ffffff1.pdf

Sauerstoffangereicherte Wässer:

<https://www.test.de/Sauerstoffangereicherte-Waesser-Luftnummern-1097408-0/>

http://ne.lo-net2.de/gregor.vonborstel/download/Artikel_veroeffentlicht/8_mnu_7_2006_active_o2.pdf

<http://werbewahn.net/2007/07/10/der-powerstoff-mit-sauerstoff/>

Redoxreaktionen im Kontext „Brennstoffzelle“: Eine fächerübergreifende Aufgabenstellung zur Illustration des Kompetenzmodells der berufsbildenden Schulen

Brigitte Koliander, Anja Lembens

Wir laden Sie ein, sich in die Welt der berufsbildenden Schulen zu wagen. Hier gibt es eine Vielfalt, die auf den ersten Blick verwirrend ist und selbst für Eingeweihte immer wieder herausfordernd sein kann. Es gibt in diesem Bereich die Polytechnischen Schulen, die Berufsschulen, die berufsbildenden mittleren Schulen (BMS) und die berufsbildenden höheren Schulen (BHS), mit den unterschiedlichsten Schwerpunkten (Abbildung 1).

Der Fokus wird in diesem Artikel auf die BHS gelegt (Abbildung 1, rechte Spalte). Diese Schulen werden von etwa 150 000 Schülerinnen und Schülern besucht – mehr als die AHS Oberstufe inklusive der Oberstufenrealgymnasien aufweisen kann (etwa 100 000 Schülerinnen und Schüler¹). In den Schultypen der BHS gibt es nicht nur die in Abbildung 1 dargestellt Vielfalt, es gibt neben der Unterscheidung in technische, wirtschaftsberufliche oder kaufmännische Schulen weitere deutliche Differenzierungen. So findet

man unter den technisch-gewerblichen höheren Schulen mehr als zwanzig Fachrichtungen, die von Chemie über Bautechnik, Mechatronik bis zu Kunst und Design reichen. Diese Vielfalt könnte es als unmögliches Ansinnen erscheinen lassen, für den Bereich der berufsbildenden höheren Schulen etwas Allgemeinverbindliches über die zu erwerbenden Kompetenzen in naturwissenschaftlichen Fächern auszusagen. Aber vor etwa zehn Jahren wurde ein gemeinsames Kompetenzmodell für Naturwissenschaften [1] erarbeitet und den Lehrplanentwicklungen ab dem Jahr 2009 zu Grunde gelegt. Die Fähigkeit, fachübergreifend an wichtigen Themen arbeiten zu können, wurde als Ziel einer umfassenden naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung definiert. Sie finden das Kompetenzmodell der BHS für Naturwissenschaften im Internet².

Im Artikel von Kern, Koliander und Lembens in diesem Heft wurden Handlungsdimensionen aus den österreichischen Kompetenzmodellen für Chemie

Zugang zum Hochschulstudium			
Schulstufe			
13.	Berufsreifeprüfung	Aufbaulehrgänge	Berufsbildende höhere Schulen
		ab 12. Schulstufe	147.019 Schülerinnen und Schüler
10. - 12.	Berufsbildende Pflichtschulen (Berufsschulen) 123.232 Schülerinnen und Schüler	Berufsbildende mittlere Schulen (inkl. Lehrerbildende mittlere Schulen und Schulen im Gesundheitswesen)	
	Teil der dualen Ausbildung in Lehrberufen Dauer: 2- 4 Jahre, je nach Lehrberuf	78.824 Schülerinnen und Schüler	
	Gewerbl. u. kaufm. Berufsschulen Land- u. forstw. Berufsschulen	Schulen im Gesundheitswesen ab 11. Schulstufe Lehrerbildende mittlere Schulen Techn. gewerbl. mittlere Schulen Kaufmännische mittlere Schulen Wirtschaftsberuf. mittlere Schulen	Techn. gewerbl. höhere Schulen Kaufmännische höhere Schulen Wirtschaftsberuf. höhere Schulen
9.	Polytechnische Schulen 15.816 Schülerinnen und Schüler	Sozialberufliche mittlere Schulen Land- und forstw. mittlere Schulen	Land- und forstw. höhere Schulen Lehrerbildende höhere Schulen
5. - 8.	Neue Mittelschule, AHS-Unterstufe		

Abbildung 1: Berufsbildende Schulen in Österreich, mit Anzahl der SchülerInnen im Schuljahr 2014/15. Daten von Statistik Austria.

¹ Daten von Statistik Austria, Schuljahr 2014/15

² http://www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/fileadmin/content/bbs/AGBroschueren/NaturwissenschaftenBHS_Vers.09.pdf (28.11.2016)

verglichen, unter anderem wurden auch jene aus dem BHS-Modell vorgestellt. Im BHS-Modell werden in drei Handlungsdimensionen übergreifend für Biologie, Chemie und Physik Handlungskompetenzen festgelegt:

- Beobachten und Erfassen (A)
- Untersuchen und Bearbeiten (B)
- Bewerten und Anwenden (C)

Die Fachinhalte für Biologie, Chemie und Physik werden vier Inhaltsdimensionen zugeordnet:

- Stoffe, Teilchen und Strukturen
- Wechselwirkungen
- Entwicklungen und Prozesse
- Systeme

Im Kompetenzmodell der BHS werden zu diesen vier Inhaltsdimensionen für jede der drei Naturwissenschaften getrennt inhaltliche Themen benannt. Die Redoxreaktionen, die wir als Leitthema für die Artikel des Faches „Chemie“ in diesem Heft gewählt haben, finden sich unter „Wechselwirkungen (Chemie): chemische Reaktionen“.

Zur Praxis: Redoxreaktionen in einem anwendungsorientierten Beispiel

In den neuen Lehrplänen der BHS finden sich die *Inhaltsdimensionen* vor allem in den Aufzählungen des „Lehrstoffs“. In den „Bildungs- und Lehraufgaben“ wird dann konkreter sichtbar, was die SchülerInnen zu diesem Thema an Kompetenzen erwerben sollen.

Beispiel HTL: Der Begriff „Redoxreaktionen“ findet sich im HTL-Lehrplan 2011 für sechs Fachrichtungen³ (S. 25-26 in der pdf-Version von Anlage 1⁴ der Lehrpläne [2]; Anlage 1 enthält gemeinsame Unterrichtsgegenstände aller genannten HTLs) im 2. Jahrgang im Bereich „Grundlagen der Chemie“. Was SchülerInnen zum Thema Redoxreaktionen können sollen, wird in den Bildungs- und Lehraufgaben umrissen: „mit Hilfe von Atommodellen und dem Periodensystem der Elemente den Übergang vom Mikro- zum Makrokosmos nachvollziehen,

Stoffeigenschaften und Reaktionsabläufe systematisch begründen“ können. In der Überarbeitung der HTL-Lehrpläne 2015, in welcher eine weitere Vereinheitlichung der HTL-Lehrpläne für 29 Fachrichtungen erfolgte (Auflistung unter BGBl. II Nr. 262/2015 [3], Artikel 1, §1), finden sich die Redoxreaktionen im 2. Jahrgang im 4. Semester, im Bereich „Anorganische Technologie und Ökologie“ (S. 37 in der pdf-Version von Anlage 1⁵ [3]). SchülerInnen sollen anorganische Rohstoffe und Produkte anführen können und die Bedeutung dieser Stoffe für Wirtschaft, Technik, Gesellschaft und Umwelt verstehen; weiters sollen sie die kulturell-gesellschaftspolitischen Konsequenzen von anorganisch-technologischen Verfahren erkennen und dazu persönliche Standpunkte präsentieren und begründen können.

Beispiel Handelsakademie: In der Handelsakademie finden sich die Redoxreaktionen ebenfalls im Lehrstoff des 2. Jahrgangs [4] (Anhang 1 als pdf, S. 93-94⁶). In der Bildungs- und Lehraufgabe steht dazu: „Redoxreaktionen als Aufnahme und Abgabe von Elektronen beschreiben und in Form von chemischen Gleichungen darstellen“ können. Neue Technologien wie die Wasserstofftechnologie sollen im 5. Jahrgang der Handelsakademie mit dem Grundwissen aus allen drei Naturwissenschaften übergreifend behandelt werden [4] (Anhang 1 als pdf, S. 96-97).

Diese beiden Beispiele deuten die Vielfalt an, die basierend auf dem Kompetenzmodell der BHS und auf den Ansprüchen der unterschiedlichen Schultypen in den Lehrplänen der berufsbildenden höheren Schulen zu finden ist.

Es wird nun an einer möglichen Erarbeitungsaufgabe für den 5. Jahrgang der Handelsakademie (HAK) gezeigt, wie eine Verbindung der naturwissenschaftlichen Fächer, zumindest im letzten Jahr vor der Reife- und Diplomprüfung, möglich ist. Der fächerübergreifende Aspekt wird in einer neuen Bezeichnung des Faches im 5. Jahrgang und in der Einleitung zu den Lehr- und Bildungszielen sichtbar. Dieses Schuljahr soll auf die Reife- und Diplomprüfung hinführen und soll die SchülerInnen aufbauend auf den in den Vorjahren erworbenen Fertigkeiten und Fähigkeiten in den Naturwissenschaften beim Erwerb von Kompetenzen unterstützen, die ihnen die Betrachtung von Themen aus mehreren Perspektiven ermöglichen.

³ 1. Höhere Lehranstalt für Bautechnik

2. Höhere Lehranstalt für Elektronik und Technische Informatik

3. Höhere Lehranstalt für Biomedizin- und Gesundheitstechnik

4. Höhere Lehranstalt für Informatik

5. Höhere Lehranstalt für Informationstechnologie

6. Höhere Lehranstalt für Gebäudetechnik

⁴ Anlage 1 im Lehrplan 2011: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2011_II_300/COO_2026_100_2_701382.pdf

⁵ Anlage 1 im Lehrplan 2015: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2015_II_262/COO_2026_100_2_1135479.pdf

⁶ Lehrplan Handelsakademie 2014, Anlage A1: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2014_II_209/COO_2026_100_2_1028436.pdf

Brennstoffzellenauto (Idee: Andrea Kiss und Johannes Jaklin)

Im Lehrplan der Handelsakademie steht für den 5. Jahrgang [3] (S. 97):

„Die Schülerinnen und Schüler sollen durch eine ganzheitliche Betrachtung von Themenfeldern Inhalte der Naturwissenschaften, der Ökologie, der Technologie und der Warenlehre miteinander vernetzen. Damit soll Einschätzungsvermögen als Voraussetzung für Handlungskompetenz in komplexen Fragestellungen erworben werden.“

Lehrstoff (Auszug):

„Angewandte Technologie:

Ausgewählte Beispiele: Informationstechnologie, Biotechnologie, Solartechnologie, Wasserstofftechnologie, Umwelttechnologie usw.“

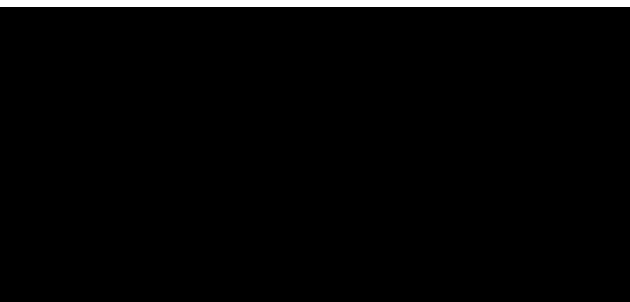
Lehr- und Bildungsziele (Auszug):

„Ökologische, technologische und warenbezogene Inhalte vernetzt betrachten und Schlüsse für sich und die Gesellschaft daraus ziehen“.

Die im Folgenden beschriebene Unterrichtsskizze zum Thema Wasserstofftechnologie widmet sich dem Thema „Brennstoffzellenauto“.

Einstieg

Zur Demonstration des Prinzips von wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen als Energiequellen in Fahrzeugen eignen sich kleine, wasserstoffbetriebene Modellautos, die auch gleichzeitig als Elektrolysegeräte zur Herstellung von Wasserstoff verwendet werden können.



Erarbeitung

Es ergeben sich bei der Erarbeitung der fachlichen Grundlagen der Vorgänge in Brennstoffzellen Bezüge zur Physik und zur Chemie. So kann das Thema Energieerhaltung und die Umwandlung von Energieformen an diesem Anwendungsbeispiel wiederholt werden. Für die Klärung der Vorgänge in der Brennstoffzelle ist ein Verstehen der Zusammenhänge zwischen bewegten Ladungen und elektrischem Strom ebenso grundlegend wie das Verstehen

der Elektronenübertragung bei Redoxreaktionen. Dabei kann ein wesentliches Ziel sein, dass Schülerinnen und Schüler sich Abbildungen zur Funktionsweise von Brennstoffzellen mit ihrem chemischen und physikalischen Vorwissen erschließen können. In Abbildung 3 werden Vorgänge in der Brennstoffzelle auf submikroskopischer Ebene vereinfacht dargestellt, um den SchülerInnen das Verstehen der prinzipiellen Funktionsweise einer wasserstoffbetriebenen Brennstoffzelle (PEMFC, Proton Exchange Membrane Fuel Cell) zu ermöglichen.

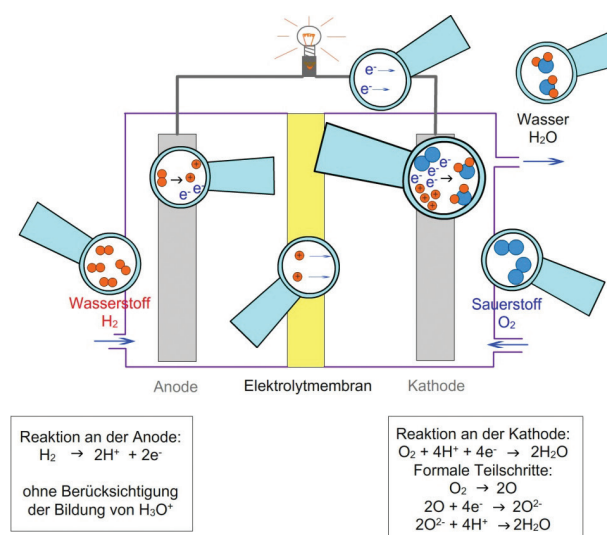


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Funktionsprinzips einer Brennstoffzelle

Die folgenden Aufgabenstellungen können den SchülerInnen dabei helfen, die Grafik zu entschlüsseln. Diese Aufgaben sind keine Prüfungsaufgaben.

- Geben Sie an, wo und bei welchem Vorgang Elektronen abgegeben werden.
- Verfolgen Sie den Weg der Elektronen von der Anode zur Kathode.
- Geben Sie an, wo und bei welchem Vorgang die Elektronen wieder aufgenommen werden.
- Beschreiben Sie die Vorgänge an Anode und Kathode mit den Begriffen Oxidation (Elektronenabgabe) und Reduktion (Elektronenaufnahme).
- Stellen Sie die Gesamtgleichung für die chemische Reaktion auf, die in der Brennstoffzelle stattfindet. Vergleichen Sie diese chemische Gleichung mit der Gleichung für die Elektrolyse von Wasser.

Die Bewertung von technologischen Entwicklungen ist für SchülerInnen ein schwieriges Unterfangen. Zu

dieser Bewertung gehören neben einem Verstehen der physikalischen oder chemischen Grundlagen auch Kenntnisse über ökologische und ökonomische Zusammenhänge. Das Thema Wasserstofftechnologie bietet sich für Aufgabenstellungen an, in denen Schülerinnen und Schüler das Bewerten üben können. Wenn Aufgabenstellungen so gestaltet sind, dass die

SchülerInnen in kleinen Schritten mit einer Abwägung von überschaubaren Vor- und Nachteilen beginnen können, kann die Bewertungskompetenz trainiert werden, ohne die SchülerInnen zu überfordern. Eine Liste mit Aussagen über Wasserstoff und wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen kann den SchülerInnen ausgegeben werden. Sie sollen bei jeder einzelnen Aussage entscheiden, ob dies einen Vor-

Tabelle 1: Aufgabenstellung: Entscheiden Sie, ob die folgenden Aussagen einen Vorteil oder einen Nachteil für die Nutzung von Brennstoffzellenautos beschreiben.

	Vorteil	Nachteil
Wasserstoff ist kein auf der Erde vorhandener Primärenergieträger. Er muss erst unter Energieaufwand erzeugt werden.		
Es gibt erst wenige Wasserstofftankstellen. Der Aufbau der Infrastruktur für die Versorgung mit Wasserstoff ist teuer.		
Die Erzeugung von elektrischem Strom ist mit Brennstoffzellen dezentral möglich.		
Wasserstoff diffundiert durch viele Materialien, z. B. durch Polyethen und Eisen.		
Eine Brennstoffzelle zeigt ein gutes Anfahrverhalten und schnelle Reaktion auf Lastwechsel; bei Zufuhr von Wasserstoff und Sauerstoff liefert sie sofort Spannung.		
Wasserstoff kann in bestimmten Mischungsverhältnissen mit Sauerstoff explodieren (Knallgas).		
Die aktuell in Brennstoffzellen eingesetzten Katalysatoren enthalten Platin. Bereits heute übersteigt weltweit die Nachfrage das Angebot an diesem teuren und seltenen Edelmetall.		
Die Gewinnung von Platin ist energieaufwändig und gefährdet die Umwelt. Die Stadt Norilsk in Russland, in der Platin als Beiprodukt von Nickel- und Kupferabbau gewonnen wird, gilt als eine der am stärksten verschmutzten Städte der Welt.		
Die Brennstoffzelle arbeitet geräuschlos.		
Außer Wasser werden beim Betrieb der Brennstoffzelle keine weiteren Stoffe emittiert: keine Stickoxide, kein Kohlenstoffdioxid.		
Die Zelle unterliegt keinem mechanischen Verschleiß, da sie keine beweglichen Teile aufweist.		
Membranen oder Katalysatoren können durch Verunreinigungen beeinträchtigt und in ihrer Wirkung eingeschränkt werden.		

oder Nachteil für die Nutzung dieser Technologie darstellt. Das Beispiel „Brennstoffzellenautos“ zeigt, dass einfache Grundlagen aus Physik und Chemie genutzt werden können, um Schülerinnen und Schüler an eine moderne Technologie heranzuführen und deren Grundlagen verständlich zu machen. An diesem Beispiel kann eine Anzahl von Handlungskompetenzen in Verbindung mit Inhaltsdimensionen aus Chemie und Physik aus dem Kompetenzmodell der BHS geübt und angewendet

werden. In solch einer Weise kann in kaufmännischen Schulen, in den höheren Schulen für Mode, Tourismus und Wirtschaft, und mit vertiefenden Ergänzungen auch in den höheren technischen und gewerblichen Schulen im Fach Naturwissenschaften gearbeitet werden.

Dipl. Ing. Brigitte Koliander *PH Niederösterreich*
 Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens *Universität Wien,*
AECC Chemie

Literatur

- [1] Faissner, F., Flöry, P., Jaklin, J., Kiss, A., Koliander, B., Lang, O., Weiglhofer, H., Wiesinger, J., Ziegelbecker, R. & Dorninger C. (2009). Naturwissenschaftliche Bildungsstandards. Berufsbildende Höhere Schulen. Das Kompetenzmodell. Abrufbar unter: http://www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/fileadmin/content/bbs/AGBroschueren/NaturwissenschaftenBHS_Vers.09.pdf (28.11.2016)
- [2] BGBl. II Nr. 300/2011. (2011). Lehrpläne der Höheren technischen und gewerblichen Lehranstalten (Lehrplan 2011); Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht.
- [3] BGBl. II Nr. 262/2015. (2015). Lehrplanpaket der Höheren technischen und gewerblichen Lehranstalten 2015 sowie Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht.
- [4] BGBl. II Nr. 209/2014. (2014). Änderung der Verordnung über die Lehrpläne für die Handelsakademie und die Handelsschule sowie Änderung der Eröffnungs- und Teilungszahlenverordnung; Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht.

Kompetenzorientierter Chemieunterricht – Sind unsere Schulen dafür angemessen ausgestattet?

Erhebung: Experimentelle Ausstattung für den Chemieunterricht

Christoph Luef, Anja Lembens

In der Chemie kommt man auf verschiedene Art und Weise zu neuen Erkenntnissen. Ein wesentlicher und typischer Weg sind dabei experimentelle Untersuchungen. Eine angemessene naturwissenschaftliche Grundbildung, in der es auch um die Anbahnung von Urteils- und Handlungsfähigkeit geht, braucht entsprechende Lerngelegenheiten. Kompetenzorientierter Unterricht ist genau darauf ausgerichtet und kann nur gelingen, wenn Lerngelegenheiten geschaffen werden, in denen die Handlungsdimension „Erkenntnisse gewinnen“ für die Schülerinnen und Schüler tatsächlich erlebbar wird.

Einen ersten Einblick in die Häufigkeit experimentellen Unterrichts und die Verankerung von Laborunterricht in der Stundentafel an österreichischen Schulen liefert die Umfrage „Experimenteller Chemieunterricht“ des Verbands der Chemielehrer/innen Österreichs (VCÖ) aus dem Jahr 2015 [1]. Daran haben sich 194 Lehrkräfte aus AHS, BHS und NMS beteiligt. Unser Anliegen ist es nun, fundierte Zahlen über die Ausstattung für einen kompetenzorientierten Chemieunterricht möglichst aller Schulen in Österreich zu gewinnen. Es geht uns unter anderem darum, auf der Basis dieser Daten dafür eintreten zu können, dass Schulen angemessen ausgestattet werden, und zwar in Hinblick auf Materialien, Räume und Finanzen. Außerdem möchten wir erheben, welche Faktoren den Lehrkräften den Einsatz von Demonstrations- bzw. SchülerInnenexperimenten erschweren.

Mit den fundierten Zahlen im Hintergrund wird es dann möglich sein, in Diskussion mit den schulischen Entscheidungsträgern zu treten und konkrete

Verbesserungsvorschläge auf den Tisch zu legen. Mit dieser Initiative unterstützen wir auch die Bemühungen der Interessensvertretungen Verband der ChemielehrerInnen Österreichs (VCÖ) und Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts (VFPC) um eine Verbesserung der Ausstattung für einen sinnvollen und kompetenzorientierten Chemieunterricht an Österreichs Schulen.

Wir ersuchen Sie daher um Beteiligung an der Erhebung. Sie finden diese unter folgendem Link:

<https://www.soscsurvey.de/fachraum>

bzw. gelangen Sie mit Ihrem Smartphone über den untenstehenden QR-Code direkt zur Umfrage. Herzlichen Dank!



Die Ergebnisse werden nach der Auswertung in einem weiteren Artikel in „Plus Lucis“ veröffentlicht.

Dr. Christoph Luef *Universität Wien, AECC Chemie*
Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens *Universität Wien, AECC Chemie*

Literatur

- [1] Umfrage „Experimenteller Chemieunterricht“. Chemie & Schule (Salzburg), 1 (2016), 27.

AutorInnen dieser Ausgabe

Name	Institution
<i>Mag. Heidemarie Amon</i>	Universität Wien, AECC Biologie; Akademisches Gymnasium Wien
<i>Helene Bauer</i>	Universität Wien, AECC Biologie
<i>Mag. Christine Heidinger</i>	Universität Wien, AECC Biologie
<i>Mag. Elisabeth Hofer</i>	Universität Wien, AECC Chemie
<i>Dr. Patricia Hoffmeister</i>	Didaktik der Biologie, Technische Universität Dortmund
<i>Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf</i>	Universität Wien, AECC Physik
<i>Assoz.-Prof. Dr. Suzanne Kapelari</i>	Institut für Fachdidaktik: Bereich Biologie und Erdwissenschaften, Universität Innsbruck
<i>Mag. Gerhard Kern</i>	Universität Wien, AECC Chemie
<i>Dipl. Ing. Brigitte Koliander</i>	PH Niederösterreich
<i>Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens</i>	Universität Wien, AECC Chemie
<i>Dr. Christoph Luef</i>	Universität Wien, AECC Chemie
<i>Mag. Elisabeth Nowak</i>	KPH Wien/Krems
<i>Dr. Peter Pany</i>	Universität Wien, AECC Biologie
<i>Mag. Jaqueline Scheibstock</i>	Universität Wien, AECC Biologie; Maturaschule Dr. Roland
<i>Mag. Dr. Martin Scheuch</i>	Universität Wien, AECC Biologie
<i>Mag. Dr. Rosina Steininger</i>	Universität Wien, AECC Chemie; KPH Wien
<i>Mag. Ilse Wenzl</i>	Universität Wien, AECC Biologie

Prämierung Vorwissenschaftlicher Arbeiten (VWA) aus Physik 2017

Die Österreichische Physikalische Gesellschaft lädt alle Physiklehrkräfte ein, Vorwissenschaftliche Arbeiten aus Physik, die sie im Schuljahr 2016/2017 betreut haben und die sie für auszeichnungswürdig erachten, **bis zum 15. Mai 2017** zur Prämierung einzureichen. In der Regel werden drei Preise vergeben.

Die Arbeit kann, wenn die Datei kleiner als 10 MB ist, als E-Mail an Alexander Strahl (alexander.strahl@sbg.ac.at) gesendet werden. Im anderen Falle senden sie sie bitte als Datei (Datenträger CD oder DVD; PDF-Datei oder Word-Datei) an:

Ass.Prof. Dr. Dipl.Phys. Alexander Strahl

Universität Salzburg
School of Education
Didaktik der Naturwissenschaften
AG Didaktik der Physik
Hellbrunnerstraße 34
5020 Salzburg

E-Mail: alexander.strahl@sbg.ac.at

Die Verfasserin bzw. der Verfasser muss mit der Einreichung einverstanden sein. Die betreuende Lehrkraft soll mit der Einreichung eine Begründung (etwa 1 A4-Seite) verfassen. Die Preisverleihung findet anlässlich eines Lehrer/innentags der ÖPG voraussichtlich in Salzburg im September 2017 statt. Die Ausgezeichneten erhalten eine Preisurkunde und einen Sachpreis. Sie und ihre Betreuer/innen werden als Gäste zur Preisverleihung eingeladen.

P.b.b.
Verlagspostamt 1090 Wien
GZ 02Z030361 M
DVR 0558567
VRN 668472729

Impressum: Medieninhaber (Verleger) und Hrsg.: Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts. Druck: Fa. Wograndl GmbH, Mattersburg

Retouren an: AECC Physik Universität Wien, Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien.