

Heidemarie Amon, Ilse Bartosch, Anja Lembens, Ilse Wenzl

Gender_Diversity-Kompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht

Fachdidaktische Anregungen für Lehrerinnen und Lehrer

Gender_Diversity-Kompetenz

im naturwissenschaftlichen Unterricht

Fachdidaktische Anregungen für Lehrerinnen und Lehrer

IMST Gender_Diversitäten Netzwerk (Hrsg.) (2014). Gender_Diversity-Kompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht. Fachdidaktische Anregungen für Lehrerinnen und Lehrer. 2. Auflage. Klagenfurt: Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung.

Autorinnen

Heidemarie Amon, Ilse Bartosch, Anja Lembens und Ilse Wenzl

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Instituts für Unterrichts- und Schulentwicklung/IMST unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Hinweise zu den Rechten der Abbildungen sind angegeben.

Die Broschüre wurde finanziert durch das Bundesministerium für Bildung und Frauen (BMBF).

Redaktion

Katrin Oberhöller und Ilse Bartosch

Lektorat

Maria Pribila

Layout

Thomas Hainscho

Download der Broschüre

www.imst.ac.at/gender

<http://pubshop.bmbf.gv.at>

ISBN 978-3-9503536-0-0

3. unveränderte Auflage, 2017

Weitere Informationen unter:

IMST (Innovationen Machen Schulen Top)
Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung (IUS)
SoE – School of Education
Alpen-Adria-Universität Klagenfurt
Sterneckstraße 15
9010 Klagenfurt am Wörthersee
Tel.: +43 (0) 463 2700 6134
Fax: +43 (0) 463 2700 6199
imst@uni-klu.ac.at
<http://www.imst.ac.at>
<http://ius.aau.at>



Inhalt

Vorwort der Bundesministerin für Bildung und Frauen	7
Vorwort der IMST-Leitung	9
Einleitung	11
Naturwissenschaften	
Ilse Bartosch, Anja Lembens: Naturwissenschaftliche Bildung: ein Menschenrecht!	13
Biologie	
Heidemarie Amon, Ilse Wenzl: Ist das soziale Geschlecht durch das biologische Geschlecht festgelegt? Geschlechtertheorien in der Biologie	27
Chemie	
Anja Lembens: Chemielernen und Gender – Zugänge für ALLE ermöglichen	39
Physik	
Ilse Bartosch: Den Blick der Physik auf die Welt verstehen – Physikalische Bildung für ALLE	55
Autorinnen	73
IMST	74

Vorwort

Chancen- und Geschlechtergerechtigkeit sind klare Leitprinzipien meiner Bildungs- und Gleichstellungspolitik.

Aufgabe der Schule ist es, eine Lernumgebung zu schaffen, die es allen Kindern und Jugendlichen ermöglicht, ihre Kompetenzen und Handlungsspielräume – frei von Rollenbildern und Stereotypen – möglichst breit zu entwickeln. Geschlecht, soziale Herkunft oder andere Diversitätsmerkmale dürfen dabei zu keinem Nachteil führen.

Obwohl Mädchen und jungen Frauen über 600 Ausbildungswege offen stehen, wählen die meisten von ihnen den Beruf Frisörin, Verkäuferin oder Sekretärin. Und weil die Berufswahl eine so wichtige Rolle spielt und die Rollenbilder und -klischees so tief verankert sind, ist gerade die Schule ganz entscheidend, um aktiv zu sein. Mädchen sollen sich schon in der Volksschule an der Werkbank betätigen und auch später nicht die Freude an Physik oder Mathematik verlieren.

Gender- und Diversitätskompetenz und eine reflektierte Grundhaltung der Lehrerinnen und Lehrer trägt dazu bei, dass alle Schülerinnen und Schüler ihre Potentiale besser und breiter entwickeln können. Die im Rahmen von IMST („Innovationen Machen Schulen Top“) von Fachdidaktikexpertinnen und -experten erarbeitete Handreichung liefert wissenschaftlich fundierte und gleichzeitig praxistaugliche Anregungen für Lehrende im Bildungsbereich.

Die Broschüre vereint aktuelle Erkenntnisse aus der Geschlechter- und Fachkulturforschung sowie aus der pädagogisch-fachdidaktischen Forschung und bereitet diese für die mathematisch-naturwissenschaftliche Unterrichtspraxis auf.

Zahlreiche Impulse zur Gestaltung eines reflektierten und methodisch vielfältigen Unterrichts sollen dabei helfen, diesen auch verstärkt an den Interessen und Lebenswelten aller Schülerinnen und Schüler auszurichten und dadurch einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung der Chancen- und Geschlechtergerechtigkeit im Bildungswesen zu liefern.

Ich wünsche viel Erfolg und Freude bei der Umsetzung!



Astrid Knie



Gabriele Heinisch-Hosek
Bundesministerin für Bildung und Frauen

Vorwort

IMST-Leitung

Die Initiative IMST – Innovationen Machen Schulen Top – des BMBF unterstützt die Etablierung einer fachbezogenen Qualitätsentwicklung in den MINDT-Fächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Deutsch und Technik sowie in verwandten Fächern.

IMST wird vom Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung der School of Education der Alpen-Adria-Universität Klagenfurt in Zusammenarbeit mit vielen Personen und Partnerinstitutionen koordiniert und umgesetzt. Im Fokus steht kompetenzorientiertes Lernen unterstützt durch einen innovativen Unterricht. Neben vielen fachdidaktischen und pädagogischen Dimensionen sind vor allem auch Diversitätsaspekte wichtig und hier wiederum insbesondere Gender und Diversity Sensitivity und Gender Mainstreaming.

Gerade in den Bereichen der Naturwissenschaften, vor allem in Chemie und Physik, gibt es nach wie vor einen Gender Gap. Dieser manifestiert sich in einem überdurchschnittlichen Desinteresse von Mädchen an einschlägigen Schwerpunktsetzungen im Rahmen ihrer schulischen Ausbildung und schließlich auch in geringen Studentinnenzahlen in entsprechenden Studienrichtungen.

Neben den Familien sind hier auch viele andere gesellschaftliche Bereiche und vor allem der Bildungsbereich gefordert und müssen Beiträge zur Weiterentwicklung dieser unbefriedigenden Situation leisten. IMST bietet durch sein Gender_Diversitäten Netzwerk im Bereich der fachbezogenen Unterrichts- und Schulentwicklung aktive Sensibilisierungsarbeit. Innovative Unterrichts- und Schulentwicklungsprojekte zeichnen sich dadurch aus, dass diese wichtigen Diversitätsdimensionen mitgedacht werden und der Umgang mit Unterschieden professionell berücksichtigt und entsprechend disseminiert wird. Und hier gilt es auch künftig noch wirksamer anzusetzen.

Eine hervorragende Gelegenheit, Lehrkräfte und interessierte Menschen aus dem Bildungsbereich bei dieser wichtigen Arbeit im Unterricht und im Feld Schule professionell zu unterstützen, bietet die vorliegende Broschüre. Sie soll wertvolle Impulse für eine gender_diversitätssensible pädagogische Arbeit in den Bereichen Naturwissenschaften geben.

Wir wünschen den geschätzten Leserinnen und Lesern viel Freude mit dieser Broschüre.

Konrad Krainer und Heimo Senger

Einleitung

In dieser Handreichung soll es darum gehen, die Augen für die Vielfalt der Individuen in unseren Klassenzimmern zu öffnen. Der Schwerpunkt wird dabei auf Geschlechteraspekte gelegt, da das ‚Problemfeld‘ Geschlecht und Naturwissenschaft im deutschsprachigen Raum jedenfalls für die Physik und die Chemie einigermaßen ausgeleuchtet ist.

Wir, die Autorinnen, wissen aber, dass geschlechtergerechte Maßnahmen alleine nicht ausreichen, da die Geschlechtergruppen in sich heterogen sind. In unseren Klassen gibt es *die* Mädchen und *die* Buben nicht, genauso wenig wie *die* Migranten, *die* Migrantinnen, *die* Arbeiter- oder Akademikerkinder, sondern eine große Vielfalt an Mädchen und Burschen mit individuellen Lebens- und Lerngeschichten. Die Differenzen sind oft konstruiert und das Ergebnis von Zuschreibungen und Klischees. Da jedes Individuum unterschiedlichen Gruppen gleichzeitig angehört, interferieren gesellschaftliche Benachteiligungen und Privilegien. Wir haben daher im Titel der Broschüre das Kompositum „Gender_Diversität“ verwendet – Gender selbst umfasst viele Unterkategorien und es bedarf einer Reihe weiterer Unterscheidungen, um soziale Vielfalt zu beschreiben.

Der kompetente Umgang mit den komplexen Situationen in den Klassenzimmern erfordert eine hohe Reflexions- und Selbstkompetenz der Lehrerinnen und Lehrer. Unsere Absicht war es, auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse Methodenwerkzeuge und Lerngelegenheiten anzubieten, die Schülerinnen und Schülern individuelle Lernzugänge zu den Naturwissenschaften ermöglichen und durch Fallgeschichten den Blick für die Konstruktion von Asymmetrien zu schärfen.

Auf einen einführenden Überblicksartikel folgen einzelne Beiträge zu den Schulfächern Biologie, Chemie und Physik. Sie setzen unterschiedliche Schwerpunkte: Heidi Amon und Ilse Wenzl setzen sich mit biologischen Geschlechtertheorien und der aktuellen Suche nach Geschlechterdifferenzen im Gehirn auseinander. Anja Lembens zeigt auf, wie Chemie als Burschenfach sozial konstruiert wird. Sie stellt gezeichnete Versuchsprotokolle als eine Möglichkeit vor, um Geschlechteraspekte im Chemieunterricht wahrzunehmen, sowie Concept Cartoons, um Zugänge zur Chemie für ALLE zu ermöglichen. Ilse Bartosch fokussiert darauf, wie Geschlechterklischees in den Unterrichtsinteraktionen gleichsam hinter dem Rücken der am Unterricht Beteiligten ihre Wirkmächtigkeit entfalten können, und gibt einen Überblick über Möglichkeiten, den Physikunterricht so zu gestalten, dass ALLE Lernenden den Blick der Physik auf die Welt verstehen können. Die Anregungen aus den einzelnen fachspezifischen Artikeln sind auch für die jeweils anderen Fächer interessant und anwendbar – es lohnt sich also, auch einen Blick in die Nachbarfächer zu riskieren.

Heidi Amon, Ilse Bartosch, Anja Lembens und Ilse Wenzl

Ich behandle doch sowieso alle gleich!

FIT FRAUEN IN DIE TECHNIK

mut mädchen und technik

Technik queens

Immer werden nur Mädchen gefördert. Was ist mit den Buben?

Das sitzen wir auch noch aus.

Es gibt wichtigere Dinge als das Vershandeln der Sprache.

Mädchen können nun mal kein Physik!

An was soll ich denn noch alles im Unterricht denken?

Naturwissenschaften

Naturwissenschaftliche Bildung: ein Menschenrecht!

Ilse Bartosch, Anja Lembens

Michaela, 12 ½ Jahre alt, klein, dunkle Augen, braune kurze Haare; Ahmet, 13 ½ Jahre alt, groß, kräftig, dunkle kurze Haare, braune Augen, tiefe Stimme; Anastasia, 13 Jahre alt, groß, blonde lange Haare, blaue Augen, schon eher eine junge Frau als ein Kind; Claude, groß, schlank, halblange blonde Haare, graugrüne Augen ... sind Schülerinnen und Schüler einer durchschnittlichen österreichischen Schulklasse. Sie sind alle etwa gleich alt, unterscheiden sich aber in ihrer Größe, ihrer Haarfarbe, ihrem Körperbau und ihrem Geschlecht. Sie stammen aus Familien unterschiedlicher religiöser Überzeugungen, gehören unterschiedlichen Kulturkreisen an, haben unterschiedlichen sozioökonomischen Hintergrund und kommen mit sehr verschiedenen Lebens- und Bildungserfahrungen in die Schule. Sie alle haben gleichermaßen ein Recht auf Bildung (siehe Kasten: Artikel 26 der Erklärung der Menschenrechte), und dieses Menschenrecht schließt nach Svein Sjøberg (2009) auch naturwissenschaftliche Bildung ein.

Resolution 217 A (III) der Generalversammlung der Vereinten Nationen vom 10. Dezember 1948; Allgemeine Erklärung der Menschenrechte

Artikel 26

1. Jeder hat das Recht auf Bildung. Die Bildung ist unentgeltlich, zum mindesten der Grundschulunterricht und die grundlegende Bildung. Der Grundschulunterricht ist obligatorisch. Fach- und Berufsschulunterricht müssen allgemein verfügbar gemacht werden, und der Hochschulunterricht muß allen gleichermaßen entsprechend ihren Fähigkeiten offenstehen.

2. Die Bildung muß auf die volle Entfaltung der menschlichen Persönlichkeit und auf die Stärkung der Achtung vor den Menschenrechten und Grundfreiheiten gerichtet sein. Sie muß zu Verständnis, Toleranz und Freundschaft zwischen allen Nationen und allen rassischen oder religiösen Gruppen beitragen und der Tätigkeit der Vereinten Nationen für die Wahrung des Friedens förderlich sein.

Quelle: <http://www.ohchr.org/en/udhr/pages/language.aspx?langid=ger> [21.2.2012]

Zieht man die Ergebnisse internationaler Schulleistungsvergleichsstudien heran, oder sieht sich die Verteilung der Jugendlichen auf unterschiedliche Ausbildungszweige und Bildungsabschlüsse an, so wird Folgendes deutlich: Dem österreichischen Bildungssystem gelingt es nur unzureichend, allen Menschen einen gleichberechtigten Zugang zu naturwissenschaftlicher Bildung zu ermöglichen. Nur ein Teil der Bevölkerung kann jene naturwissenschaftlichen Basiskompetenzen („scientific literacy“) erwerben, die in einer von Naturwissenschaft und Technik geprägten Gesellschaft notwendig sind, um informierte Wahl- und Konsumententscheidungen treffen zu können.

Unterschiede werden ‚gemacht‘

Studien zeigen, dass 14-16-jährige Schülerinnen und Schüler in aller Welt Naturwissenschaften für wichtig halten, den naturwissenschaftlichen Unterricht empfinden sie jedoch als nicht besonders interessant (Schreiner & Sjøberg, 2007). Den Jugendlichen ist es ‚sehr wichtig‘, in Zukunft einen Beruf zu haben, der wichtig und bedeutungsvoll für die Gesellschaft ist. Für Mädchen ist dies durchgängig noch bedeutsamer als für Burschen.

Dieselben Jugendlichen können sich aber nicht vorstellen, einen naturwissenschaftlichen oder technischen Beruf auszuüben. Hier gibt es bemerkenswerte Unterschiede zwischen Mädchen und Burschen sowie zwischen Industriestaaten und aufstrebenden Staaten. In den Industriestaaten ist das Interesse, einen naturwissenschaftlichen oder technischen Beruf zu ergreifen, sehr gering und die Ablehnung der Mädchen ist dabei deutlich stärker als die der Burschen.

Diese Ergebnisse belegen: Die Unterschiede im Interesse für Naturwissenschaften sind keineswegs nur auf das Geschlecht zurückzuführen. Die Asymmetrien sind je nach Kultur anders ausgeprägt und differieren in den einzelnen naturwissenschaftlichen Schulfächern, wie z.B. in internationalen Schulleistungsvergleichsstudien oder Statistiken zur Studienwahl deutlich wird. Die Unterschiede innerhalb einer Geschlechtergruppe sind darüber hinaus größer als die zwischen den

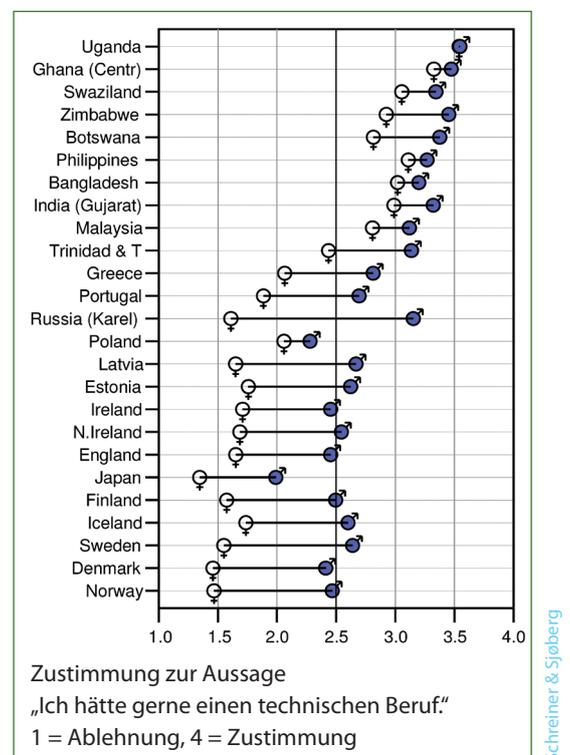


Abb. 1: Interesse Jugendlicher an einem technischen Beruf.

(Quelle: Schreiner & Sjøberg, 2007, S. 11)

Gruppen. Biologische Begründungen reichen daher nicht aus, um etwa Geschlechterasymmetrien bei räumlichem Vorstellungsvermögen, Aggressivität oder sprachlichen und mathematischen Fähigkeiten zu erklären. Die Asymmetrien lassen sich auch nicht auf angeborene Begabungsunterschiede zurückführen (Hyde & Lynn, 2006; vgl. auch Amon & Wenzl in diesem Band und Lembens in diesem Band). Es ist vielmehr der Glaube an solche Differenzen, der Eltern, Lehrkräfte oder Medienverantwortliche so agieren lässt, dass Mädchen zur Überzeugung kommen, sie seien für Physik, Chemie und Technik wenig begabt. Das führt in der Folge zu Interessens- und Leistungsdifferenzen, zu geschlechterstereotypen Berufswahlen und zu einer Marginalisierung von Frauen in technischen Berufen.

Identitätswürfe – zwischen Klischees und dem Experimentieren mit Alternativen

In unserer pluralistischen Gesellschaft sind Denk- und Handlungsmuster vielfältiger geworden. Es fehlen allgemein verbindliche Weltbilder und Lebensentwürfe. Gleichzeitig sind traditionelle gesellschaftliche Erwartungen an Männer und Frauen oder stereotype Vorstellungen über unterschiedliche Eigenarten und Fähigkeiten der beiden Geschlechter nach wie vor wirkmächtig. Sie werden im Alltag unter anderem von der Werbung und den Medien mit großer öffentlicher Präsenz inszeniert. Besonders deutlich wird das in Spielwarengeschäften, wo man mit völlig unterschiedlichen Angeboten für Buben und Mädchen konfrontiert wird. Mädchenspiele bieten häufig nicht die Möglichkeit, Wissen und Kompetenzen in naturwissenschaftlich-technischen Bereichen spielerisch aufzubauen, der affektive Bezug zu diesen Wissenschaften wird in der Kindheit nicht hergestellt (vgl. Miller, Slawinski Blessing & Schwartz, 2006, p. 366).

Der Einfluss des Spielangebots auf Berufswünsche

“1992 [...] Barbie stopped saying math was hard after Mattel received complaints from, among others, the American Association of University Women.” (Associated Press, 2008) “Sixteen years after Barbie dolls declared, ‘Math class is tough!’ girls are proving that when it comes to math they are just as tough as boys. [...] So far, while her current career choices include baby doctor and veterinarian - and Dallas Cowboys cheerleader, too - Barbie has not branched out into technology or engineering.” (Associated Press, 2008)

2010 wurde durch öffentliches Voting auf www.barbie.com über den Beruf der nächsten *I Can Be ... Barbie™* abgestimmt. Die Wahl fiel auf Computer Engineer Barbie. (vgl. <http://www.barbie.com/vote/> [23.10.2012])

Vergegenwärtigt man sich, dass die Kindheit und das Jugendalter ‚heiße Phasen‘ der Identitätskonstruktion sind, dann wird deutlich, wie wirkungsvoll solche stereotypen Zuschreibungen sind: Identität ist nicht etwas, das man von Geburt an hat, sondern sie wird in den sozialen Interaktionen auf subtile Weise immer wieder aufs Neue definiert, dargestellt und kommuniziert (Goffmann, 1959). Die soziale Anerkennung der Anderen bestätigt auf subtile Weise, ob die gelebte Identität kulturell anerkannt wird. Junge Menschen können ihre Identität daher nicht beliebig frei wählen. Identitätskonstruktionen sind vielmehr ein Balanceakt zwischen soziokultureller Anerkennung und der Fähigkeit junger Menschen, ein „Anerkennungsvakuum“ (King, 2002) auszuhalten.

Interessen, Neigungen und Berufswahlen sind stark von den Bildern mitbestimmt, die sich junge Menschen von ihrer zukünftigen Identität machen. Kinder und Jugendliche schlüpfen probeweise in verschiedene Identitäten, um zu prüfen, ob sie in das individuelle Persönlichkeitskonzept passen. Sie experimentieren, um herauszufinden, wie sich eine bestimmte Identität anfühlt und welche Anerkennung sie dafür von jenen Personen erhalten, die ihnen wichtig sind.

Neben dem Interesse hängt die Entscheidung für eine bestimmte Ausbildung von einer Reihe weiterer Faktoren ab: Vermutungen über Anforderungen werden mit eigenen Voraussetzungen verglichen. Auch die soziale Stellung, die man erhofft, mit einer bestimmten Ausbildung zu erwerben, ist von Bedeutung. Ein entscheidender Aspekt ist aber die Passung zwischen den Entwürfen der eigenen zukünftigen Identität und dem (klischeehaften) Bild, das man sich von einem/r typischen Vertreter/in dieses Berufes macht. Dieses „*self to prototype matching*“, wie es Ursula Kessels und Bettina Hannover nennen (2006, S. 351), ist von entscheidender Bedeutung für die Interessensentwicklung und die Beziehung zu einem bestimmten Schulfach.

Das heißt, die Frage: „Welchen Beruf will ich ergreifen?“ ist eng verknüpft mit der Frage: „Wer möchte ich in Zukunft sein?“

Stereotype¹ – die Macht der Botschaft zwischen den Zeilen

Die PISA²-Studie 2006 (OECD, 2007) deckte den Zusammenhang zwischen drei der zentralen sozialen Differenzkriterien – Geschlecht, Ethnie, sozioökonomischer Status – und den Leistungen in den Naturwissenschaften auf (siehe Kasten).

- **Geschlecht**

Während im internationalen Vergleich die Leistungen von Mädchen und Burschen in den Naturwissenschaften insgesamt keinen signifikanten Unterschied zeigen, ist in Österreich die Asymmetrie zwischen Burschen und Mädchen im Bereich ‚physikalische Systeme‘ weltweit am größten. Der Unterschied von 45 Punkten entspricht mehr als einem Lernjahr (Schreiner, 2007, S. 26). Sowohl der persönliche Nutzen (ebd. S. 30) als auch die Bedeutung von Naturwissenschaft für die Zukunft (ebd. S. 34) wird von österreichischen Schülern und Schülerinnen am niedrigsten von allen Vergleichsländern eingestuft, wobei Mädchen noch weniger mit dem Gelernten anzufangen wissen als Burschen.

- **Ethnie/Kultur**

Schüler und Schülerinnen mit Migrationshintergrund sind in der Spitzengruppe nur selten zu finden (1. Generation 2%, 2. Generation 2%). Der Anteil in der Risikogruppe hingegen ist mit 36% (1. Generation 21%, 2. Generation 15%) in den Naturwissenschaften größer als in Mathematik (1. Generation 16%, 2. Generation 13%) und Lesen (1. Generation 14%, 2. Generation 11%). Jugendliche mit Migrationshintergrund sind nahezu dreimal so oft in der Risikogruppe Naturwissenschaften zu finden, wie in der (repräsentativen) Gruppe der getesteten 15-jährigen SchülerInnen (13%) insgesamt (Schreiner, 2007, S. 66).

1 Stereotype sind ‚typische‘ Eigenschaften, die Angehörigen einer Gruppe zugeschrieben werden. Sie helfen bei der Orientierung in komplexen Situationen, werden aber zu Vorurteilen, wenn man meint, dass diese Eigenschaften alle Menschen haben, die zu dieser Gruppe gehören, und die individuellen Unterschiede ausblendet.

2 PISA = Programme for International Student Assessment

- **Sozioökonomischer Status**

Der Bildungshintergrund der Eltern hat einen deutlichen Einfluss auf die Leistungen in den Naturwissenschaften. Die Differenz zwischen Jugendlichen, deren Eltern maximal einen Pflichtschulabschluss haben, und jenen, deren Eltern eine tertiäre Ausbildung haben, entspricht mit 100 Punkten nahezu drei Lernjahren!

Jugendliche mit Migrationshintergrund, die aus bildungsfernen Bevölkerungsschichten stammen, sind häufig doppelt benachteiligt. Als Erklärung für die dokumentierten Unterschiede werden einerseits oft vorschuell angegebene Faktoren ins Treffen geführt. Andererseits werden bei Kindern mit Migrationshintergrund fehlende Sprachkenntnisse oder mangelnde Unterstützung von Zuhause unterstellt. Dem eigentlichen Grund, der fehlenden Passung zwischen dem Lehrangebot und den unterschiedlichen Lernvoraussetzungen und -ambitionen der Schülerinnen und Schüler, stehen Lehrer und Lehrerinnen vielfach mit Unsicherheit, Ratlosigkeit und Ambivalenz gegenüber. In der Praxis behilft man sich dann häufig mit Stereotypen, um komplexe und unklare Situationen zu erklären und handlungsfähig zu bleiben. Unverstanden bleibt, warum das gleiche Lernangebot von Schülerinnen und Schülern mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen nicht im gleichen Maße genutzt werden kann.

Spannungsverhältnis zwischen Alltagskultur und schulischer Fachkultur

Sozialkonstruktivistische Erklärungsansätze fokussieren auf die mangelnde Passung von Lernumgebungen und jenen Bildungsaspekten, die für die Lernenden individuell bedeutsam sind. Sie sehen die Ursache für viele schulische Probleme in einem Spannungsverhältnis zwischen der Alltagskultur der Kinder und Jugendlichen und den schulischen Fachkulturen, die sich an den Wissenschaftskulturen orientieren. Ein ‚szientistischer‘ Unterricht (Wagner, 1979; Zeyer, 2005), in dem den Schülern und Schülerinnen der ‚Eindruck einer den kulturellen Eliten vorbehaltenen Welt‘ vermittelt wird, bestärkt das Bild der ‚hard western male science‘, in der der *„isolierte männliche Wissenschaftler im Labor [...] mit Hilfe von stringenten Experimenten und rationalem Denken seinen diffusen Wissensdrang befriedigt“* (Zeyer, 2005, S. 196). Ein Bild von Wissenschaft, das für viele Lernende eher abstoßend als motivierend wirkt und nicht anschlussfähig an ihre gesellschaftlichen Alltagserfahrungen ist.

Geschlecht und Naturwissenschaften

Evelyn Fox Keller (1986, S. 9) fragt, *„in welchem Maße die Beschaffenheit der Wissenschaft mit Vorstellungen der Männlichkeit verknüpft ist, und was es für die Wissenschaft bedeuten würde, wenn es anders wäre?“* Im Kontext naturwissenschaftlichen Unterrichts sind Aussagen wie die folgenden keine Seltenheit: *„Mädchen können kein Physik“*, *„Frauen interessieren sich nicht für naturwissenschaftlich-technische Berufe“*, *„In Biologie sind Mädchen und Burschen gleich gut“*. Die Fokussierung auf Interesse, Leistungen und Wahlverhalten greift jedoch zu kurz, wenn man die Verwobenheit von Geschlecht und Naturwissenschaften angemessen durchleuchten will. Keller (1986, S. 80) macht

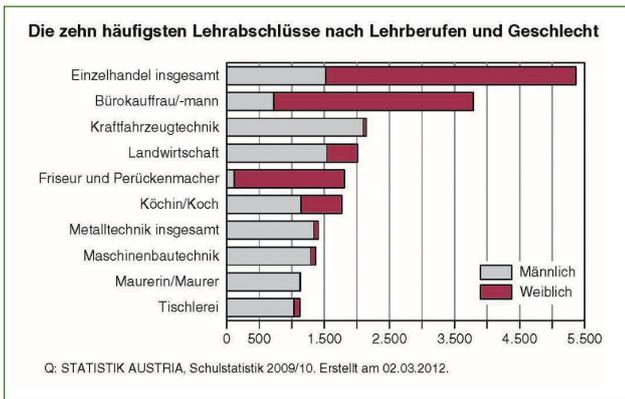


Abb. 2: Lehrabschlüsse nach Geschlecht.
(Quelle: Statistik Austria 2011)

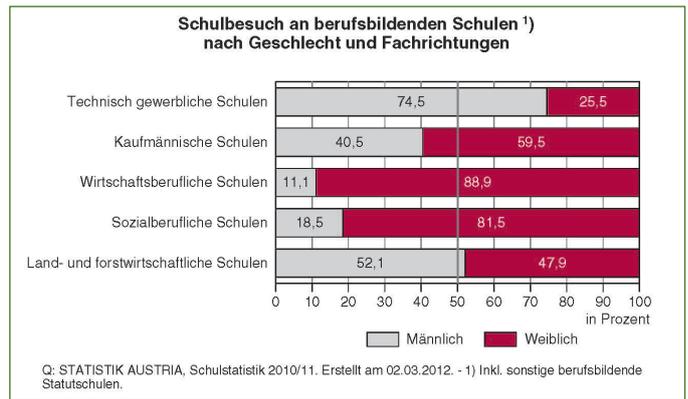


Abb. 3: Schulbesuch an BHS nach Fachrichtung und Geschlecht. (Quelle: Statistik Austria 2011)

beide Abbildungen: Statistik Austria 2011

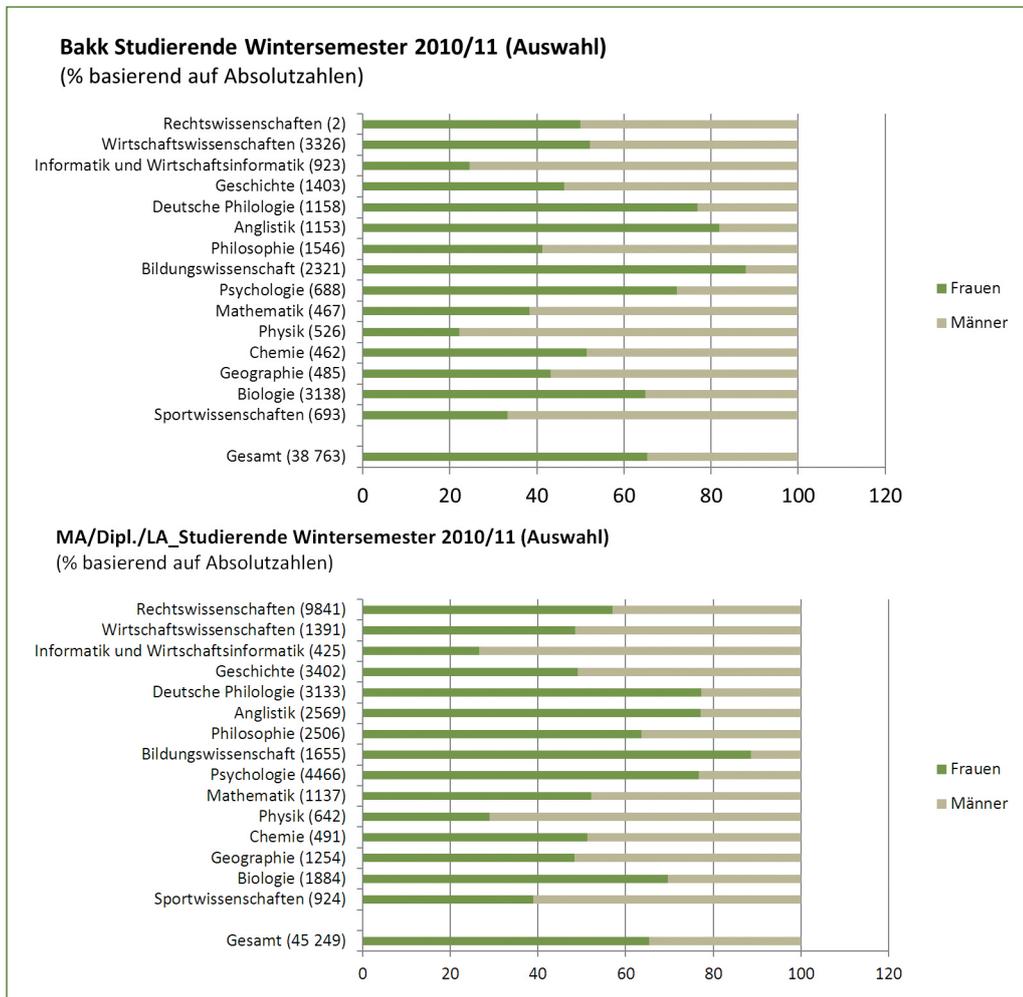


Abb. 4: Studierendenzahlen im Wintersemester 2010/11 an der Universität Wien. Da die Curricula in den Lehramtsstudien noch nicht der Bakkalaureat-Master Struktur entsprechen, sind die kleineren Frauenanteile in den Bakkalaureatsstudien (vor allem in den Fächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) auf die Lehramtsstudien zurückzuführen. Sie haben traditionell einen hohen Frauenanteil. (Quelle: Abt. Frauenförderung und Gleichstellung, 2011, S. 9-10)

darauf aufmerksam, dass das Verhältnis zwischen Geschlecht und Naturwissenschaft komplexer ist und längs dreier Dimensionen betrachtet werden muss:

- **Women in Science** setzt sich mit der Situation von Frauen in den naturwissenschaftlichen Fächern auseinander – in der Schule, im Studium, im Beruf. Statistische Daten sind dann Anlass für MINT³-Initiativen, die versuchen, Physik, Chemie, Informatik und Technik für junge Frauen attraktiver zu machen.
- **Science of Gender** fragt danach, wie (natur-)wissenschaftliche Theorien dazu herangezogen werden, um die stereotyp einem Geschlecht zugeschriebenen Eigenschaften zu begründen. Der Versuch, gesellschaftliche Benachteiligung durch angeborene Defizite von Frauen zu begründen, gehört etwa dazu (vgl. den Beitrag von Amon & Wenzl).
- **Gender of Science** thematisiert die Verwobenheit von Geschlecht und den alltäglichen Gewohnheiten in Fachwissenschaft und Schulfach. Diese Dimension bedarf der meisten Sensibilität, um sie zu entschlüsseln. Sie ist gleichzeitig auch die wirkmächtigste. Sie betrifft alle Schulfächer – nicht nur die Naturwissenschaften.

Diese drei Dimensionen sollen daher etwas genauer betrachtet werden.

Women in Science

Mädchen sind, gemessen an den Abschlüssen oder den Klassenwiederholungen, die Bildungserfolgreicheren. Am Arbeitsmarkt haben Frauen jedoch weniger Chancen als Männer mit gleichem Bildungshintergrund, und sie werden weniger gut bezahlt.

Die Fach- und Berufswahl ist im hohen Maß mit dem Geschlecht korreliert: So wählt die überwiegende Mehrzahl junger Frauen Berufsausbildungen, Schultypen und Studien, in denen die ‚harten‘ Naturwissenschaften keine Rolle spielen. Hand in Hand damit geht geringere Bezahlung: z.B. ist die Lehrlingsentschädigung in der männlich dominierten Technikbranche im ersten Lehrjahr höher (517,- Euro) als in der vorwiegend von jungen Frauen gewählten Branche Körper- und Schönheitspflege (353,- Euro).

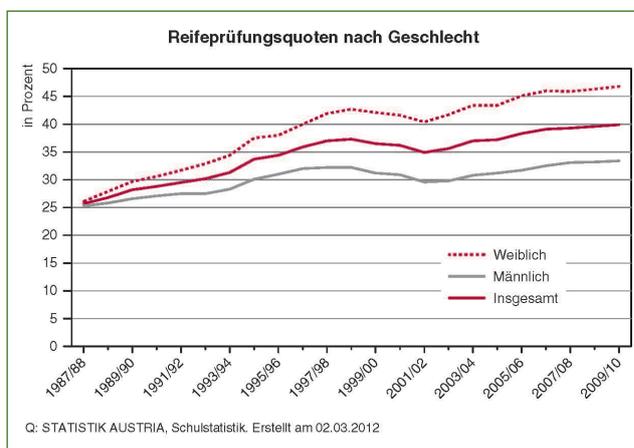


Abb. 5: Reifeprüfungsquoten nach Geschlecht.
(Quelle: Statistik Austria 2011)

Die Studienwahlentscheidungen sind ähnlich gelagert. Der Anteil der Frauen verringert sich überdies mit jeder Stufe der wissenschaftlichen Laufbahn unabhängig von der Studienrichtung. „Sie, versickern‘ gleichsam in den traditionell auf Männer ausgerichteten Wissenschaftsstrukturen: Ein Phänomen, das auch als ‚leaky pipeline‘ bezeichnet wird.“ (Schaller-Seidl & Neuwirth, 2003, S. 301) Die Universitäten haben eine Reihe von Programmen entwickelt, um Frauenkarrieren in der Wissenschaft zu fördern.

3 MINT steht für Mädchen in Naturwissenschaft und Technik

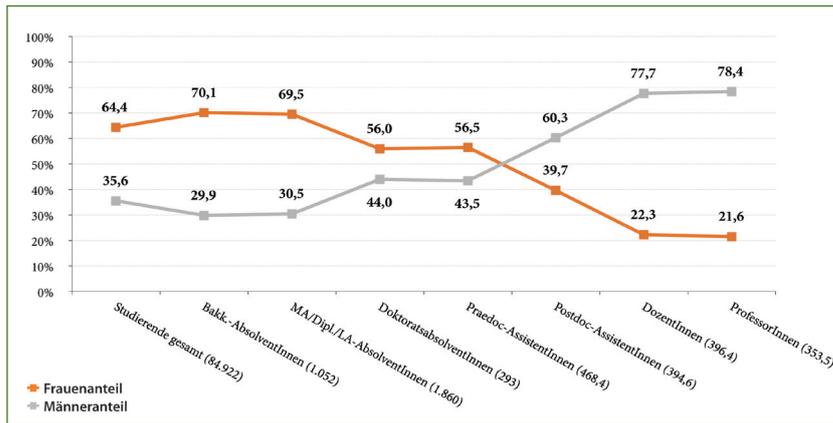


Abb. 6:
Verhältnis des Geschlechter-
anteils Studierende und
wissenschaftliches Personal
an der Universität Wien.
 (Quelle: Abt. Frauenförderung
 und Gleichstellung, 2011,
 S. 56)

Um Rollenvorbilder für alle Schülerinnen und Schüler anzubieten, sollten im Fachunterricht auch die Frauen in den Naturwissenschaften sichtbar gemacht und ihre Leistungen gewürdigt werden. Weiters ist bedeutsam, dass einseitige Darstellungen in Schulbüchern sowie Gründe und Barrieren von Karriereverläufen diskutiert werden.

Science of Gender

Seit der Antike wird versucht, den Ausschluss von Frauen aus der Forschung ‚wissenschaftlich‘ zu argumentieren. Eine wichtige Rolle spielen dabei biologische Geschlechtertheorien (siehe den Beitrag von Amon & Wenzl) und Gegensatzpaare wie Natur/Kultur bzw. Geist/Körper, die mit Männlichkeit und Weiblichkeit verknüpft werden (Braun & Stephan, 2005, S. 7). Roger Bacon, der Gründer der modernen Naturwissenschaft, beschreibt z.B. Naturwissenschaft explizit als „*männliche Wissenschaft*“, die die Natur zur Sklavin der Wissenschaft machen soll (Deuber-Mankowsky, 2005, S. 207; siehe dazu auch Lembens in diesem Band).

In der Wissenschaft der Moderne wiederholen sich diese symbolischen Zuordnungen. Sie äußern sich z.B. in der Spaltung der Wissenschaften in eine literarisch-geisteswissenschaftliche und in eine naturwissenschaftlich-technische Sphäre. Diese beiden Pole prägen nicht nur die universitären Disziplinen, sondern auch die Schwerpunkte in den unterschiedlichen Schultypen der AHS und der BHS. Die Fachgruppen bei der Matura an der AHS sind ebenfalls nach diesen zwei Polen organisiert (Sprachen, Geistes- und Naturwissenschaften). Die dichotome Aufspaltung geht einher mit Zuschreibungen (z.B. weich/hart), aber auch mit Wertigkeiten: z.B. wird Physik mitunter als Königsdisziplin oder die Biologie als Jahrhundertwissenschaft bezeichnet, was den Angehörigen dieser Disziplinen hohes gesellschaftliches Ansehen bringt, aber auch bessere Chancen, Geld für wissenschaftliche Forschung einzuwerben. Es scheint beinahe selbstverständlich zu sein, dass die ‚hard sciences‘ von Männern und die Geisteswissenschaften, zumindest auf der schulischen und studentischen Ebene, von Frauen dominiert werden.

Besonders in populärwissenschaftlichen biologischen Publikationen werden wissenschaftliche Erkenntnisse stark vereinfacht dargestellt und erwecken den Eindruck, dass stereotype Zuschreibungen wissenschaftlich fundiert seien. Diese reduktionistischen Darstellungen finden Eingang in den Unterricht und sind im Alltagswissen präsent. Sie unterstützen stereotype Überzeugungen, dass Geschlechterrollen und -eigenschaften durch die unterschiedliche ‚Natur‘ von Männern und Frauen bedingt sind (vgl. auch Amon & Wenzl sowie Lembens in diesem Band).

Gender in Science

Naturwissenschaften sind mehr als eine Sammlung von Wissen und speziellen methodischen Verfahren, die über Generationen angehäuft wurden. Naturwissenschaften sind das Ergebnis eines komplexen Netzes sozialer Interaktionen, das durch die Menschen, die wissenschaftlich arbeiten, und ihre individuellen Erfahrungen und Bedürfnisse geprägt ist. Darüber hinaus sind Naturwissenschaften einem ständigen Wandel unterworfen, der durch neue Erkenntnisse und Aushandlungsprozesse angetrieben wird.

Die ‚Soziologik‘ beeinflusst die besondere Art und Weise, wie die Angehörigen dieser Disziplin die Welt unter Verwendung spezifischer Methoden und einer eigenen Fachsprache konstruieren. Diese Bräuche und Gewohnheiten formen die Kultur einer Wissenschaft. Wollen Studierende anerkannte Mitglieder der ‚Scientific Community‘ werden, müssen sie sich die moralischen Normen und Regeln des Verhaltens sowie die spezifischen Sprachmuster und symbolischen Formen aneignen. Diese unbewussten Denk-, Wahrnehmungs-, Urteils- und Handlungsmuster werden durch die Art und Weise sichtbar, wie sich das Fach nach außen darstellt: z.B. in Gestalt der Lehrkultur, des Interaktionsstils, der gepflegt wird, oder der Initiationsriten, mit denen angehende Lehrkräfte in das Fach aufgenommen werden (Arnold & Fischer, 2004). Dabei greifen Konstruktionsprozesse von Geschlecht und Fachkultur ineinander bzw. bedingen sich gegenseitig (vgl. Willems, 2006, 2007).

In den spezifischen ‚Umwelten‘, die die Fachkulturen schaffen, bilden angehende Lehrkräfte einen charakteristischen Habitus aus, sie erlernen die Kommunikationsmuster, durch die sich die Mitglieder einer Fachkultur als solche identifizieren. Dazu gehört die Art und Weise, wie die ‚Fachgeschichten‘ zu erzählen sind, die Beispiele, die zu den einzelnen Themen gebracht werden, und die Gegenstände und symbolischen Formen (z.B. chemische Zeichen, mathematische Formeln), die zur Verdeutlichung von Inhalten und Prozessen verwendet werden. Jedes Schulfach bildet auf dieser Basis ebenfalls eine schulische Fachkultur aus, die sich aus der Kultur der Bezugsdisziplin ableitet, aber nicht mit ihr identisch ist.

Wie müssen Lernumgebungen beschaffen sein, die die Entwicklung einer fachbezogenen Identität ALLER unterstützen?

Inklusiver Unterricht, der der Vielfalt in Schulklassen Rechnung trägt, fokussiert nicht darauf, mittels spezieller Angebote vermeintliche Defizite auszubügeln. Vielmehr will er allen Lernenden Zugänge zur interessanten Welt der Naturwissenschaften eröffnen, in die sie sich mit ihren ganz persönlichen Fähigkeiten und Interessen einbringen können sollen.

Ältere und immer wieder angeführte Untersuchungen zum Sachinteresse von Mädchen und Burschen, die etwa zu folgenden Ergebnissen kommen, greifen deutlich zu kurz: *„Beim Sachinteresse an Chemie unterscheiden sich Mädchen von Jungen vor allem bei den Inhalten, die für sie eine persönliche Bedeutung haben. Es sind dies vor allem Inhalte, die etwas mit Chemie im Haushalt, Reinigung, Ernährung, Schmuck oder Naturerscheinungen zu tun haben. Jungen präferieren dagegen Inhalte mit technischem Hintergrund: Erdöl, Gebrauchsmetalle oder Kunststoffe“* (Häußler et al., 1998, S. 122). Solche Aussagen stehen vielmehr *„in der Gefahr, Differenzen festzuschreiben oder gar zu produzieren, statt einen konstruktiven Umgang mit ihnen zu ermöglichen“* (Faulstich-Wieland, 2004, S. 6).

Eine Reihe von Studien zeigt, dass Mädchen beim Lernen von Naturwissenschaften in erster Linie dann einen subjektiven Sinn rekonstruieren, wenn es nicht um das reine Aneignen von Fakten geht, sondern die Relevanz der Inhalte in Anwendungskontexten diskutiert wird (Lembens, 2005). Solche Zugänge zielen auf den Aufbau einer Scientific Literacy, die für alle Menschen relevant ist. Zu ähnlichen Erkenntnissen kommen Anat Zohar und David Sela (2003, p. 264): „*Instead of striving for a different curriculum, these girls yearn to study the same curriculum in a more meaningful way.*“ Es geht also weniger um die Auswahl bestimmter Inhalte, zu denen Mädchen angeblich von vornherein eine Beziehung haben, sondern darum, dass gemeinsam sinnkonstruierend, verstehend und reflektierend gelernt werden kann.

Da die Gender- und Diversitätsthematik vielschichtig und komplex ist, reicht es nicht aus, nur an der Schraube der Gestaltung von Unterricht zu drehen. Um Lerngelegenheiten zu gestalten, in denen möglichst alle Lernenden einen subjektiven Sinn (re)konstruieren können, müssen viele unterrichtsrelevante Aspekte vor dem Hintergrund der vielfältigen Voraussetzungen der Lernenden bedacht werden. Das sind:

- die Ziele des Unterrichts,
- die Auswahl der Inhalte und Methoden,
- die soziale Organisation des Unterrichts,
- die Gestaltung der Interaktionen,
- die Art und Weise, wie, zu welchem Zweck und vor welchem Hintergrund Leistungen erhoben und bewertet werden.

Der Auftrag des naturwissenschaftlichen Unterrichts an **allgemeinbildenden Schulen** ist nicht in erster Linie, junge Menschen für eine naturwissenschaftliche Ausbildung zu qualifizieren, sondern Dimensionen zu eröffnen, um die eigene Identität neu zu verhandeln und zur kritischen Betrachtung naturwissenschaftlicher Entwicklungen anzuleiten (vgl. Gilbert, 2001).

Förderliche Unterrichtskonzepte folgen nicht nur der fachwissenschaftlichen Logik und Tradition, sondern gleichberechtigt den Interessen und Lebensumständen der Lernenden. Sie gehen sensibel mit Sprache und deren Metaphern sowie dem symbolischen Gehalt von Illustrationen und eingesetzten Beispielen um. Insgesamt eignen sich Aspekte der ‚Natur der Naturwissenschaften‘ hervorragend, um Chancen, Nutzen, Risiken und Grenzen von Naturwissenschaften zu diskutieren und damit Naturwissenschaften als menschliches Handlungsfeld erfahrbar zu machen und die Marginalisierung von Frauen in einen historischen Kontext zu stellen. Thematisiert man im Unterricht die Prozesse, in denen naturwissenschaftliches Wissen generiert wird, und nicht nur das historisch gewachsene ‚Wissensgebäude‘, dann wird auch die Veränderlichkeit von wissenschaftlichem Wissen sichtbar. Ein so gestalteter Unterricht ermöglicht vielen Lernenden, die sich nicht mit dem Auswendiglernen von Fakten zufrieden geben möchten, Anknüpfungspunkte zu finden. Außerdem sind diese Betrachtungen zum Aufbau von Kompetenzen mit Blick auf eine verantwortungsvolle Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen mit naturwissenschaftlichen Dimensionen notwendig (vgl. Lembens, 2010; Lembens & Rehm, 2010).

In einem naturwissenschaftlichen Unterricht, der der Vielfalt der Jugendlichen gerecht wird, werden die Methoden so gewählt, dass sie **alle** Schülerinnen **und** Schüler zur Teilhabe am Unterricht

berechtigten und befähigen. Das schließt Gelegenheiten ein, Erfahrungen im Unterricht zu machen, statt sie vorauszusetzen. Das verlangt, eine Sprache im Unterricht zu verwenden, die von der alltäglichen Sprachwirklichkeit der Kinder und Jugendlichen ausgeht. Generell scheint es vielversprechend zu sein, eine Vielfalt an Unterrichtsformen anzubieten, bei denen es Wahlmöglichkeiten für die Lernenden gibt. Sie können sich dann theoretisch und/oder praktisch problem-lösend mit Aufgabenstellungen beschäftigen. Das eröffnet auch jenen Lernenden einen Zugang zu Naturwissenschaften, für die es mühsam ist, sich durch das Nadelöhr der Sprache zu fädeln. Besonders anfällig für Geschlechterstereotypisierungen sind die zwischenmenschlichen (Fach)Interaktionen. Es ist davon auszugehen, dass die Interaktionspartner in ihren verbalen und nonverbalen Verhaltensweisen durch die Sozialisation in einer Welt mit gesellschaftlichen Hierarchisierungen geprägt sind. Das betrifft auch und besonders die fachliche Sphäre. Die Stereotype spiegeln sich in den alltäglichen (Fach)Selbstverständlichkeiten, wie z.B. in der Art und Weise, wie die Fachgeschichten erzählt werden, wie die Fachsäle ausgestaltet werden, in den fachspezifischen Sprachmustern und den Geräten, mit denen Fachinhalte durch Experimente nahegebracht werden. Sie entfalten ihre Wirkkraft in den Symbolen und Metaphern des alltäglichen Umgangs miteinander und führen dazu, dass wir einander *nicht* gleich behandeln, unabhängig von Geschlecht, Herkunft oder sozialem Hintergrund. Vielmehr tragen wir alle dazu bei, durch stereotype Verhaltensweisen gesellschaftliche Hierarchien und klischeehafte Fachkonnotationen zu verstetigen.

Die Erschließung der symbolischen Bedeutung unserer Handlungen und sprachlichen Metaphern ist für Fachlehrkräfte allerdings eine zweifache Aufgabe: Es gilt sensibel zu entdecken, wie wir in unseren Handlungen unbeabsichtigt Differenzen schaffen, die zu Bildungsbenachteiligung im naturwissenschaftlichen Unterricht führen. Das setzt die Bereitschaft voraus, einen Schritt zurückzutreten und mit einem forschend distanzierteren Blick auf das Unterrichtsgeschehen zu schauen, um aufzuspüren, wie unhinterfragte Vorstellungen über Geschlecht bzw. die Vermittlung des Fachs das Handeln bestimmen. Wenn es gelingt, diese zu entdecken, zu dekonstruieren und zu neutralisieren, dann leisten wir damit einen wesentlichen Beitrag zu mehr Chancengerechtigkeit im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Naturwissenschaftliche Bildung für ALLE

Wollen Schulen und Lehrpersonen der Idee gerecht werden, dass (naturwissenschaftliche) Bildung Voraussetzung für die Teilhabe an gesellschaftlichen Strukturen und Prozessen ist, so ist es bedeutsam, alle pädagogisch-didaktischen Gestaltungen daraufhin zu durchleuchten, inwieweit sie bestehende gesellschaftliche Ungleichheitsverhältnisse stabilisieren oder aber eine kritische Auseinandersetzung und damit eine Veränderung fördern.

Was bedeutet das für die Gestaltung des Naturwissenschaftsunterrichts?

- Lehrkräfte müssen nicht nur über Interessen und Vorwissen oder den individuellen optimalen Lernweg ihrer Lernenden Bescheid wissen. Wichtig ist es auch zu verstehen, wie das Lernen der Kinder und Jugendlichen mit ihren Identitätsvorstellungen (jetzt und in Zukunft) verknüpft ist. Oder, wie Nancy Brickhouse (2001, S. 286) es ausdrückt: *"In order to understand*

learning in science, we need to know much more than whether students have acquired particular scientific understandings. We need to know how students engage in science and how this is related to who they are and who they want to be."

- Lehrkräfte müssen sich bewusst sein, dass sie selbst Träger der Geschlechter- und der Fachkultur des jeweiligen Fachs sind: Sie geben „sowohl für die Geschlechterrolle als auch für die Fachkultur des eigenen Unterrichtsfaches ein Orientierungssystem vor: Die Schülerinnen und Schüler leiten daraus ab, wie sie etwas zu sehen, zu interpretieren und wie sie sich zu verhalten haben“ (Willems, 2007, S. 163).
- Die Anerkennung, die die Lernenden bei der Beschäftigung mit fachspezifischen Gegenständen und Themen erhalten, ist von hoher Bedeutung für die Entwicklung von Begabungen und Interessen. Abwertung und fehlende Beachtung von Erfolgen bewirken das Gegenteil.
- Die Interaktionen im Unterricht, mit den Eltern und Peers, die Botschaften zwischen den Zeilen entscheiden daher nicht nur über Interessens-, sondern auch über Kompetenzentwicklung und Selbstzuschreibungen. Da Lehrerinnen und Lehrer durch stereotypes ‚doing difference‘ maßgeblich an der Entstehung von Unterschieden im Hinblick auf Interessen und Leistungen beteiligt sind, liegt es auch in ihrer Macht, etwas daran zu ändern.

Literatur

- Abteilung Frauenförderung und Gleichstellung** (2011). *Gender im Fokus 3. Frauen und Männer an der Universität Wien*. Wien: Universität Wien.
- Arnold, Markus & Fischer, Roland** (Hrsg.) (2004). *Disziplinierungen. Kulturen der Wissenschaft im Vergleich* (Vol. 11). Wien: Turia + Kant.
- Associated Press** (2008). *Girls' math skills now measure up to boys'*. Retrieved from http://www.msnbc.msn.com/id/25836419/ns/us_news-education/t/girls-math-skills-now-measure-boys/#.UlefJq6cdEh [2012-10-23].
- Brickhouse, Nancy W.** (2001). Embodying Science: A Feminist Perspective on Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 282-195.
- Deuber-Mankowsky, Astrid** (2005). Natur/Kultur. In Christina von Braun & Inge Stephan (Hrsg.), *Gender @ Wissen* (S. 200-219). Köln: Böhlau UTB.
- Faulstich-Wieland, Hannelore** (2004). *Mädchen und Naturwissenschaften in der Schule. Expertise für das Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung Hamburg*. Online unter <http://www.erzwiss.uni-hamburg.de/Personal/faulstich-wieland/Expertise.pdf> [09.03.2010].
- Gilbert, Jane** (2001). Science and its 'Other': looking underneath 'woman' and 'science' for new directions in research on gender and science education. *Gender and Education*, 13(3), 291-305.
- Goffmann, Erving** (1959). *The Presentation of Self in Everyday Life*. New York: Anchor Book.
- Häußler, Peter; Bündner, Wolfgang; Duit, Reinders; Gräber, Wolfgang & Mayer, Jürgen** (1998). *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung – Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN.
- Hyde, Janet S. & Lynn, Marcia C.** (2006). Gender Similarities in Mathematics and Science. *Science magazine*, 314, 599-600.
- King, Vera** (2002). *Die Entstehung des Neuen in der Adoleszenz. Individuation, Generativität und Geschlecht in modernisierten Gesellschaften*. Opladen: Leske & Budrich.
- Keller, Evelyn Fox** (1986). *Liebe, Macht und Erkenntnis. Männliche oder weibliche Wissenschaft?* Wien: Hanser.

- Lembens, Anja & Bartosch, Ilse** (2012). Genderforschung in der Chemie- und Physikdidaktik. In Marita Kampshoff & Claudia Wiepcke (Hrsg.), *Handbuch Geschlechterforschung und Fachdidaktik*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Lembens, Anja** (2010). Politische Bildung im Fach Chemie? In Heinrich Ammerer, Reinhard Krammer & Ulrike Tanzer (Hrsg.), *Politisches Lernen. Der Beitrag der Unterrichtsfächer zur politischen Bildung*. (S. 274-280). Innsbruck: Studienverlag.
- Lembens, Anja & Rehm, Markus** (2010). Chemie und Demokratielernen - zwei unvereinbare Welten? In Heinrich Ammerer, Reinhard Krammer & Ulrike Tanzer (Hrsg.), *Politisches Lernen. Der Beitrag der Unterrichtsfächer zur politischen Bildung* (S. 281-302). Innsbruck: Studienverlag.
- Lembens, Anja** (2005). Genderfragen und naturwissenschaftlicher Unterricht. In Anneliese Wellensiek, Manuela Welzel & Tobias Nohl (Hrsg.), *Didaktik der Naturwissenschaften – Quo Vadis?* (S. 183–194). Berlin: Logos.
- Miller, Patricia H.; Slawinski Blessing, Jennifer & Schwartz, Stephanie** (2006). Gender Differences in High-school Students' Views about Science. *International Journal of Science Education*, 28(4), 363-381.
- OECD** (2007). *PISA 2006 Results: Science Competencies for Tomorrow's World. Volume I Analysis*. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/30/17/39703267.pdf> [2012-03-02].
- Schaller-Seidl, Roberta & Neuwirth, Barbara** (2003). *Frauenförderung in Wissenschaft und Forschung. Konzepte, Strukturen, Praktiken. Band 19 der Reihe Materialien zur Förderung von Frauen in der Wissenschaft*. Wien: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (BMBWK).
- Schreiner, Camilla & Sjøberg, Svein** (2007). Science education and youth's identity construction - two incompatible projects? In Deborah Corrigan, Justin Dillon & Richard Gunstone (Eds.), *The reemergence of Values in the Science Curriculum*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Schreiner, Claudia** (2007). *PISA 2006 – Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Erste Ergebnisse*. Online unter http://www.pisa-austria.at/pisa2006/files/PISA2006_ZVB_ErsteErgebnisse_041207.pdf [07.11.2008].
- Sjøberg, Svein** (2009). Foreword. In Tanja Tajmel & Klaus Starl (Eds.), *Science Education Unlimited. Approaches to Equal Opportunities in Learning Science* (pp. 7-9). Münster: Waxmann.
- von Braun, Christina & Stephan, Inge** (2005). *Gender @ Wissen. Ein Handbuch der Gender-Theorien*. Köln: Böhlau UTB.
- Wagner, Ina** (1979). *Gelehrte Erfahrung. Zur Theorie der Curriculuminnovation*. Frankfurt: Campus.
- Willems, Katharina** (2006). Fachkulturen und Gender – Kulturelle Bedeutungsproduktionen durch Lehrkräfte [Electronic Version]. In Ministerium für Schule, Jugend und Kinder des Landes Nordrhein-Westfalen & Landesinstitut für Schule Soest (Hrsg.), *Schule im Gender Mainstream. Handlungsfelder im Kontext von Schule, Unterricht und Schulprogramm*. Online unter http://www.learn-line.nrw.de/angebote/gendermainstreaming/reader/ii_handlungsfelder/ii_5_willems.pdf [16.08.2007].
- Willems, Katharina** (2007). *Schulische Fachkulturen und Geschlecht. Physik und Deutsch – natürliche Gegenpole?* Bielefeld: Transcript.
- Zeyer, Albert** (2005). Szientismus im Naturwissenschaftlichen Unterricht? Konsequenzen aus der politischen Philosophie von John Rawls. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 11, 193-206.
- Zohar, Anat & Sela, David** (2003). Her physics, his physics: gender issues in Israeli advanced placement physics classes. *International Journal of Science Education*, 25(2), 245-268.

Biologie

Ist das soziale Geschlecht durch das biologische Geschlecht festgelegt? Geschlechtertheorien in der Biologie

Heidemarie Amon, Ilse Wenzl

Im Gegensatz zu anderen naturwissenschaftlichen Fächern ist Biologie bei Burschen und Mädchen gleichermaßen beliebt (vgl. Läser, 2008, S. 95). Es scheint auf den ersten Blick kein ‚Genderproblem‘ im Fach zu geben. Wie unsere nachfolgenden Ausführungen zeigen werden, ist das Geschlechterthema für fachlich biologische Inhalte im Unterricht aber durchaus relevant. Das im Biologieunterricht zentrale Thema Sexualität und Fortpflanzung thematisiert etwa auch, wie es zu Geschlechtsunterschieden kommen kann. Ein kritischer Blick aus der Sicht der Lehrenden wäre hier wünschenswert, da wir Schüler und Schülerinnen in ihrem Denken und Handeln wesentlich mitprägen.

Wie aus anderen (naturwissenschaftlichen) Fächern bekannt ist, können mit Interventionen auf der inhaltlich-fachlichen Ebene allein nur begrenzte Erfolge erzielt werden. Vielmehr ist die Reflexion der eigenen Geschlechtertheorien eine wesentliche Voraussetzung für eine kritische Auseinandersetzung und den Abbau von geschlechterbezogenen Vorurteilen und Klischees. Im abgebildeten Concept Cartoon, der auch als Unterrichtseinstieg verwendet werden kann, werden Alltagstheorien über Geschlecht thematisiert.¹

Das Ziel einer Unterrichtssequenz über biologische Geschlechtertheorien ist dabei nicht, die biologische ‚Wahrheit‘ über den Geschlech-



Abb. 1: Concept Cartoon als Unterrichtseinstieg

¹ Concept Cartoons wurden 1992 von Brenda Keogh und Stuart Naylor entwickelt. Dabei werden unterschiedliche Charaktere im Cartoon-Stil gezeigt, die sich mit alltäglichen Situationen auseinandersetzen und Diskussionen hervorrufen sollen. Das typische Kennzeichen ist die bildliche Darstellung von verschiedenen naturwissenschaftlichen Aussagen mit minimalem Text in Dialogform.

Fragen und Anregungen für den Unterricht

terunterschied herauszufinden, sondern die Veränderlichkeit biologischer Konzepte und ihre Abhängigkeit von der jeweiligen Gesellschaftsordnung aufzuzeigen. Jugendliche sollen ein differenziertes Wissen über das Wesen und die gesellschaftliche Bedingtheit biologischer Modelle entwickeln. Sie sollen das komplexe Wechselspiel zwischen Anlage und Umwelt im Hinblick auf die Geschlechtsidentität erfassen.

- Welche Eigenschaften verknüpfen wir im Alltag jenseits von Geschlechtsmerkmalen mit dem biologischen Geschlecht? (Anatomische, physiologische Merkmale werden gerne mit Eigenschaften verknüpft und verallgemeinert.)
- Wie wäre es umgekehrt? Welche Bilder entstehen, wenn wir Eigenschaften, die als typisch für Frauen gelten, plötzlich den Männern zuschreiben würden?
- Welche Geschlechtsunterschiede werden angeführt, um die unterschiedliche Position von Mann und Frau in der Gesellschaft zu rechtfertigen? Wie wird versucht, gesellschaftliche Hierarchien mit biologischen Unterschieden zu untermauern?

Der Artikel beschäftigt sich mit zwei Aspekten. Der erste stellt einen historischen Überblick dar: Er fokussiert auf Ideen und Modelle im Hinblick auf die Natur des Geschlechts und die biologischen Vorgänge der Zeugung und zeigt, wie sich diese im Laufe der Zeit verändert haben. Das ermöglicht einen kritischen Vergleich mit aktuellen biologischen Theorien. Aufgezeigt wird dabei, wie sich gesellschaftliche Ordnungen in biologischen Geschlechterkonzepten spiegeln und letztendlich wissenschaftliche Herangehensweisen beeinflussen. Diesbezügliche Themenbereiche sind die Entwicklung der Geschlechtsorgane, der Aspekt der passiven Entwicklung des weiblichen und der aktiven Entwicklung des männlichen Geschlechts sowie der Beitrag von Männern und Frauen zur Zeugung. Außerdem werden neuere Erkenntnisse aus der Genetik und aktuelle Herausforderungen mit Fragestellungen der Epigenetik diskutiert. Der zweite Aspekt gibt einen Einblick in die Diskussion über den umstrittenen Vergleich ‚weiblicher‘ und ‚männlicher‘ Gehirne.

Biologische Geschlechtertheorien von der Antike bis zur Neuzeit

Laqueur (1986) bezog sich in seinen Studien im Wesentlichen auf die naturphilosophischen Geschlechterbetrachtungen von Galenos von Pergamon. Dieses Geschlechtermodell umschrieb Laqueur als ‚Ein-Geschlechter-Modell‘, das bis in die Renaissance und Aufklärung gewirkt hat und erst im 18. Jahrhundert durch ein ‚Zwei-Geschlechter-Modell‘ abgelöst worden ist. Er zeigt in seinen Geschlechterforschungen, dass die antike Naturphilosophie und Naturforschung von einem einheitlichen Modell des Menschen ausgingen, das nur durch den Grad der Vollkommenheit unterschiedlich war: Ausgehend von einem anthropozentrischen Weltbild in einer patriarchalen Gesellschaft galt der Mann als ‚vollkommener‘ Mensch, die Frau als die ‚unvollkommene‘ Version des Mannes. Im 4. Jahrhundert vor Christus war Aristoteles der Ansicht, dass die Frau nichts zur Zeugung beitragen kann. Sie verfüge nur über eine Vorstufe des Samens (Katamenien genannt). Erst wenn der Samen des Mannes und die Katamenien der Frau zusammenkämen, würde durch die ‚Hitze‘, die der Mann beisteuert, der Samen umgewandelt. Die Frau wurde als „*erste Missbildung des Menschen*“ (Voß, 2011, S. 72) betrachtet. Da sie weniger ‚Hitze‘ habe, könne von ihr auch

kein Samen gebildet werden. Im europäischen Mittelalter wirkte dies auf die Betrachtung des Geschlechts durchaus weiter.

Im „arabischen-islamischen Mittelalter“ (639–1517 n. Chr.) (Voß, 2011, S. 74) finden sich interessanterweise andere Ansätze: So ging zum Beispiel der persische Arzt und Philosoph Ibn Sina (latiniert Avicenna) im 10./11. Jahrhundert in seinen naturphilosophischen Schriften von zwei Samen aus, einem des Mannes und einem der Frau. Er beschrieb auch die nach innen und außen gekehrten Genitalien und die anatomischen Unterschiede von Mann und Frau. Die Gebärmutter sei das Zeugungsorgan analog zum Glied und den anhängenden Teilen des Mannes. Das weibliche Organ sei unvollendet im Inneren des Körpers zurückgehalten und sozusagen die Umstülpung des männlichen Organs. Für Ibn Sina waren die Analogien zwischen den Geschlechtsorganen von Mann und Frau wichtig und die Unterschiede eher unbedeutend. (vgl. Voß, 2011, S. 74f.)

Bis ins späte 17. Jahrhundert gab es im anthropologischen Diskurs des Abendlandes nur diesen einen Leib mit einer vollendeten männlichen und einer minderwertigeren weiblichen Ausfertigung. Entsprechend wurden die kulturellen Rollen der Geschlechter nicht auf Differenzen in der Natur begründet, sondern waren vielmehr selbst natürlicher Art.

In der Renaissance kam es schließlich zu einem Paradigmenwechsel. Das im abendländischen Kulturraum über Jahrhunderte herrschende und durch naturgegebene Hierarchisierung geprägte antike Geschlechterbild mit kulturellen und sozialen Rollen wurde in Frage gestellt. So bezweifelte etwa der Benediktinermönch Fray Benito Jerónimo Feijoo y Montenegro in seiner Denkschrift *Defensa de las mugeres* (1726, »Verteidigung der Frauen«) die im gesellschaftlichen Diskurs fest verwurzelte Geringschätzung der Frau. Seine Intention war, die Gleichheit der Geschlechter insbesondere im Bereich des Denkens zu beweisen. Feijoo löste mit seiner Schrift in der spanischen Gesellschaft eine heftige Diskussion um die Fähigkeiten der Geschlechter aus, in deren Folge die Begründung der soziokulturellen Geschlechterhierarchie als Abbild der ‚natürlichen‘ Geschlechterordnung als unhaltbar erschien. Die Erweiterung des anatomischen Wissens durch die Sektion menschlicher Leichen deckte Fehler der galenischen Medizin auf. Die damit verbundene Unsicherheit darüber, was die beiden Geschlechter ausmache und ihre hierarchische Strukturierung rechtfertige, forcierte letztlich die Suche nach dem wahren, dem tief gründenden, eigentlichen Geschlecht. (vgl. Voß, 2011)

Von der Festlegung des Geschlechts in den Gameten zur embryonalen Entwicklung von Geschlecht (17. bis 19. Jahrhundert)

Im 17. Jahrhundert wurde nun nicht mehr von weiblichen und männlichen Hoden gesprochen, sondern bereits von Eierstöcken und Hoden. In der Präformationstheorie nahmen die Ovisten (nach lat. ovum, dt. Ei) an, dass im Ei, die Animalkulisten (nach lat. animalculi, dt. Samen), dass im Samen das Individuum bereits vollständig vorgebildet ist. Im Ei bzw. im Samen sitze zusammengekauert der werdende Mensch. Es gebe keine Embryonalentwicklung. Da die römisch-katholische Kirche davon ausging, dass Gott den Menschen geschaffen hat, unterstützte sie diese Lehrmeinung.

Im 18. Jahrhundert kritisierte George L. L. de Buffon die Ovisten und Animalkulisten. Er ging von zwei Samen aus, einem weiblichen und einem männlichen, die beide aus organischen Stoffen

bestehen. Caspar Friedrich Wolffs Epigenese-Theorie und seine hierzu bahnbrechenden Arbeiten aus den Jahren 1759, 1764 und 1768 beeinflussten das Entwicklungsdenken bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. Diese Theorie ging nicht mehr davon aus, dass in Ei- und Samenzelle der vollständig ausgebildete Organismus sitzt, sondern dass der Organismus durch Entwicklungsprozesse aus zunächst ungeformter Materie entsteht. Das Geschlecht ist nicht mehr vorgegeben, sondern entwickelt sich erst. Ei und Samen wurden als gleich beschrieben, die für die Zeugung notwendigen ‚Stoffe‘ wurden allgemein als ‚Samen‘ bezeichnet.

Im 19. Jahrhundert trat der Embryo ins Zentrum des Interesses: Georg Wilhelm Friedrich Hegel beispielsweise ging von gleichen geschlechtlichen Anlagen im Embryo aus. Es sei noch nicht eindeutig, welches Geschlecht sich fortentwickeln würde. Der Gynäkologe Dietrich Busch beschrieb die Geschlechtsdifferenzen bei der Frau als ein Zurückbleiben der Entwicklung im Vergleich zum Mann. Sie stehe in physischer Beziehung dem Mann nach, sei weniger kräftig und alle Gewebe seien auf einer geringeren Entwicklungsstufe im Vergleich zum Mann. Diese Sichtweise des Zurückbleibens der Frau lieferte die biologische Begründung für die soziale Geschlechterhierarchie und passte zur damaligen gesellschaftlichen Werteordnung.

Mit der Entdeckung der Chromosomenstruktur in der Mitte des 19. Jahrhunderts erfolgte 50 Jahre später die Festlegung des Geschlechts von Mann und Frau durch die Geschlechtschromosomen.

Chromosomengeschlecht (20. Jahrhundert)

1904 griff Theodor Boveri die Erkenntnisse zur Chromosomenstruktur auf und beobachtete die Verteilung der Chromosomen bei der Bildung der Keimzellen (Meiose). Er erkannte dabei, dass sich homologe Chromosomen paaren. Hermann Henking entdeckte, dass manche Spermien ein großes ‚Chromatinelement‘ enthalten, andere nicht. Aufbauend auf den Untersuchungen bei Insekten von Nettie Maria (1905) und Edmund Beecher Wilson (1905), wurde das kleinere Y-Chromosom und das größere X-Chromosom genannt. Für den Menschen stellte Theophilus Painter 1923 fest, dass die männlichen Individuen über ein X- und ein Y-Chromosom verfügen, die weiblichen Individuen über zwei X-Chromosomen. Daraus schloss er, dass die Geschlechtsbestimmung beim Menschen chromosomal bedingt ist (vgl. Voß, 2010, S. 209ff. und S. 246).

Geschlechtertheorien rund um Gene

Gibt es ♂♀-Schlüsselgene?

Schon bei der historischen Betrachtung der Geschlechtsentwicklung im 18. und 19. Jahrhundert wurde klar, dass in den ersten Phasen der frühen Embryonalentwicklung die Embryonen nicht nach dem Geschlecht zu unterscheiden sind. Dies wurde als Bipotenz bzw. Indifferenz bezeichnet. Das Wort bipotent besagt allerdings, dass es nur zwei Möglichkeiten gibt: Daraus leitet sich ab, dass sich der Embryo entweder zu einem männlichen oder einem weiblichen Organismus entwickelt, eine Bandbreite der Ausprägung der Geschlechter wird damit ausgeschlossen.

Ist dem aber tatsächlich so? Gibt es nur das dualistische Grundprinzip der Zweigeschlechtlichkeit für die Weitergabe der Gene, die dichotome Trennung in weibliche und männliche Gameten (vgl. Schmitz, 2006, S. 332), oder auch noch andere Möglichkeiten und Interpretationen? Anne

Fausto-Sterling (2000) spricht etwa von fünf Geschlechtern: male, female, herms (echte Hermaphroditen), ferms (weibliche Hermaphroditen) und merms (männliche Hermaphroditen). Daran schließt sich die ethische Frage an, ob es zulässig ist, Inter- und Transsex als pathologisch zu betrachten.

Hermaphroditismus oder Intersexualität: Menschen, die sich nicht eindeutig genetisch, anatomisch und hormonell einem Geschlecht zuordnen lassen (vgl. Schmitz, 2004, S. 49).

Transsexualität: Personen, deren eindeutige eigene Geschlechtsidentität nicht mit ihren eigenen Empfindungen übereinstimmt. Sie streben nach der anderen Geschlechtszugehörigkeit (vgl. Schmitz, 2004, S. 49).

Die menschliche Entwicklung ist von einem ganzen Pool an Faktoren beeinflusst wird, z.B. Hormone und äußere Einflüsse, die auf den mütterlichen Organismus einwirken und miteinander in Wechselwirkung stehen. Sie variieren in ihrer Quantität und unterscheiden sich von Individuum zu Individuum. Damit wird deutlich, dass eine streng biologische und zugleich eindeutige Geschlechtsdefinition nicht existieren kann. Geschlecht kann nicht in zwei entgegengesetzte, einander ausschließende Kategorien gefasst werden. Es geht vielmehr darum, Geschlecht als Kontinuum zu verstehen. Weiblichkeit und Männlichkeit sind nicht an biologische Faktoren gebunden, sondern stellen ein Konglomerat an Verhaltenserwartungen und Verhaltensentsprechungen dar. Die Natur ist nicht bipolar, aber die Gesellschaft ist es.

Inter- und Transsexualität

- Was löst es in uns aus, wenn wir einem Menschen begegnen den wir als Frau kennen gelernt haben und der jetzt als Mann auftritt?
- Was wird unter Intersexualität verstanden?
- Mit welchen biologischen und gesellschaftlichen Problemen haben Intersex-Menschen zu tun?
- Was ist Transsexualität?
- Muss ein Mensch umoperiert sein, um als transsexuell zu gelten?
- Was sind die Voraussetzungen für eine Operation?

Materialien für den Unterricht zum Thema

- „Hurra, es ist ein Herm!“ – Anschläge, Ausgabe Mai 2012: <http://anschlaege.at/feminismus/hurra-es-ist-ein-herm-mai-2012>
- Geschlechtsumwandlung für Kinder: <http://www.faz.net/aktuell/politik/geschlechtsumwandlung-fuer-kinder-medizin-ohne-menschlichkeit-1667239.html>
- Archiv von queernews.at: <http://queernews.at/archives>
- Transsexualität im Kindesalter: <http://eltern.germanblogs.de/archive/2011/02/08/transsexualitaet-bei-kindern-erkennen-wie-wird-diagnostiziert.htm>
- Filme zum Thema: Geboren im falschen Körper (Dokumentation, Deutschland, 2012), Tintenfischalarm (Spielfilm, Österreich, 2006)

Fragen und Anregungen für den Unterricht

Gibt es ♂-Schlüsselgene?

Im 20. Jahrhundert legte die Forschung den Fokus auf Chromosomen und die darauf liegenden Gene. Geschlechterdifferenzen lägen ursächlich am genetischen Material: „...das entwicklungsbiologische Stufenmodell der 50er Jahre ist bis heute das prominenteste bio-medizinische Konzept zur Geschlechtsentwicklung, dennoch ist es ein Modell und keine Wahrheit“ (Schmitz, 2006, S. 36). Seit damals wird nach dem „Hoden determinierenden Faktor“ (engl. testis determining factor TDF) gesucht. Die Suche erfolgte zunächst am Y-Chromosom. 1987 wurde ein Gen ZFY vorgeschlagen. Auch dieses konnte, wie sich in Untersuchungen zeigte, nicht gehalten werden und wurde 1990 vom SRY-Gen als Faktor für TDF abgelöst. SRY steht für „sex determining region Y“. Schon aus der Bezeichnung wird klar, dass er als geschlechtsbestimmender und nicht als Hoden determinierender Faktor gesehen wird. Die Anwesenheit oder Abwesenheit legt fest, ob es zu einer weiblichen oder männlichen Entwicklung kommt. Wie sich aber bald zeigte, erfüllte auch SRY nicht die erhofften Erwartungen. SRY wird allerdings nicht gänzlich in Frage gestellt, sondern es wird angenommen, dass es eine Bedeutung, wenn auch nicht die einzige, bei der Ausbildung der Hoden hat. Mittlerweile werden auch Gene vorgeschlagen, die an der Entwicklung des weiblichen Geschlechts beteiligt sind.

Insgesamt zeichnet sich ab, dass an der Entwicklung der Geschlechter nicht nur die Geschlechtschromosomen beteiligt sind, sondern auch Gene, die auf anderen Chromosomen liegen. Das entwicklungsbiologische Stufenmodell kann daher nicht die alleinige Erklärung für die Geschlechtsentwicklung sein.

„Demnach handelt es sich nicht um einen einfachen Schaltermechanismus, sondern um komplexe Gen-Netzwerke, die aktiv sowohl die weibliche als auch die männliche Entwicklung regulieren“ (Schmitz, 2004, S. 40). Aus den Ausführungen wird klar, dass die körperliche Geschlechtsentwicklung nicht einfach in ‚weiblich‘ und ‚männlich‘ dichotomisierbar ist.

Immer weniger haltbar ist die Annahme, dass die männliche Entwicklung aktiv und die weibliche passiv erfolgt, wie es zu historischen Zeiten versucht wurde darzustellen und die gesellschaftliche Wirklichkeit bis heute in vielen Bereichen prägt.

Es wäre interessant, diesen ‚Hot Spot‘ der Forschung in den Unterricht einfließen zu lassen: Männlich oder weiblich? Kennen wir nur eine Zugehörigkeit oder gibt es auch ein Dazwischen?

Gibt es ♀-Schlüsselgene?

„Die Genetikerinnen Eva M. Eicher und Linda Washburne erklärten bereits in den 1980er Jahren, dass auch bei der ‚weiblichen‘ von einer aktiven Entwicklung ausgegangen werden müsse.“ (Voß, 2009, S. 16) 1990 sind Gene beschrieben worden, die mit der Eierstockentwicklung im Zusammenhang stehen. Die Suche richtete sich nach einem „Eierstock determinierenden Faktor“ (engl. ovary determining factor, ODF). Das erste Gen, das dafür beschrieben wurde, heißt Dax1. Es befindet sich am X-Chromosom. Aber auch hier war relativ rasch klar, dass dieses Gen nicht nur für die Eierstockentwicklung zuständig ist, sondern auch noch andere Funktionen hat, z.B. Mitbeteiligung an der Bildung der Spermien. Auch bei der Eierstockentwicklung zeichnet sich ein Netzwerk von

Genen ab, das ihre Bildung mitprägt. Klar wird, dass die Entwicklungsprozesse nicht auf das Vorhandensein oder nicht-Vorhandensein einzelner Gene reduziert werden können.

Zusammenfassend kann festgehalten werden:

- Details der Geschlechtsentwicklung sind weder biologisch noch medizinisch genau geklärt.
- Das Zusammenspiel von Chromosomen, Genen und anderen Faktoren, die die biologische Geschlechtsentwicklung beeinflussen, ist komplex. Die Forschungsergebnisse lassen eher eine Bandbreite vermuten als eine Bipolarität. Die binäre Einteilung versucht mit Hilfe der Biologie die Hierarchie als naturgegeben und damit unveränderbar zu untermauern und ist oft mit der Benachteiligung eines Geschlechts gepaart.
- Die dualistischen Geschlechterklischees Mann-Frau, Geist-Körper, Natur-Kultur, aktiv-passiv reduzieren Komplexität. Durch diese Dualismen werden allerdings immer auch Alternativen ausgeklammert. Es wird das dazwischen Liegende nicht betrachtet. (vgl. Möhlen & Barbarino, 2008/2009, S. 13)
- Auch naturwissenschaftliche Befunde sind nach ihrem ideologischen Gehalt, den sie transportieren, kritisch zu hinterfragen. Allzu rasch werden unter dem Deckmantel der Naturwissenschaft unreflektiert Inhalte vermittelt.

Epigenetik: Frauenkörper und Männerkörper - biologisch determiniert oder gesellschaftliches Konstrukt?

Eine Reihe von Fragen ergibt sich aus der Forschung im Bereich der Epigenetik, die sich mit Zelleigenschaften, die auf Tochterzellen vererbt werden und nicht in der DNA-Sequenz festgelegt sind, beschäftigt. Wie wirkt sich z.B. eine bessere Ernährung oder die Möglichkeit zur Auseinandersetzung mit intellektuellen Fragestellungen auf die Entwicklung der Frau aus?

„Sind Frauen von ihrer Genetik her vielleicht gleich groß wie Männer, doch die epigenetische Prägung bedingt durch schlechte Lebensumstände, durch weniger Sport, weniger Essen, andere Aufgaben, hat sie kleiner werden lassen? [...] Klar gibt es biologische Unterschiede. Aber wie viele der Unterschiede, die im Phänotyp sichtbar sind, sind eigentlich durch die gesellschaftliche Umwelt epigenetisch geprägt?“ (Schröder, 2011, S. 134)

Gibt es weibliche und männliche Gehirne? Können Männer wirklich nicht zuhören und Frauen schlecht einparken?

Zeitungsartikel oder populärwissenschaftliche Bücher greifen immer wieder auf ‚wissenschaftliche‘ Erklärungen für den so genannten ‚kleinen Unterschied‘ zwischen Mann und Frau zurück. In dem Bestseller *„Warum Männer nicht zuhören und Frauen schlecht einparken“* gehen Allan und Barbara Pease (2000) unter anderem der Frage nach, ob Frauen nicht einparken können und Schwierigkeiten beim Lesen von Stadtplänen und Straßenkarten haben. Sie vermitteln den Eindruck, als seien diese Unterschiede empirisch feststellbar und für alle Frauen generalisierbar. Sie verfestigen gängige Klischees, indem sie diese scheinbar wissenschaftlich untermauern. *„Das geschieht einerseits auf der Basis einiger gezielt ausgewählter, meist älterer und zum Teil falsch interpretierter wissenschaftlicher Befunde. Andererseits werden einige wenige Grundgedanken ständig wie-*

**Anregungen
für den
Unterricht**

derholt, die von allen Leuten schon oft gemachte Erfahrungen bestätigen.“ (Quaiser-Pohl & Jordan, 2007, S. 11)

Im Werk von Eleanor E. Macoby und Carol N. Jacklin (1974) über psychologische Geschlechtsunterschiede werden vier Bereiche genannt, in denen Unterschiede zwischen Männern und Frauen zu beobachten sind: räumliches Vorstellungsvermögen, Aggressivität, sprachliche und mathematische Fähigkeiten. Weibliche Testpersonen schnitten in wissenschaftlichen Untersuchungen über das räumliche Vorstellungsvermögen im Durchschnitt schlechter ab als männliche. Zu den Binnenunterschieden innerhalb der Geschlechtergruppen gibt es bisher nur wenige Untersuchungen und diese weisen eher auf interkulturelle Unterschiede hin. In Trainingsstudien konnte darüber hinaus nachgewiesen werden, dass sich die Leistungen durch Übung (vgl. Quaiser-Pohl & Jordan, 2007) verbessern lassen. Vor allem Mädchen profitieren von einem gezielten Training der räumlichen Fähigkeiten. Das spricht dafür, dass diese Unterschiede eher auf Sozialisationsbedingungen als auf genetische Ursachen zurückzuführen sind (vgl. Hyde, 2005).

Lässt sich das ‚Geschlecht im Gehirn‘ mit wissenschaftlichen Ergebnissen untermauern?

Die Neurowissenschaften ermöglichen uns mit den Methoden des ‚Brain Imaging‘ einen Blick ins arbeitende Gehirn. Während die Testpersonen bestimmte Aufgaben lösen, werden die Hirnstrukturen und Aktivierungsmuster mit Hilfe der Computertomographie abgebildet und so die Daten in Bilder umgesetzt. Die Idee, mit diesem Verfahren Unterschiede zwischen Männern und Frauen sichtbar zu machen und zu erklären ist nicht neu, allerdings müssen die Ergebnisse dieser Untersuchungen kritisch betrachtet werden.

Seit mehr als 100 Jahren wird nach geschlechtsbezogenen Unterschieden gesucht. Zuerst war es die Schädelform, dann das Volumen des Gehirns und heute ist es die Asymmetrie der Gehirnhälften, die im Zentrum der Geschlechterdifferenzforschung steht. Einige Hypothesen gehen davon aus, dass Gehirne von Männern asymmetrischer (lateral) arbeiten, d.h. entweder arbeitet vorwiegend die rechte Hemisphäre, wenn es um Raumorientierung geht, oder die linke, wenn es um Sprache geht. Im Gegensatz dazu sollen Frauengehirne symmetrischer (bilateral), also mit beiden Hirnhälften arbeiten. Untersucht wurden in diesem Zusammenhang vor allem die Sprachverarbeitung, die Raumorientierung und die Dicke des Faserbalkens (Corpus Callosum) untersucht.

Auch die Studie des Ehepaars Shaywitz und KollegInnen geht von der oben genannten Hypothese aus (vgl. Shaywitz et al., 1995). Sigrid Schmitz hat sich mit dieser Studie ausführlich auseinandergesetzt und schreibt: *„Sie berichteten von 19 männlichen Probanden mit eindeutiger linksseitiger Aktivierung, wohingegen sie bei 11 von 19 getesteten Frauen Aktivierung in beiden vorderen Hirnhälften feststellten. In der Publikation wird ein deutlicher Schwerpunkt auf diese 11 »bilateralen« Frauen gelegt. Die anderen 8 Frauen (also nahezu die Hälfte von ihnen) werden nicht weiter beschrieben.“* (Schmitz, 2004, S. 5) Weitere Untersuchungen, z.B. von Julie Frost und KollegInnen (Frost et al., 1999) und eine Metastudie von Iris Sommer und KollegInnen (Sommer et al., 2004) bestätigen die Unterschiede in der Asymmetrie der Hirnaktivität nicht (Schmitz, 2004, S. 5). Obwohl die Kritik an dieser Studie vielfältig war (z.B. zu geringe Versuchspersonenzahl oder nur eingeschränkt ausgewählte Hirnareale), wird diese Untersuchung noch immer in populärwissenschaftlichen

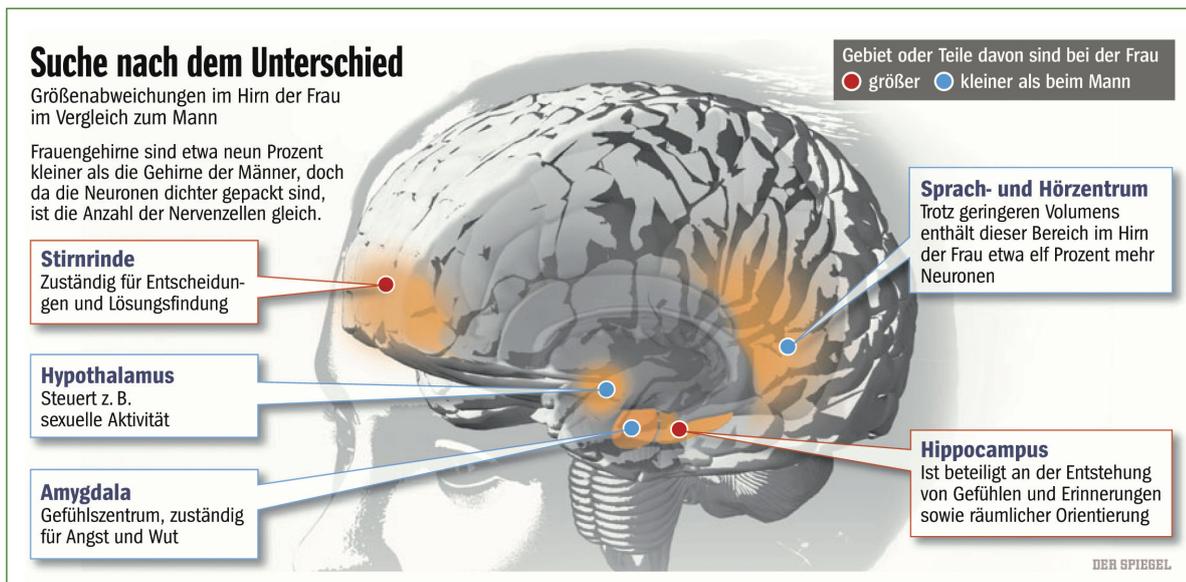


Abb. 2: Suche nach dem Geschlechterunterschied im Gehirn. (Quelle: Klawitter, Lakotta, Shafy & Thimm, 2008, S. 55)

Zeitschriften als Beleg für die stärkere Bilateralität bei der Sprachverarbeitung von Frauen zitiert. Mittlerweile belegen neuere Untersuchungen, wie sich der Cortex auf individuelle Spracherfahrungen einstellt. Cordula Nitsch und ihre Arbeitsgruppe von der Universität Basel konnten zeigen, dass sich Sprachareale im Gehirn überlappen, wenn eine Person schon sehr früh gleichzeitig zwei Sprachen erlernt (vgl. Nitsch et al., 2000). Es entstehen jedoch zwei getrennte Sprachareale, wenn die zweite Sprache erst später erlernt wird. Untersuchungen zu Raumorientierung und Geschlecht liefern ebenfalls keine eindeutigen Ergebnisse für biologisch determinierte geschlechterspezifische Unterschiede. „In einem transdisziplinären Projekt aus Biologinnen, Psychologinnen und Soziologinnen konnten wir einige Facetten des Netzwerkes der Raumorientierung untersuchen. Die individuelle Erfahrung in Kindheit und Jugend spielt für die Ausbildung von räumlichen Strategien ebenso eine Rolle, wie die Verbindung mit Sicherheits- und Angstgefühlen. Auch in diesem Forschungsbereich liegen erste Studien vor, die auf eine erfahrungsabhängige Ausbildung beispielsweise der Größe des Hippocampus hinweisen.“ (Schmitz, 2004, S. 5)

Die Plastizitätsforschung der Neurowissenschaften weist darauf hin, dass sich unser Gehirn dynamisch verändert. Nervenzellen und Synapsen, besonders im Bereich der Hirnrinde (Cortex), werden abhängig von Umwelteinflüssen und den individuellen Verarbeitungsprozessen ab- und umgebaut. Der Cortex verändert sich ständig und ist weder in seiner Verschaltung noch in seinen Aktivierungsmustern festgelegt. Ein neurowissenschaftlicher Befund ist somit immer nur eine Momentaufnahme der untersuchten Person. Rückschlüsse auf ‚weibliche oder männliche‘ Gehirne sind unter diesem Aspekt fragwürdig. Demnach stellt jede Messung von Gehirnen lediglich das Ergebnis von bisher gemachten Erfahrungen und keine Beschreibung eines dauerhaften Zustandes dar (vgl. Jäncke, 2009; Hausmann, 2009).

Die Ergebnisse in der Plastizitätsforschung und die vielen Widersprüche in den einzelnen Studien haben auch in den Neurowissenschaften dazu geführt, dass die biologische Begründung des Geschlechts im Gehirn verworfen wurde. In populärwissenschaftlichen Science-Magazinen

werden die Widersprüche geglättet, die differenzierten Aussagen und die Gegensätze scheinen nicht mehr auf. In der Öffentlichkeit werden jedoch vorwiegend solche Ergebnisse diskutiert, die die Unterschiede hervorheben.

Wie könnte Biologie geschlechtersensibel unterrichtet werden?

Als Abschluss sollen einige Anregungen für den Biologieunterricht vorgestellt werden. Viele dieser im Text genannten Aspekte sind zwischen den Schulfächern aufgespannt. Hier bietet sich ein fächerübergreifender Unterricht mit Religion, Geschichte, Deutsch, dem Ethikunterricht sowie mit Psychologie und Philosophie an.

- **Veränderlichkeit von biologischen Konzepten**

Der Concept Cartoon *Wodurch wird das Geschlecht bestimmt?* (siehe S. 27) kann als Einstieg in das Thema als Einzel- bzw. Kleingruppenarbeit verwendet werden. Siehe Beitrag von Lembens (S. 39-54) zur Arbeit mit Concept Cartoons.

- **Bipolares Geschlechterbild versus Geschlecht als Kontinuum**

Geschlecht wird zumeist an körperlichen und gesellschaftlich zugeschriebenen Merkmalen (Kleidung, Haare usw.) festgemacht. Bildmaterialien, welche nicht eindeutig männlich oder weiblich kategorisieren, können das Hinterfragen phänotypischer Merkmale anregen; siehe Abbildung 3, Conchita Wurst (Crossdressing, Drag Kings, Drag Queens).

- **Soziales Geschlecht**

Als Unterrichtsanregung für den Umgang und die Inszenierung von Mann und Frau eignet sich beispielsweise der TV Profiler „Eine Unterrichtsstunde zu Germany's next Topmodel“ (vgl. LfM, 2011). Download unter: http://lfmpublikationen.lfm-nrw.de/catalog/downloadproducts/L090_TV_Profiler.pdf

Mit der Inszenierung von Geschlecht kann auch ‚spielerisch‘, performativ, kreativ umgegangen werden (Crossdressing, Drag Kings, Drag Queens).

- **Zusammenhang gesellschaftlicher Werthaltungen und wissenschaftlicher Theoriebildungen**

Diese Forschungsfrage: „*Warum setzt sich eine bestimmte Theoriebildung, eine bestimmte Bewertung von Geschlecht in einer bestimmten Zeit in einer Gesellschaft durch?*“ (Schmitz, 2006, S. 35) kann Ausgangspunkt für Diskussionen und Recherchen sein. Hierdurch kann der oben genannte Zusammenhang näher beleuchtet werden.

- **Wissenschaftlicher Text versus populärwissenschaftlicher Text**

Die Gegenüberstellung von populärwissenschaftlichen Artikeln zur Gehirnforschung und wissenschaftlichen Artikeln kann z.B. fächerübergreifend mit Deutsch im Unterricht verwendet werden, um mit den Schülerinnen und Schülern die Problematik von einseitiger Berichterstat-



Wikimedia Commons, Daisy Berger

Abb. 3: Conchita Wurst, Kunstfigur des Sängers Tom Neuwirth

tung zu diskutieren. Des Weiteren bietet die Gegenüberstellung von populärwissenschaftlich verbreiteten ‚Ergebnissen der Gehirnforschung‘ und der wissenschaftskritischen Auseinandersetzung der Genderforschung mit diesem Thema eine interessante Möglichkeit, nicht nur das Thema „weibliches bzw. männliches Gehirn“ in der Klasse zu diskutieren, sondern auch zu veranschaulichen, wie wichtig die kritische Auseinandersetzung/Reflexion mit Wissensbildung ist (vgl. Höttecke, 2001). Bei der Auswahl und Aufbereitung von Artikeln für den Unterricht sollte darauf geachtet werden, dass Klischees nicht verfestigt, sondern in Frage gestellt werden.

Es wäre durchaus lohnend, sich mit weiteren interessanten Themenbereichen näher zu beschäftigen, zum Beispiel der Problematik der Essstörungen. Hier könnte das Thema Körperinszenierung und Schlankheit in den Fokus gerückt werden, welches schon lange nicht mehr nur Mädchen, sondern auch Burschen betrifft. Interessant wäre es auch, sich mit Vorurteilen gegenüber Homosexualität, Homophobie sowie Inter- und Transsexualität zu befassen und diese im Unterricht zu thematisieren. Letztlich geht es im Biologieunterricht darum, den Schülern und Schülerinnen einerseits zu helfen, ein selbstbestimmtes und verantwortungsvolles Verhältnis zur Sexualität und zum eigenen Körper zu entwickeln. Andererseits ist es ein wesentliches Ziel, die Jugendlichen für biologische Rechtfertigungen gesellschaftlicher Benachteiligung zu sensibilisieren. Weder Mystifizierung noch Banalisierung sind hier gefragt. Vielmehr geht es darum, jenseits von Geschlechterklischees, ethische Maßstäbe für das persönliche Leben und die gesellschaftliche Teilhabe auszuarbeiten.

Literatur

- Fausto-Sterling, Anne** (2000). *Sexing the Body: Gender Politics and the Construction of Sexuality*. New York: Basic Books.
- Frost, Julie et al.** (1999). Language processing in strongly left lateralized in both sexes: Evidence from functional MRI. *Brain*, 122, 199-208.
- Hausmann, Markus** (2009). Hormones and behaviour: a psychological approach. *American Journal of Human Biology*, 21, 228-229.
- Höttecke, Dietmar** (2001). *Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*. Berlin: Logos.
- Hyde, Janet** (2005). The Gender Similarities Hypothesis. *American Psychologist*, 6(60).
- Keller, Evelin Fox** (1995). Origin, history, and politics of the subject called ‚Gender and Science‘ – A first person account. In Sheila Jasanoff, Gerald E. Markle, James C. Petersen & Trevor J. Pinch (Eds.), *Handbook of Science and Technology Studies*. (pp. 80-95). Thousand Oaks: Sage.
- Klawitter, Nils; Lakotta, Beate; Shafy, Samiha & Thimm, Katja** (2008). Die Natur der Macht, *Spiegel*, 39, 52-60. Online unter <http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-60403554.html> [1.6.2012].
- Laqueur, Thomas** (1986). Orgasm, Generation, and the Politics of Reproductive Biology. *Representations*, 14, 1-41.
- Läzer, Katrin** (2008). Does Gender matter? Ergebnisse der SchülerInnenbefragung zum naturwissenschaftlichen Unterricht. In Hannelore Faulstich-Wieland, Katharina Willems, Nina Feltz, Urte Freese &

Kathrin Luise Läger (Hrsg.), *Genus - geschlechtergerechter naturwissenschaftlicher Unterricht in der Sekundarstufe I* (S. 93-119). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

LfM (Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen) (Hrsg.) (2011). *Eine Unterrichtsstunde zu Germany's next Topmodel. TV Profiler 1*. Wuppertal: Börje Halm. Online unter http://lfmpublikationen.lfm-nrw.de/catalog/downloadproducts/L090_TV_Profiler.pdf [03.10.2012].

Jäncke, Lutz (2009). The plastic human brain. *Restor Neurol Neuroscience*, 27, 521-538.

Maccoby, Eleanor & Jacklin, Carol Nagy (Eds.) (1974). *The psychology of sex-differences*. Stanford: Stanford University Press.

Möhlen, Bernadette & Barbarino, Maria-Luisa (2008/2009). *Die Biologie des Erfolgs. Streben Frauen nach Glück und Männer nach Geld? Eine kritische Stellungnahme aus Sicht Judith Butlers und Anne Fausto-Sterlings*. Bochum: Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Sozialwissenschaft.

Nitsch, Cordula; Franceschini, Rita; Lüdi, Ernst & Radü, Ernst-Wilhelm (2000). *Neurolinguistische Korrelate der Mehrsprachigkeit im natürlich mehrsprachigen Umfeld der Regio Basiliensis*. Basel: Universität Basel.

Palm, Kerstin (2004). *Einführungskurs (PS) in den Wissenschaftsschwerpunkt I der Gender Studies am Beispiel der feministischen Naturwissenschaftsforschung*. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin.

Pease, Allan & Pease, Barbara (2000). *Warum Männer nicht zuhören und Frauen schlecht einparken: Ganz natürliche Erklärungen für eigentlich unerklärliche Schwächen*. München: Ullstein.

Quaiser-Pohl, Claudia & Jordan, Kirsten (2007). *Warum Frauen glauben, sie könnten nicht einparken – und Männer ihnen Recht geben*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.

Schmitz, Sigrid (2004). Wie kommt das Geschlecht ins Gehirn? Über den Geschlechterdeterminismus in der Hirnforschung und Ansätze zu seiner Dekonstruktion. *Forum Wissenschaft*, 21(4), 9-13. Online unter http://www.boeckler.de/pdf/v_2011_09_29_schmitz.pdf [10.10.2012].

Schmitz, Sigrid (2006). Entweder – Oder? Zum Umgang mit binären Kategorien. In Smilla Ebeling & Sigrid Schmitz (Hrsg.), *Geschlechterforschung und Naturwissenschaften. Einführung in ein komplexes Wechselspiel*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Schroeder, Renée (2011). *Die Henne und das Ei*. München: Residenz.

Shaywitz, Benett A.; Shaywitz, Sally E.; Pugh, Kenneth R.; Constable, R. Todd; Skudlarski, Pawel; Fulbright, Robert K.; Bronen, Richard A.; Fletcher, Jack M.; Shankweiler, Donald P.; Katz, Leonard & Gore, John C. (1995). Sex differences in the functional organization of the brain for language. *Nature*, 373, 607-609.

Sommer, Iris E. C.; Aleman, André; Bouma, Anke & Kahn, René S. (2004). Do women really have more bilateral language representation than men? A meta-analysis of functional imaging studies. *Brain*, 127, 1845-1852.

Voß, Heinz-Jürgen (2011). *Geschlecht. Wider die Natürlichkeit*. Stuttgart: Schmetterling.

Voß, Heinz-Jürgen (2010). *Making Sex Revisited: Dekonstruktion des Geschlechts aus biologisch-medizinischer Perspektive*. Bielefeld: Transcript.

Voß, Heinz-Jürgen (2009). Angeboren oder entwickelt? Zur Biologie der Geschlechtsentwicklung. Genethischer Informationsdienst, *GID Spezial*, 9, 13-19.

Westphal, Annika (2004). *Rekonstruktion des geschlechtertheoretischen Ansatzes von Judith Butler unter Bezugnahme der Fragestellung, inwiefern sie einen neuartigen, radikalen Ansatz in der Geschlechtertheorie liefert*. München: GRIN.

Chemie

Chemielernen und Gender – Zugänge für ALLE ermöglichen

Anja Lembens

Um verstehen zu können, wie tief die Zuschreibungen von Männlichkeit und Weiblichkeit in diesem Fach verwurzelt sind, wenden wir zunächst den Blick zurück auf die Anfänge der Chemie. Stoffe werden schon seit der Antike charakterisiert, indem ihnen Eigenschaften zugeschrieben werden, die oft anthropomorph¹ Züge tragen. Die zwei Prinzipien der Alchemie, Sulfur und Merkur, die als männlich bzw. weiblich charakterisiert werden, sollen aus einem gemeinsamen Urstoff, dem Sal (Salz) entsprungen sein (vgl. Gebelein, 1991, S. 68). Sal wurde auch als Vater der Natur bezeichnet. Merkur (Quecksilber) galt als flüchtig und Sulfur (Schwefel) als fix. Diese beiden gegensätzlichen Prinzipien seien in der Erde voneinander getrennt vorhanden und zögen sich gegenseitig an, wobei sie die Mineralien und Metalle bildeten. Dem mit ‚männlich‘ assoziierten Sulfur wurden die Eigenschaften ‚trocken‘ und ‚warm‘ zugesprochen, der mit ‚weiblich‘ assoziierte Merkur wurde dagegen als ‚feucht‘ und ‚kalt‘ charakterisiert. Diese Gegensätze wieder zu vereinen, war Ziel der Alchemie. Reaktionen, die Stoffe oder ‚Elemente‘ miteinander eingehen, wurden als Vereinigung komplementärer Prinzipien angesehen, die zur Vervollkommnung in Form des Hermaphroditen führen (vgl. Gebelein, 1991, S. 68). Das männliche Prinzip Sulfur stand für den ‚Geist‘, das weibliche Prinzip Merkur für den ‚Körper‘. Daraus leitete sich unmittelbar die Verbindung Mann-Geist und Frau-Körper ab. Diese in der Alchemie wurzelnden Dichotomien sind bis heute in unserer westlich-industrialisierten Gesellschaft und damit auch im Chemieunterricht wirksam.

¹ anthropomorph = vermenschlichend

In der Literatur findet man z.B. folgende Dualismen-Paare:

Frau	↔	Mann
Natur	↔	Kultur
Ressource	↔	Schöpfer
passiv	↔	aktiv
intuitiv	↔	rational
subjektiv	↔	objektiv
schwach	↔	stark

Diese binären Kategorienpaare stehen in einer hierarchischen Beziehung zueinander, wie Sigrid Schmitz (2006) feststellt. Es ist ganz offensichtlich, dass die vermeintlich weiblichen Eigenschaften eher negativ konnotiert sind und quer zu Naturwissenschaft und Technik stehen. Solche Dichotomien und Zuschreibungen finden sich, wenn auch inzwischen in abgeschwächter Form, nach wie vor in Schulbüchern und Handreichungen für Lehrpersonen.

Für den Chemieunterricht haben Markus Prechtel und Christiane Reiners (Prechtel, 2005; Prechtel & Reiners, 2005, 2007) eindrucksvoll gezeigt, wie durch konstruierte Analogien, Darstellungen in Schulbüchern und die tägliche Unterrichtspraxis ‚Bilder‘ von Weiblichkeit und Männlichkeit transportiert werden. So werden z.B. beim Thema chemische Reaktion in verallgemeinernden bildlichen Darstellungen die reaktiveren Reaktionspartner durch männliche Personen symbolisiert. Die Konstruktion stereotypischer Geschlechterbilder wird durch die systematisch-ordnende Denkweise in der Chemie, die kulturell bedingte Dichotomien hervorhebt, begünstigt und aktiv betrieben. Pierre Bourdieu bezeichnet die daraus resultierende Konsequenz der Fortschreibung von tradierten Gesellschaftsordnungen als „Nötigung durch Systematizität“ (vgl. Prechtel & Reiners, 2007). Prechtel und Reiners empfehlen daher, auf Darstellungen, Konnotationen und Kommentare zu verzichten, die Dichotomien wie männlich/weiblich, stark/schwach, aktiv/passiv, positiv/negativ etc. hervorheben. Gleiches gilt für Anthropomorphismen, die oft eingesetzt werden, um z.B. die chemische Bindung oder die Triebkraft chemischer Reaktionen zu verdeutlichen. Durch sie werden stereotype Wertvorstellungen transportiert, die nicht mehr zeitgemäß sind. Alternativ kann man solche Analogien aus (älteren) Schulbüchern bewusst nutzen, um „die Modellhaftigkeit, Grenzen und Abwegigkeiten [...] zum Thema des Unterrichts zu machen und zu reflektieren“ (Prechtel & Reiners, 2007, S. 28), was als aktiver Beitrag zur notwendigen Dekonstruktion tradierter Geschlechterbilder betrachtet werden kann.

Chemie, ein Burschenfach?

Das Schulfach Chemie wird nach wie vor eher als ein für männliche Schüler passendes Fach angesehen. Studien zur Fach- und Berufswahl zeigen, dass Mädchen früh den naturwissenschaftlichen Bereich abwählen (Scantlebury & Baker, 2007; Stadler, 2005). Außerdem sehen diejenigen Frauen, die eine physikalisch-chemisch-technische Ausbildung gewählt haben, für sich oft wenig Chancen, im Fach auch langfristig zu arbeiten (Knoll & Szalau, 2007) bzw. eine wissenschaftliche Karriere zu verfolgen (European Commission, 2009).

In der Grundschule sind die Lernerfolge von Mädchen und Burschen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich noch gleich, mit Beginn des Fachunterrichts entwickeln sich erste Unterschiede zugunsten der Burschen, die sich im Laufe der nächsten Schuljahre fortschreitend vergrößern. „Zwischen der 7. und 9. Klasse, d.h. zu Beginn des Physik- und/oder Chemieunterrichts, wenden sich Schüler allgemein, insbesondere aber Mädchen, von den naturwissenschaftlichen Fächern ab. [...] Für Chemie und Physik sinken innerhalb eines Jahres die Lernerfolge deutlich“ (Solga & Pfahl, 2009, S. 7). Begibt man sich auf die Suche nach Erklärungen für dieses Phänomen und fragt Schülerinnen und Schüler nach dem Image von Physik und Chemie, so werden die Fächer als maskulin eingestuft (Herzog et al., 1998, S. 51f.; Kessels & Hannover, 2006, S. 355). Eine Studie von Albert Ziegler et al. (2000) weist auf einen signifikanten Geschlechtsunterschied bei der Einschätzung von Chemie als Burschenfach hin. Interessant ist, dass Mädchen weniger als Burschen glauben, Chemie sei ein Burschenfach.

In der Einschätzung von Lehrerinnen und Lehrern gelten Mädchen nach wie vor als weniger begabt für mathematisch-naturwissenschaftlich-technische Fächer, was Auswirkungen auf ihren Umgang mit den Lernenden hat (vgl. Schmirn et al., 2012). Diese ‚cultural beliefs‘ hat Shelley Correll (2001, 2004) intensiv untersucht und zeigt, wie wichtig für die Leistungsmotivation das Gefühl ist, als kompetent zu gelten. Es ist also von entscheidender Bedeutung, dass sich Lehrende ihrer diesbezüglichen Überzeugungen bewusst werden, sie hinterfragen und Mädchen wie auch Burschen in ihren Kompetenzbestrebungen unterstützen. Da Burschen in unserer Kultur allgemein als geeigneter für naturwissenschaftliche und technische Aktivitäten gelten, schätzen sich diese auch selbst als ‚von Natur aus‘ begabt für Physik und Technik ein. Dieses fachbezogene Selbstkonzept, das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit in einem Fach, wird in der deutschen fachdidaktischen Forschung als zentraler Faktor angesehen, der zu den beobachteten Asymmetrien führt (vgl. Hoffmann et al., 1997, S. 24). Wie stark sich diese gesellschaftlich erzeugten Annahmen auf Kinder auswirken, spiegelt sich in der Tatsache, dass Burschen bereits vor dem ersten Chemieunterricht ihre eigenen chemischen Fähigkeiten signifikant höher einschätzen als Mädchen, und dass sich Mädchen in Bezug auf Chemie bedeutend hilfloser als Burschen fühlen (Ziegler et al., 2000). Das chemische Fähigkeitsselbstkonzept der Mädchen lässt sich „durch ihre Vorerfahrungen, ihr Vorwissen sowie ihre Überzeugung, ob Chemie ein Jungenfach ist“, vorhersagen (ebd., S. 71). Dabei wirken sich Vorwissen und Vorerfahrungen in einem höheren Fähigkeitsselbstkonzept aus. Die Überzeugung, Chemie sei ein Burschenfach, bewirkt das Gegenteil. Für Burschen können diese Wirkungsmechanismen nur sehr eingeschränkt gezeigt werden. Ziegler et al. (2000) stellen außerdem fest, dass die weit verbreitete Annahme, Mädchen verfügten grundsätzlich über weniger Vorerfahrungen und Vorwissen als Burschen, nicht bestätigt werden kann. Bei den 379 untersuchten Schülerinnen und Schülern konnten keine geschlechtsspezifischen Unterschiede festgestellt werden.

Verschiedene Studien weisen darauf hin, dass das Konstrukt des Fähigkeitsselbstkonzepts jedoch zu kurz greift, um die unterschiedlichen Leistungen, Verhaltensmuster, Interessen und Motivationslagen zu erklären (Brickhouse, 2001; Brickhouse et al., 2000; Carlone & Johnson, 2007; Hazari

et al., 2010; Schreiner & Sjøberg, 2007). Nachweislich hat die Anerkennung, die man durch bedeutsame Personen, wie Eltern, Lehrende oder Peers, erhält, einen starken Einfluss. Lernende, die Anerkennung für die Beschäftigung mit einer Sache erhalten, entwickeln mehr Interesse und erbringen bessere Leistungen. Es hängt also viel davon ab, ob und wofür Mädchen und Burschen Anerkennung erhalten und wie sie gerne gesehen werden wollen.

„Kinder und Jugendliche [entwickeln] Interesse oder Leistungsbereitschaft nur in solchen Unterrichtsfächern, die sie als relevant für die Definition der Person erachten, die sie gerne sein wollen und nach außen kommunizieren wollen“ (Hannover, 2002, S. 343). Darüber hinaus steht das vielfach vorherrschende maskuline Bild von Chemie im Widerspruch mit Vorstellungen von einer weiblichen Identität. Für Mädchen ist es daher insbesondere in der Pubertät schwierig, gleichzeitig als weiblich und als naturwissenschaftlich interessierte oder begabte Person wahrgenommen zu werden. Allzu oft werden Interessen und Begabungen im naturwissenschaftlichen Bereich verdrängt, um in der Selbst- und Fremdwahrnehmung als weiblich und attraktiv angesehen zu werden. Diese Mechanismen wirken sich ungünstig auf die Kompetenzentwicklung von Mädchen und ihre Fach- und Berufswahl im naturwissenschaftlich-technischen Bereich aus (vgl. Lembens & Bartosch, 2012, S. 92).

Geschlechtsunterschiede werden sozial konstruiert

Die aktuelle Geschlechterforschung stellt deutlich heraus, dass es keinen männlichen oder weiblichen Sozialcharakter gibt (Kreienbaum & Urbaniak, 2006), was jedoch nicht bedeutet, dass Mädchen und Burschen gleich sind. Interessen und Verhaltensweisen müssen deutlich differenzierter betrachtet werden, um dem Individuum gerecht werden zu können. Unterschiede innerhalb der Geschlechtergruppen sind meist viel größer als zwischen ihnen. So lässt sich beispielsweise kein Geschlechterunterschied feststellen, wenn man die Motivation, Naturwissenschaften zu lernen, untersucht (Zeyer, 2010, S. 126).

Durch eindimensionale Berichterstattungen tragen die Medien erheblich mit dazu bei, Geschlechterdifferenzen gesellschaftlich festzuschreiben. In der Presse werden häufig Statistiken aus Studien zu Unterschieden zwischen den Geschlechtern höchst selektiv und einseitig verbreitet, z.B. im Bezug auf kognitive Fähigkeiten, Hirnstrukturen oder Hormonkonzentrationen, die als angebliche Belege für ‚naturegegebene‘ männliche oder weibliche Fähigkeiten herangezogen werden (siehe den Beitrag von Heidi Amon & Ilse Wenzl in diesem Band). Durch die Art der Darstellung der Ergebnisse, die lediglich Differenzen in den Mittelwerten der Normalverteilungskurven dokumentieren, werden hartnäckige, zum Teil biologistische Geschlechterstereotype konstruiert und fortgeschrieben. Besonders problematisch ist es, *„dass empirische Aussagen als normative Sätze interpretiert werden“* (Prechtel, 2012, S. 5), so z.B. bei Untersuchungen über die Nutzung der rechten bzw. linken Gehirnhemisphäre bei Männern und Frauen. Dabei ist noch völlig ungeklärt, ob diese an Gehirnen erwachsener Menschen gefundenen Unterschiede nicht viel eher durch sozialisationsbedingte Lernprozesse erzeugt, als angeboren sind.

Chemiedidaktische Publikationen gingen bisher meist von einem grundsätzlich ungünstigeren Attributionsmuster² bei Mädchen aus. Das heißt, sie führen Erfolge eher auf Glück oder eine leichte Aufgabe zurück als auf die eigene Leistungsfähigkeit. Neuere Untersuchungen zeigen jedoch, dass Attributionen kontextabhängig sind. Das bedeutet, dass weibliche Personen in als ‚männlich‘ empfundenen Aufgabensituationen (z.B. in technischen oder physikalischen Kontexten) allein deshalb schlechter abschneiden als männliche, weil sie die Situation bewusst oder unbewusst als ‚nicht für mich als weibliche Person passend‘ wahrnehmen. Dasselbe gilt übrigens auch umgekehrt. Bei der jeweils schlechter abschneidenden Geschlechtergruppe wurde ein ungünstiges Attributionsmuster festgestellt, das sich auf Aufgabensituationen bezieht, die jeweils dem anderen Geschlechts(stereo)typus zugeschrieben werden (vgl. Hannover, 2002; vgl. Prechtel, 2012). Es ist also für die Erfolgswahrscheinlichkeit keinesfalls gleichgültig, ob Lernende einen Aufgabenkontext als männlich oder weiblich empfinden. Die gute Nachricht ist, dass Attributionen pädagogisch beeinflussbar sind. Interventionsmaßnahmen, die darauf zielen, die wahrgenommenen Erfolgsaussichten der Lernenden zu erhöhen, sind erfolgversprechend. Gleichzeitig werden dadurch die Motivation und das Interesse für die Beschäftigung mit Chemie gefördert. Mögliche Interventionsmaßnahmen sind Reattributionstrainings, das Sichtbarmachen von individuellen Fortschritten und positives Feedback. Unterstützend wirken Maßnahmen, die das fähigkeitsbezogene Selbstkonzept stärken. *„Wird beispielsweise einer Schülerin im Chemieunterricht aufgetragen, eine komplizierte Versuchsapparatur aufzubauen, wird ihr die Aktivierung der selbstbezogenen Information ‚Ich bin technisch versiert‘ dabei helfen, die Anforderung selbstbewusst auszuführen. Situationen, in denen Geschlechtsstereotype (z.B. ‚Chemie ist etwas für Jungen‘) dominieren, können sich [dagegen] negativ auf die Ausprägung des Selbstkonzeptes der Mädchen auswirken.“* (Prechtel, 2012, S. 12) Verschiedene Autorinnen und Autoren empfehlen aus diesem Grund, für eine gewisse Zeitspanne monoedukative Kurse einzurichten, da hier die eigene Geschlechtszugehörigkeit weniger präsent ist (Faulstich-Wieland, 2004; Kessels, 2002; Kraul & Horstkemper, 1999, u.a.). Mädchen, die in reinen Mädchengruppen unterrichtet werden, zeigen, im Vergleich zu Mädchen, die in gemischtgeschlechtlichen Gruppen unterrichtet werden, mehr Interesse an sogenannten Burschenfächern (Chemie und Physik) und entwickeln im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht ein besseres fachbezogenes Selbstkonzept und eine höhere unterrichtsbezogene Motivation als in koedukativen Lerngruppen (vgl. Kessels, 2002). Andere AutorInnen dagegen weisen auf Studien hin, die zeigen, dass Schülerinnen und Schüler in getrenntgeschlechtlichen Gruppen stärkere geschlechtsstereotype Verhaltensweisen und Abgrenzungshaltungen entwickeln als solche in gemischtgeschlechtlichen (Halpern et al., 2011, 2012). Hier besteht also noch Forschungsbedarf.

Geschlechtersensibler Chemieunterricht

Um den eigenen (gemischtgeschlechtlichen) Unterricht geschlechtersensibler zu gestalten, ist es wichtig, den Lernenden die Möglichkeit zu geben, sich möglichst aktiv und gleichberechtigt in den Unterricht einzubringen. Als Lehrperson sollte man sich darüber hinaus immer wieder fragen, ob und wie sich die Lernenden jeweils als individuelle Person einbringen können, ohne auf das jeweilige Geschlecht festgelegt zu werden.

² Attribution = Zuschreibung; z.B. kann Erfolg der eigenen Leistungsfähigkeit/Begabung, großer eigener Anstrengung oder aber einer leichten Aufgabe zugeschrieben werden.

Zwei Methodenwerkzeuge sollen hier vorgestellt werden, die es Schülerinnen und Schülern ermöglichen, sich als Person mit eigenen Erfahrungen und Kompetenzen in den Chemieunterricht einzubringen: das gezeichnete Versuchsprotokoll in Form einer Chemie-Bildergeschichte und Concept Cartoons.

Die Chemie-Bildergeschichte – eine Hilfe zum Wahrnehmen von Genderaspekten

Statt des üblichen Versuchsprotokolls werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, eine gezeichnete Bildergeschichte zu erstellen. Dabei sollen sie sich selbst und ihre Partnerin oder ihren Partner darstellen, erzählen, was sie bei der praktischen Arbeit gemacht haben und ihre Dialoge skizzieren. Durch das Gestalten der Bildergeschichte werden die Schülerinnen und Schüler angeregt, über ihr Tun nachzudenken und diesem Bedeutung zuzuschreiben. So werden individuelle Wahrnehmungen der Situationen sichtbar. Mithilfe dieses Methodenwerkzeugs können Lehrende erfahren, inwieweit die Geschlechterfrage in ihrem Chemieunterricht eine Rolle spielt (vgl. Prechtl, 2011). Stereotype Rollenverteilungen können anhand der Bildergeschichten gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern thematisiert und hinterfragt werden.

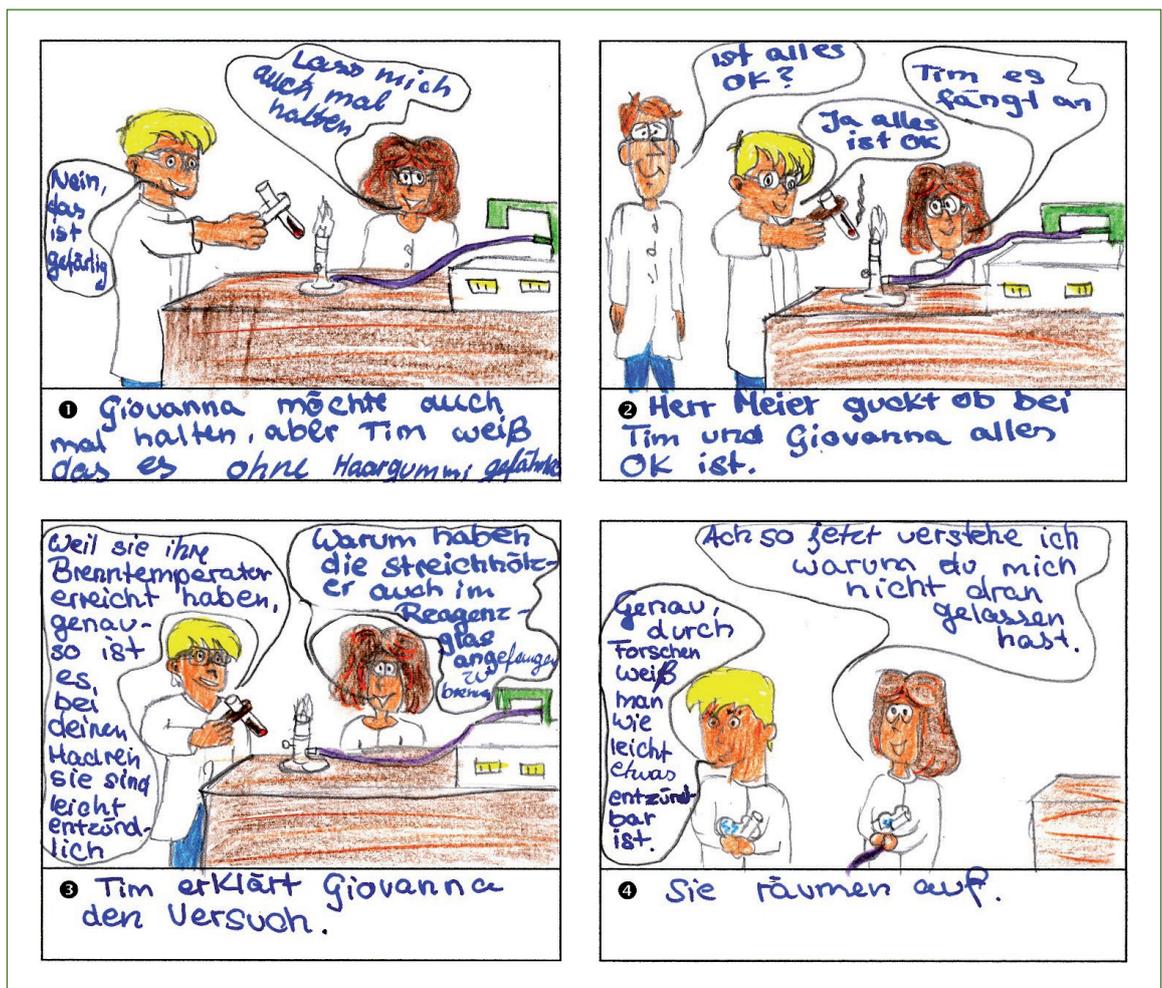


Abb. 1: Chemie-Bildergeschichte. (Quelle: Prechtl, 2005)

Wir danken Markus Prechtl für die Genehmigung des Abdrucks dieser Bildergeschichte, die eine Realschülerin der siebten Jahrgangsstufe erstellt hat.

Was zeigt uns diese Bildergeschichte und wie kann man sie interpretieren? Markus Prechtel empfiehlt eine schrittweise Analyse der Bildergeschichten, um alle relevanten Details wahrnehmen und würdigen zu können:

Beschreibung – Analyseschritt 1: [...] Während des Experiments tragen beide einen weißen Laborkittel und eine Schutzbrille. Sie führen ein Experiment zur Zündtemperatur von Zündhölzern durch, die in einem Reagenzglas erhitzt werden. Das Gas des Laborbrenners, der über einen Gasschlauch mit dem Gashahn verbunden ist, brennt bereits. Tim experimentiert ganz allein, während seine Mitschülerin ihm dabei zuschaut. Die Bildunterschrift des ersten Bildes zeigt, dass Giovanna sich gerne beteiligen möchte: „Giovanna möchte auch mal halten ...“. Die Zeichnung zeigt jedoch, dass nur Tim aktiv experimentiert.

Rekonstruktion – Analyseschritt 2: Das zentrale Motiv der Bildergeschichte ist das Gefahrenpotenzial von Experimenten. Die Figuren tragen Laborkittel und Schutzbrillen. Da Giovanna kein Haargummi trägt, führt Tim das Experiment alleine durch. Er stellt sich der ‚Gefahr‘, um sie zu schützen. Dass nur er allein Zugriff auf die Objekte hat, unterstreicht ferner die Tatsache, dass Giovannas Hände in den Abbildungen nicht zu sehen sind. Sie nimmt die Rolle der passiven Beobachterin ein. Ihrer Bitte, sich beteiligen zu dürfen, wird nicht entsprochen, da der Schutz ihrer Person vorgeblich im Vordergrund steht.

Interpretation – Analyseschritt 3: Die Szene spiegelt Gesellschafts- und Geschlechterordnungen wider; sie erinnert an Differenzen im Verhalten der Geschlechter und im Zugriff auf Objekte. Die ‚Schutzbedürftigkeit‘ des weiblichen Geschlechts wird inszeniert und, in enger Ankoppelung daran, eine geschlechtsklassenspezifische Weise von ‚Höflichkeit‘ des männlichen Akteurs. Die Situation erfordert geradezu, das Mädchen vor Gefahren zu bewahren (legitimiert wird diese Verhaltensweise mit dem Hinweis auf den fehlende Haargummi). Die Szene ist ein Beispiel für einen Beschützermuthos, der sich in der Gesellschaft hat etablieren können: Die Beschützer sind männlich, die Beschützten dagegen weiblich.

Gekürzt und leicht verändert nach Prechtel (2012, S. 139)

Die Bildergeschichten können einerseits dafür genutzt werden, um zu erfahren, ob und wie im eigenen Chemieunterricht Geschlechterstereotype wirksam werden, und andererseits hilfreich sein, um wichtige Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens zu thematisieren. Zum ausführlicheren Nachlesen empfiehlt sich der Beitrag von Markus Prechtel im Heft 22 Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (vgl. Prechtel, 2011).

Concept Cartoons – Zugänge für alle Lernenden ermöglichen

Was sind Concept Cartoons und wozu dienen sie? Concept Cartoons zeigen Gruppen von Personen, die miteinander über eine Sache diskutieren. Im Zentrum stehen jeweils eine Alltagssituation mit naturwissenschaftlichem Kontext und eine sich daraus ergebende Frage. Die Aussagen der einzelnen Figuren stehen in Sprechblasen und greifen zu einem gängigen Alltagsvorstellung-

Analyseschritte

gen der Lernenden auf, zum anderen enthalten sie wissenschaftlich akzeptierte Konzepte. Schülerinnen und Schüler sollen anhand eines Concept Cartoons in Kleingruppen ca. 15 Minuten lang über die dargestellte Situation und die Aussagen in den Sprechblasen diskutieren. Dies kann z.B. als Einstieg in ein Thema, zur Wiederholung oder zur Überprüfung von bereits Gelerntem geschehen.

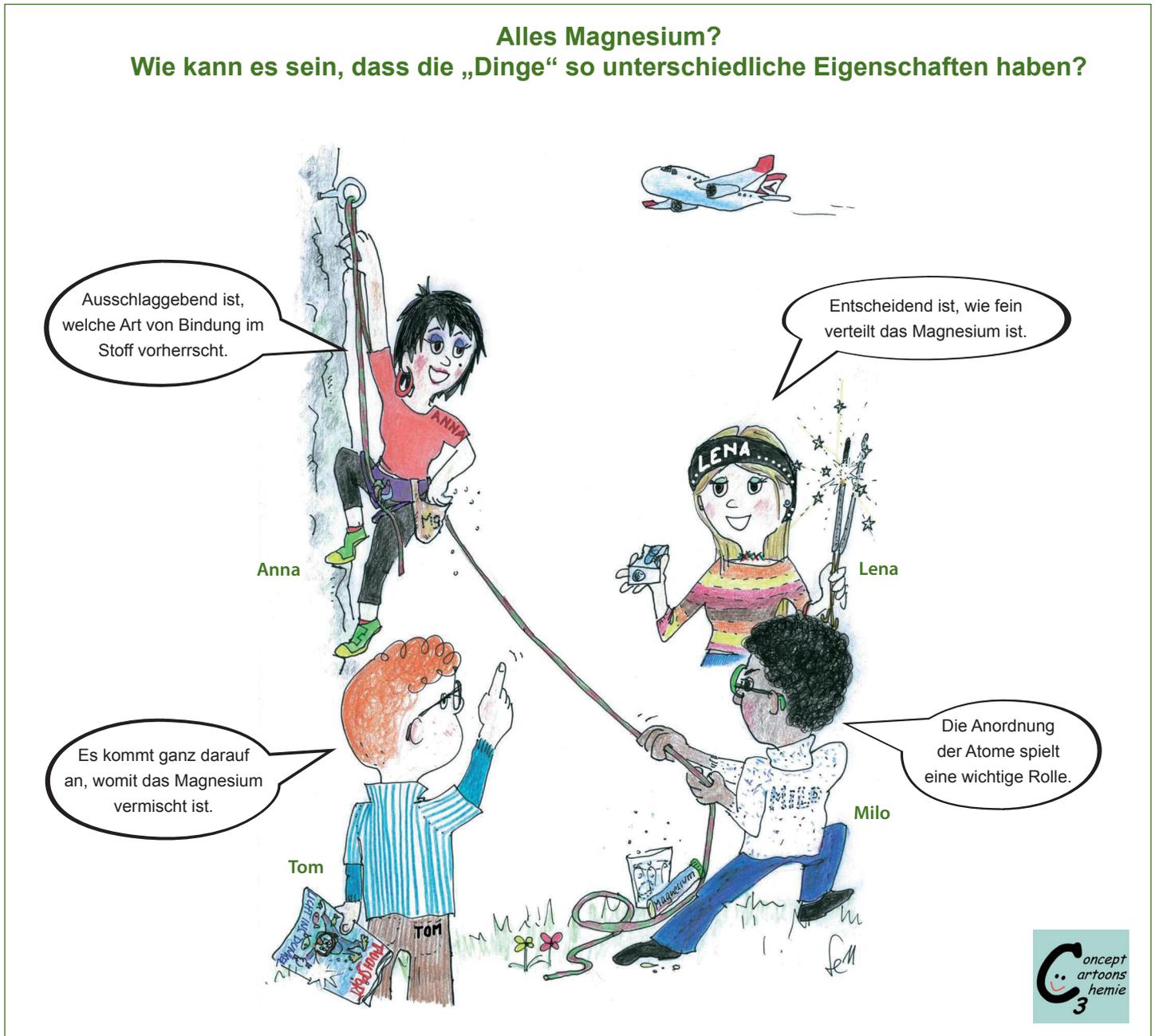


Abb. 2: Concept Cartoon „Alles Magnesium?“ (Quelle: AECC Chemie)

Es ist besonders wichtig, immer wieder zu betonen, dass es hier nicht darum geht, DIE richtige Antwort zu finden, sondern zu überlegen, welcher Aussage man am ehesten zustimmen kann und dies auf der Basis von Evidenzen zu begründen. Die Lernenden aktualisieren ihr Vorwissen,

sie führen Daten und Informationen aus dem Chemieunterricht oder anderen Fächern an, sie berichten von Erfahrungen aus dem Alltag, die ihnen relevant für die Klärung des Sachverhalts erscheinen, und vieles mehr. Im Zentrum steht das Nutzen und Bewerten von Erkenntnissen/Daten, um eine Aussage/Behauptung naturwissenschaftlich zu begründen. Eine Sache zu vertreten und auf der Basis von Evidenzen sachlich angemessen begründen zu können, ist eine wichtige Kompetenz, die durch die Arbeit mit Concept Cartoons gefördert werden kann. Spannend ist es auch, die Aussagen im Concept Cartoon im Bezug auf die ‚Überzeugungskraft‘ der dargestellten Figuren hin zu hinterfragen: Vertraut man der Aussage von Tom, dem Schlaumeier, mehr als den anderen, oder kann die flippige Anna überzeugen? Auf diese Weise können auch stereotype Vorstellungen zur Einschätzung der Glaubwürdigkeit von Personen bewusst gemacht werden. Gerade im Bereich des naturwissenschaftlichen Argumentierens und Begründens haben österreichische Schülerinnen und Schüler Nachholbedarf, das zeigen internationale Studien wie TIMSS³ und PISA (Abb. 3). Tendenziell sind hier die Mädchen gegenüber den Burschen leicht im Vorteil (Abb. 4).

Durch den Einsatz von Concept Cartoons wird für Schülerinnen und Schüler erfahrbar, wie wichtig naturwissenschaftliche Kenntnisse sind, um Argumente verstehen und angemessen begründen zu können. Außerdem können die individuellen Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern im Unterricht explizit thematisiert werden, wodurch diese Wertschätzung erfahren. Concept Cartoons unterstützen dabei

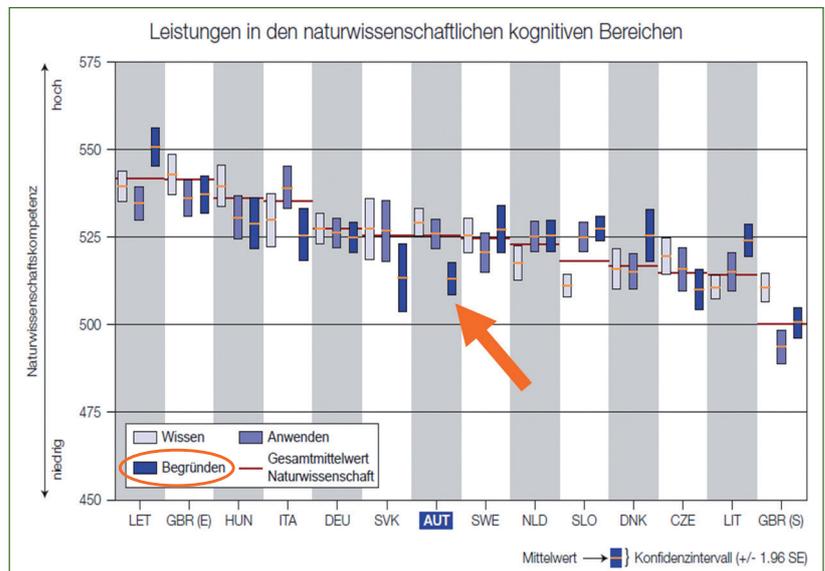


Abb. 3: Leistungen in den naturwissenschaftlichen kognitiven Bereichen Wissen, Anwenden und Begründen im europäischen Vergleich. (Quelle: Suchan, Wallner & Schreiner, 2010; orange Markierung durch die Autorin)

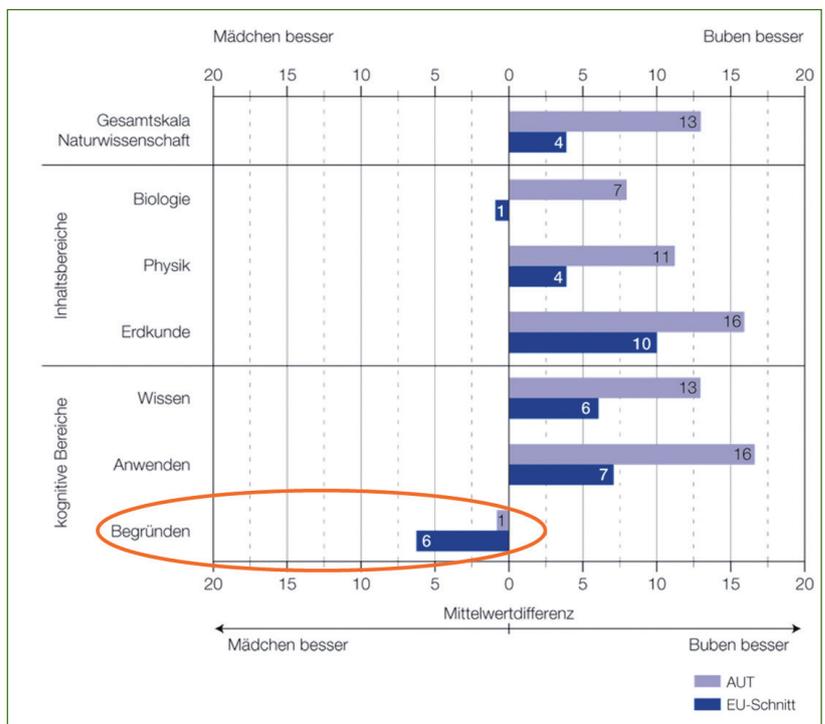


Abb. 4: Unterschiede zwischen Mädchen und Burschen in der Naturwissenschaftskompetenz in Österreich und im europäischen Vergleich. (Quelle: Suchan, Wallner & Schreiner, 2010; orange Markierung durch die Autorin)

³ TIMSS = Trends in International Mathematics and Science Study

den Aufbau von Erfahrungen und Sinn in mehrfacher Hinsicht: Einerseits stehen Fragen und Phänomene aus dem Alltag im Zentrum der Cartoons, wodurch chemisches Wissen für die Erklärung relevant wird. Andererseits lässt die dargestellte Interaktion der Charaktere es sinnvoll erscheinen, mitzudiskutieren. Die Schülerinnen und Schüler kommentieren die Aussagen der Personen im Concept Cartoon und tasten sich so an einen Problemlöseprozess heran. Indem sie ihre eigenen Erfahrungen und ihr vorhandenes Wissen einbringen, wird das Thema für sie subjektiv bedeutsam. Solche Unterrichtssettings, die es den Lernenden ermöglichen, den Fachunterricht mit ihren jeweils eigenen kulturellen und sozialen Konzepten sowie den damit verbundenen Welt- und Menschenbildern zu verknüpfen, unterstützen die Motivation für die Auseinandersetzung mit der Fragestellung und den kognitiven Wissenserwerb (vgl. Combe & Gebhard, 2012). Gleichzeitig liefern Concept Cartoons wertvolle Unterrichtsimpulse zur Förderung der naturwissenschaftlichen Argumentationskompetenz (vgl. Lembens & Steininger, 2012, S. 354).

Das Diskutieren im Klassenverband ist aus verschiedenen Gründen oft schwierig. Zum Beispiel kommen Lernende, die länger über einen möglichen Beitrag nachdenken, kaum zu Wort. Andere trauen sich nicht, eine Meinung zu äußern, die derjenigen der Wortführenden widerspricht. Ein wichtiger Vorteil bei der Arbeit mit Concept Cartoons ist, dass die Schülerinnen und Schüler nicht die Aussagen von Mitschülerinnen und -schülern kommentieren und in Frage stellen müssen. Dies kann im sozialen Gefüge einer Klasse für Schülerinnen und Schüler mit eher schwacher Stellung problematisch sein. Für viele Lernende ist es deutlich leichter, eine Position oder Gegenposition einzunehmen und sachlich zu argumentieren, wenn sie sich auf Aussagen der Personen im Cartoon beziehen können. Besonders ruhige und schwächere Schülerinnen und Schüler profitieren durch diese Unterrichtssettings.

Im Anschluss an die etwa 15-minütigen Kleingruppendiskussionen können die Gruppen im Plenum berichten, ob sie sich auf eine Position haben einigen können oder nicht, und die jeweiligen Argumente für oder gegen die einzelnen Aussagen zusammentragen. Offene Fragen werden gesammelt und schnell wird klar, dass man vieles gar nicht genau genug weiß, um die Aussagen mit stichhaltigen Argumenten/Evidenzen zu untermauern. Die Analyse von Audiomitschnitten von Kleingruppendiskussionen zeigt, dass sich Schülerinnen und Schüler gleichermaßen aktiv an den Diskussionen beteiligen und sehr bald das Bedürfnis nach fachlich fundierter Klärung aufkommt. Dieses aus den Lernenden heraus entstandene Bedürfnis nach mehr Wissen gilt es produktiv zu nutzen, um im nachfolgenden Unterricht eine solide fachliche Basis zu legen. Als nächstes kann gemeinsam geplant werden, wie die noch fehlenden Kenntnisse aufgebaut werden können. Es sollte sich eine längere Phase des (arbeitsteiligen) forschenden/untersuchenden Lernens anschließen, um den individuellen Fragen und Interessen der Schülerinnen und Schüler gerecht zu werden. Möglich sind Literaturrecherchen, Versuche/Experimente, ExpertInneninterviews etc. An dieser Stelle ist es besonders wichtig, die Lernenden möglichst eigenverantwortlich die nächsten Schritte planen und durchführen zu lassen, damit sie in ihrem Autonomieerleben gestärkt werden. Dieses Autonomieerleben sowie das Gefühl, in einer Gruppe selbstständig einer anspruchsvollen Fragestellung nachgehen zu können, sind wichtige Voraussetzungen dafür,

sich intensiv mit einer Sache auseinanderzusetzen und diese verstehen zu lernen. Mädchen wie auch Burschen können sich mit ihren individuellen Stärken in diesen Prozess einbringen und voneinander lernen.

Concept Cartoons eignen sich also als Katalysatoren, um den Weg zum verstehenden Lernen zu ebnen. Im Folgenden werden anhand eines Concept Cartoons zu Graphit und Diamant zwei wichtige Schritte skizziert, die grundlegend für verstehendes Lernen sind (vgl. Lembens & Steininger, 2012): „sich eigene Fragen stellen“ und „eine Beziehung zum Gegenstand herstellen“.

Diamant und Graphit bestehen beide nur aus Kohlenstoffatomen. Wie lässt sich ihre unterschiedliche Härte erklären?

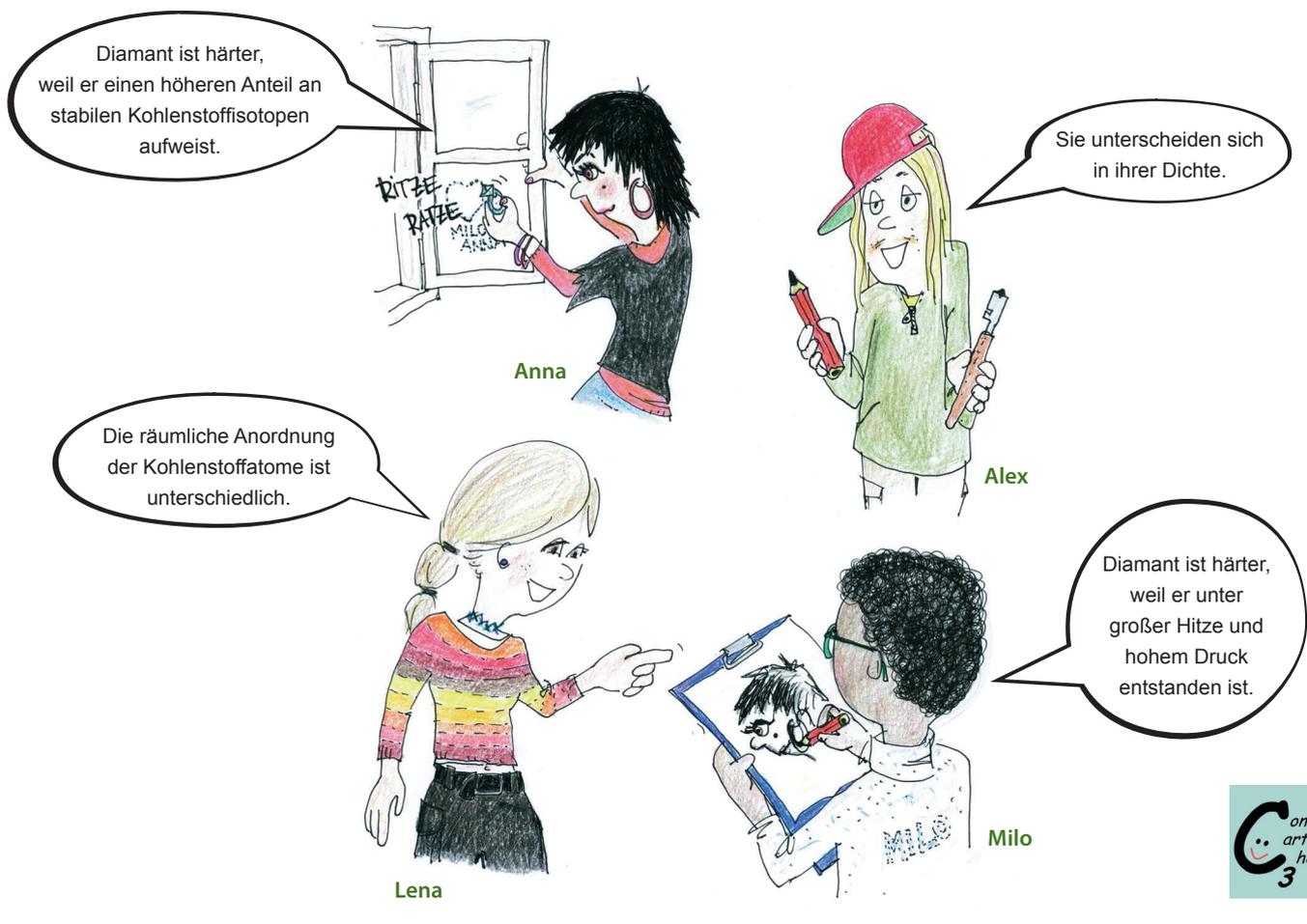


Abb. 5: Concept Cartoon „Graphit und Diamant“. (Quelle: AECC Chemie)

Sich eigene Fragen stellen: „Ja, das ist jetzt die Frage mit den Anordnungen der Atome. Ich meine, ist es nicht egal, wenn zwei Atome den Platz wechseln, wenn sie eh genau gleich sind?“ Dieses Beispiel stammt aus einer Gruppendiskussion, in der 15- bis 17-jährige Schülerinnen und Schüler über die mögliche Ursache für die unterschiedliche Härte von Graphit und Diamant diskutieren. Durch die unterschiedlichen Erfahrungen und Erfahrungsauslegungen der Lernenden sowie auftretende

Spannungen, wenn diese mit dem Vorwissen nicht in Deckung gebracht werden können, entstehen wertvolle Widersprüche und ein Bedürfnis nach Klärung dieser Widersprüche.

Audiomitschnitte belegen, dass die dargestellten Situationen bei den Schülerinnen und Schülern eine Vielzahl eigener Fragen aufwerfen. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die aktive, als selbsttätig erlebte Auseinandersetzung mit der Thematik.

Eine Beziehung zum Gegenstand herstellen: „Naja, aber theoretisch müssten Diamanten ja auch stabiler sein, oder? Weil wenn man mit einem Bleistift zeichnet, dann lösen sich dauernd Partikel ab und bei Diamant ist das ja nicht.“ Indem die Schülerinnen und Schüler ihre eigenen Erfahrungen und subjektiven Deutungen zur Sprache bringen, beginnen sie eine Beziehung zum Gegenstand/Phänomen aufzubauen. Dieser Prozess der Subjektivierung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Lernenden versuchen, das Phänomen mittels ihrer Alltagserfahrungen zu deuten. Dabei nehmen sie zunehmend wahr, dass es zu einer zufriedenstellenden Klärung der Sachlage einer Erweiterung ihrer Kenntnisse bedarf. Diese Wahrnehmung erhöht die Bereitschaft, sich eingehender mit einer Sache zu beschäftigen.

Forschungen zeigen, dass sich die Schülerinnen und Schüler in den Gruppendiskussionen gemeinsam an die Sinnkonstruktion herantasten. Dies geschieht eher konsensorientiert als durch besonders überzeugende Evidenzen, die von einzelnen Lernenden eingebracht werden. Nach der durch Concept Cartoons initiierten Diskussion fordern die Schülerinnen und Schüler sehr oft Erklärungen von ihren Lehrerinnen und Lehrern, da sie spüren, (noch) nicht verstanden zu haben. Jetzt ist es wichtig, nicht einfach die Antwort zu präsentieren, sondern diese Wissbegier zu nutzen und gemeinsam einen Plan für die Klärung der Sachverhalte aufzustellen und dadurch ein Verstehen zu ermöglichen.

Das Wahrnehmen von Dissonanzen zwischen den eigenen Erfahrungen, dem Vorwissen und den durch den Concept Cartoon gegebenen Informationen kann als ‚Aktivierungsenergie‘ zur Überschreitung der Schwelle zur Aufmerksamkeit genutzt werden. Die Erfahrungen aus dem Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Verstehendes Lernen durch Concept Cartoons“⁴ geben starke Hinweise darauf, dass durch den Einsatz von Concept Cartoons für Mädchen und Burschen gleichermaßen attraktive Lerngelegenheiten angeboten werden können, die subjektiv bedeutsames Lernen ermöglichen.

Wie kann man Concept Cartoons sonst noch einsetzen, um individuelle Erfahrungen aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler einzufangen und produktiv zu bearbeiten?

Einsatz von Concept Cartoons

Als Denkaufgabe für zuhause:

Die Schülerinnen und Schüler nehmen einen Concept Cartoon mit nach Hause und erhalten die Aufgabe, entweder alleine über Erklärungen und Begründungen für das dargestellte Phänomen nachzudenken oder mit Freunden oder Eltern über den Concept Cartoon zu diskutieren und

⁴ Sparkling Science Projekt „Verstehendes Lernen durch Concept Cartoons“. Gefördert durch das Österreichische Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (bmwf); Fördernummer: SPA/03-142/Concept Cartoons. <http://aeccc.univie.ac.at/projekte/conceptcartoons/>

anschließend über ihre Erfahrungen und die Begründungen für die einzelnen Aussagen in der Klasse zu berichten und zu diskutieren. Auf diese Weise können Überzeugungen, die im familiären und sozialen Umfeld zu naturwissenschaftlichen Sachverhalten herrschen, aktiv mit in den Unterricht einbezogen und bearbeitet werden.

Zum Üben der Perspektivenübernahme:

Jeweils eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern erhält die Aufgabe, eine der Aussagen im Concept Cartoon argumentativ so vorzubereiten, dass sie diese Position überzeugend in einer Diskussion in der Klasse vertreten können – unabhängig davon, ob sie der Aussage zustimmen oder sie ablehnen. Wichtig ist, dass die Lernenden sich intensiv in die mögliche Erfahrungswelt der Cartoonfigur hineinversetzen und deren Beobachtungen, Erklärungsmuster und Rekonstruktionen versuchen nachzuempfinden. Auf diese Art und Weise kann aktiv nachvollzogen werden, welche alltagsweltlichen bzw. wissenschaftlichen Erklärungsmuster zu welchen Aussagen führen können. Logisches Denken und Argumentieren wird gefördert und wenig erklärungs-mächtige Alltagskonzepte können ‚entlarvt‘ werden.

Als Ausgangspunkt für praktisches Arbeiten:

Anhand eines Concept Cartoons entwirft jede Gruppe eine Forschungsfrage, die sie bearbeiten möchte. Die Schülerinnen und Schüler stellen Hypothesen auf und entwerfen einen Untersuchungsplan, um die Forschungsfrage zu beantworten. Nach Rücksprache mit der Lehrperson wird das Experiment/der Versuch durchgeführt, dokumentiert, ausgewertet und präsentiert. Auch hier können individuelle Fragen, Interessen und Zugangsweisen der Lernenden wahrgenommen und wertgeschätzt werden.

Resümee

Die beiden vorgestellten Methodenwerkzeuge (Chemie-Bildergeschichten und Concept Cartoons) sind geeignet, alle Lernenden gleichermaßen mit ihren jeweils individuellen Vorerfahrungen, ihrem Wissen, ihren Wahrnehmungen und ihren Fähigkeiten in den Unterricht mit einzubeziehen und ihnen ein vertieftes Lernen zu ermöglichen. Gleichzeitig bieten die beiden Methodenwerkzeuge Gelegenheiten, stereotype Rollen und Verhaltensweisen aufzudecken und zu thematisieren. Die individuellen Unterschiede der Lernenden erhalten dadurch mehr Bedeutung als stereotype Geschlechtsunterschiede. Dadurch, dass unterschiedliche Zugänge ermöglicht und wertgeschätzt werden, ist eine förderliche Wirkung für den Aufbau eines positiven naturwissenschaftsbezogenen Selbstkonzepts zu erwarten. Beide Methodenwerkzeuge eignen sich demnach für die Gestaltung eines geschlechtersensiblen Chemieunterrichts.

Um den Blick nochmals auf die Herausforderung zu richten, ALLEN Schülerinnen und Schülern einen Zugang zu den Naturwissenschaften zu eröffnen, soll hier folgendes betont werden: Die vorgestellten Methodenwerkzeuge eignen sich auch dafür, die Fremdheitserfahrungen, die viele Schülerinnen und Schüler mit dem naturwissenschaftlichen Unterricht erleben, zu thematisieren. In internationalen Untersuchungen u.a. von Glen Aikenhead (2001) wird eindrucksvoll beschrie-

ben, dass nur ein sehr kleiner Teil der Lernenden (ca. 5%) ohne Probleme in die Welt des naturwissenschaftlichen Unterrichts eintaucht. Die Übrigen erfahren einen mehr oder weniger starken ‚Kulturschock‘, mit dem sie jeweils unterschiedlich gut umgehen können. Naturwissenschaften zu lernen ist eine grenzüberschreitende Erfahrung, die Aikenhead „cultural border-crossing“ nennt. Es sind psychologische, soziologische und kulturelle Gründe, die diese Grenzüberschreitung ermöglichen, erschweren oder sogar verhindern. Mit den beschriebenen Methodenwerkzeugen lassen sich Unterrichtssituationen gestalten, in denen hemmende und förderliche Hintergründe der Schülerinnen und der Schüler thematisiert und bearbeitet werden können.

Literatur

- Aikenhead, Glen** (2001). Students' Ease in Crossing Cultural Borders into School Science. *Science Education*, 85(2), 180-188.
- Brickhouse, Nancy** (2001). Embodying science: A feminist perspective on learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 282-295.
- Brickhouse, Nancy; Lowery, Patricia & Schultz, Katherine** (2000). What kind of girl does science? The construction of school science identities. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(5), 441-458.
- Carlone, Heidi & Johnson, Angela** (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218.
- Combe, Arno & Gebhard, Ulrich** (2012). *Verstehen im Unterricht. Die Rolle von Phantasie und Erfahrung*. Wiesbaden: Springer.
- Correll, Shelley** (2001). Gender and the career choice process: The role of biased self-assessments. *American Journal of Sociology*, 106(6), 1691-1730.
- Correll, Shelley** (2004). Constraints into preferences: Gender, status, and emerging career aspirations. *American Sociological Review*, 69(1), 93-113.
- European Commission** (2009). *She Figures 2009. Statistics and Indicators on Gender Equality in Science*. Retrieved from http://www.femtech.at/fileadmin/downloads/News/she_figures_2009_en.pdf [2011-11-01].
- Faulstich-Wieland, Hannelore** (2004). *Mädchen und Naturwissenschaften in der Schule. Expertise für das Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung Hamburg*. Online unter <http://www.erzwiss.uni-hamburg.de/personal/faulstich-wieland/Expertise.pdf> [26.05.2011].
- Gebelein, Helmut** (1991). *Alchemie*. München: Diederichs.
- Halpern, Diane; Eliot, Lise; Bigler, Rebecca; Fabes, Richard; Hanish, Laura; Hyde, Janet; Liben, Lynn & Martin, Carol Lynn** (2011). The pseudoscience of single-sex schooling. *Science*, 333, 1706-1707.
- Halpern, Diane; Eliot, Lise; Bigler, Rebecca; Fabes, Richard; Hanish, Laura; Hyde, Janet; Liben, Lynn & Martin, Carol Lynn** (2012). Single-sex education - Response. *Science*, 335, 166-168.
- Hannover, Bettina** (2002). Challenge the stereotype! Der Einfluss von Technikfreizeitkursen auf das Naturwissenschaften-Stereotyp von Schülerinnen und Schülern. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45, 341-358.
- Hazari, Zahra; Sonnert, Gerhard; Sadler, Philip & Shanahan, Marie-Claire** (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Physics Education*, 47(8), 978-1003.

- Herzog, Walter; Labudde, Peter; Neuenschwander, Markus; Violi, Enrico & Gerber, Charlotte** (1998). *Koedukation im Physikunterricht. Schlussbericht zuhanden des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung*. Zweite, überarbeitete Auflage. Bern: Universität Bern, Abt. Päd. Psychologie, Abt. für das höhere Lehramt.
- Hoffmann, Lore; Häußler, Peter & Peters-Haft, Sabine** (1997). *An den Interessen von Mädchen und Jungen orientierter Physikunterricht*. Kiel: IPN Kiel.
- Kessels, Ursula** (2002). *Undoing Gender in der Schule. Eine empirische Studie über Koedukation und Geschlechtsidentität im Physikunterricht*. Weinheim: Juventa.
- Kessels, Ursula & Hannover, Bettina** (2006). Zum Einfluss des Images von mathematisch-naturwissenschaftlichen Schulfächern auf die schulische Interessensentwicklung. In Manfred Prenzel & Lars Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Forschungsprojekts* (S. 350-369). Münster: Waxmann.
- Knoll, Bente & Szalau, Elke** (2007). *Meinen eigenen Weg gehen. Situation von selbständigen Ingenieurinnen in Österreich*. Wien: Österreichische Forschungsgesellschaft GmbH.
- Kraul, Margret & Horstkemper, Marianne** (1999). *Reflexive Koedukation in der Schule. Evaluation eines Modellversuchs zur Veränderung von Unterricht und Schulkultur*. Mainz: Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Weiterbildung Rheinland-Pfalz.
- Kreienbaum, Maria Anna & Urbaniak, Tamina** (2006). *Jungen und Mädchen in der Schule. Konzepte der Koedukation*. Berlin: Cornelsen.
- Lembens, Anja & Bartosch, Ilse** (2012). Genderforschung in der Chemie- und Physikdidaktik. In Marita Kampshoff & Claudia Wiepcke (Hrsg.), *Handbuch Geschlechterforschung und Fachdidaktik* (S. 83-89). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Lembens, Anja & Steininger, Rosina** (2012). Verstehendes Lernen durch Concept Cartoons. In Sascha Bernholt (Hrsg.), *Gesellschaft für die Didaktik der Chemie und Physik. Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht*. (Vol. 32, S. 352-354). Oldenburg: LIT.
- Prechtl, Markus** (2012). Mädchen und Jungen im Chemieunterricht. In Kurt Freytag, Volker Scharf & Eberhard Thomas (Hrsg.), *Handbuch des Chemieunterrichts – Sekundarbereich I*. (Vol. Wege in die Chemie). Köln: Aulis.
- Prechtl, Markus** (2011). Protokolle als Chemie-Foto-Storys. Diagnostizieren anhand selbst gezeichneter Bildergeschichten. *Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie*, 22, 48-51.
- Prechtl, Markus & Reiners, Christiane** (2007). Wie der Chemieunterricht Geschlechterdifferenzen inszeniert. *Chemkon*, 14(1), 21-29.
- Prechtl, Markus** (2005). *„Doing Gender“ im Chemieunterricht. Zum Problem der Konstruktion von Geschlechterdifferenz – Analyse, Reflexion und mögliche Konsequenzen für die Lehre von Chemie*. Dissertation. Online unter <http://kups.ub.uni-koeln.de/volltexte/2006/1825/index.html> [15.10.2012].
- Prechtl, Markus & Reiners, Christiane** (2005). (Un-)doing gender im Chemieunterricht. In Anja Pitton (Hrsg.), *Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung. Jahrestagung der GDGP. 2004. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik* (S. 345-347). Münster: LIT.
- Scantlebury, Kathryn & Baker, Dale** (2007). Gender issues in science education research: Remembering where the difference lies. In Sandra Abell & Norman Lederman (Eds.), *Handbook of Science Education*. (pp. 257-281). Mahwah: Routledge.

- Schmirl, Judith; Pufke, Eva; Schirner, Sigrun & Stöger, Heidrun** (2012). Das Zusammenspiel geschlechterspezifischer Erwartungen, Einstellungen und Verhaltensweisen von Lehrkräften und Schülerinnen im MINT-Unterricht. In Heidrun Stöger, Albert Ziegler & Michael Heilemann (Hrsg.), *Mädchen und Frauen in MINT. Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten*. (S. 59-75). Münster: LIT.
- Schmitz, Sigrid** (2006). Entweder – Oder? Zum Umgang mit binären Kategorien. In Kirsten Smilla Ebeling & Sigrid Schmitz (Hrsg.), *Geschlechterforschung und Naturwissenschaften. Einführung in ein komplexes Wechselspiel*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schreiner, Camilla & Sjøberg, Svein** (2007). Science education and youth's identity construction - two incompatible projects? In Deborah Corrigan, Justin Dillon & Richard Gunstone (Eds.), *The reemergence of Values in the Science Curriculum*. (pp. 231-248). Rotterdam: Sense Publishers.
- Solga, Heike & Pfahl, Lisa** (2009). Doing Gender im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich. In Joachim Milberg (Hrsg.), *Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft*. (S. 155-219). Berlin: Springer.
- Stadler, Helga** (2005). *Physikunterricht unter dem Genderaspekt*. Online unter http://lise.univie.ac.at/artikel/Diss_stadler.pdf [04.01.2011].
- Suchan, Birgit; Wallner-Paschon, Christina & Schreiner, Claudia** (Hrsg.) (2010). *TIMSS 2007. Mathematik & Naturwissenschaft in der Grundschule. Österreichischer Expertenbericht*. Graz: Leykam.
- Zeyer, Albert** (2010). Motivation to learn science and cognitive style. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(2), 121-128.
- Ziegler, Albert; Dresel, Markus & Schober, Barbara** (2000). Prädiktoren des Selbstvertrauens von Mädchen und Jungen vor dem erstmaligen Chemieunterricht am Gymnasium. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 47, 66-75.

Physik

Den Blick der Physik auf die Welt verstehen – Physikalische Bildung für ALLE

Ilse Bartosch

„Physik ist schwierig!“ „Physik ist abstrakt!“ „Physik ist nüchtern!“ „Physik ist ein Fach für Burschen, die können besser logisch denken!“ „In Physik muss alles streng theoretisch begründet werden. Da zählen meine Meinungen nicht!“ So oder ähnlich antworten Schülerinnen und Schüler, wenn man sie nach dem Image von Physik fragt. (vgl. Herzog et al., 1998, S. 51; Kessels & Hannover, 2006, S. 352)

Wie entsteht das Vorurteil, dass Physik ein schwieriges, abstraktes Männerfach ist? Wie kann ich als Lehrerin, als Lehrer den Physikunterricht gestalten, damit diese Vorurteile in Frage gestellt werden?

Zahra Hazari (2009) und ihre Kollegen und Kolleginnen befragten 4000 Studierende von 34 zufällig ausgewählten US-amerikanischen Universitäten, welche Aspekte von Physikunterricht für ihre Entscheidung, Physik zu studieren, bedeutsam waren. Aus ihren Antworten und einer Reihe weiterer Untersuchungen lassen sich Möglichkeiten für die inhaltliche und methodische Gestaltung von geschlechtergerechtem Physikunterricht ableiten.

Inhaltliche Gestaltung geschlechtergerechter Lernumgebungen

1. Die Lernenden haben im Unterricht Gelegenheit, sich immer wieder zu überzeugen, dass sie physikalische Konzepte verstanden haben.
2. Die physikalischen Inhalte sind in Kontexte eingebettet, die für Mädchen wie für Burschen relevant sind.

3. Aktuelle physikalische Forschung ist Thema des Unterrichts, sowohl das Feld der Grundlagenforschung als auch das breite Feld der angewandten Forschung.
4. Schüler und Schülerinnen können ein Bild von Physik als Beruf entwickeln. Sie kennen die Chancen und Vorteile, die eine Arbeitsstelle bietet, die sich mit Physik und ihren vielfältigen Anwendungen beschäftigt.
5. Die Unterrepräsentation der Frauen im Feld der Physik wird im Unterricht diskutiert.

„Ich habe es verstanden!“ Dieser Satz hat für Mädchen und für Burschen eine andere Bedeutung (Benke & Stadler, 2001; Zohar & Sela, 2003). Während sich viele Burschen mit dem Wissen um Konzepte und korrekten Umgang mit den entsprechenden mathematischen Kalkülen zufrieden geben, geht es vielen Mädchen, aber auch einem Teil der Burschen um tiefes innerphysikalisches Verstehen. Das heißt, sie wollen verstehen, wie physikalische Sachverhalte zusammenhängen und sie wollen wissen, wie sie mit Hilfe der physikalischen Konzepte ihnen vertraute natürliche Phänomene und den technischen Alltag besser verstehen können.

Teaching for understanding gelingt, wenn sich inhaltliche Schwerpunkte gleich einem roten Faden durchziehen und den Lernenden die Gelegenheit eröffnet wird, wichtige physikalische Konzepte in vielfältigen inner- und außerphysikalischen Kontexten immer wieder anzuwenden und durchzudenken. Schüler und Schülerinnen können dann in vielfältigen Situationen ihr Wissen anwenden, um die Welt und den Blick der Physik auf die Welt immer besser zu verstehen (siehe Beitrag von Lembens in diesem Band). Kontextualisierung erlaubt darüber hinaus, dass die Interessen und Lebensumstände der Lernenden gleichberechtigt mit den fachlichen Inhalten den Unterricht bestimmen. Bei der Auswahl von Kontexten ist zweierlei zu berücksichtigen:

1. Die Unterrichtsthemen müssen sich gut mit den fachlichen Inhalten verzahnen lassen, damit der Unterricht nicht nur interessant ist, sondern für die Lernenden auch nachvollziehbar wird, wie die Physik die Welt modelliert (vgl. Müller, 2008).
2. Kontexte sind besonders sensibel im Hinblick auf die Relevanz für die Angehörigen unterschiedlicher Geschlechter, aber auch im Hinblick auf den soziokulturellen Hintergrund der Lernenden. Es ist daher wichtig, die unterschiedlichen Alltagserfahrungen der Kinder und Jugendlichen bei der Auswahl der Kontexte zu berücksichtigen, und das Bild, das die Physik von der Welt zeichnet, mit den subjektiven Werten und Lebensentwürfen der Schülerinnen und Schüler in Beziehung zu setzen (siehe Beitrag von Bartosch & Lembens in diesem Band).

Kontexte für geschlechterinklusive Unterricht

1. Naturphänomene sowie sinnlich unmittelbar ansprechende Phänomene, die mit einer emotional positiv getönten Komponente verbunden sind, über die man staunen kann oder die zu einem Aha-Erlebnis führen.
2. Bezüge zum eigenen Körper.
3. Anwendungen im Alltag, aber nur dann, wenn alle Jugendlichen unabhängig von Geschlecht und soziokulturellem Hintergrund auf Erfahrungen zurückgreifen können, die sie tatsächlich gemacht haben.
4. Gesellschaftliche Bezüge, vor allem dann, wenn eine direkte Betroffenheit angesprochen wird

(z.B. Umweltthemen) und Wege aufgezeigt werden, wie physikalisches Wissen dazu beiträgt, den Alltag und das Leben der Menschen zu verbessern.

5. Aspekte, die zum Verständnis der eigenen Rolle in der Welt beitragen („Facts of Life“ – z.B. Astronomie; Fragestellungen der Physik, die Weltbilder thematisieren und in die Philosophie hineinreichen).
6. Wissenschaftshistorische und wissenschaftstheoretische Bezüge, die erhellen, dass die physikalische Sicht auf die Welt eine menschliche Tätigkeit ist, die durch soziale, politische und gesellschaftliche Kräfte beeinflusst und historischen Veränderungen unterworfen ist. Dabei eröffnet sich die Möglichkeit, die Ursachen für das Klischee, dass Physik eine ‚western white male science‘ ist, zu analysieren.

Physik als Beruf wird im Unterricht häufig im Rahmen der Biographien herausragender Forscher*innen thematisiert. Sieht man von Marie Curie und Lise Meitner ab, sind das allerdings meist Männer. Will man vermeiden, dass der Eindruck verstärkt wird, dass Physik ein Beruf für geniale Männer ist, sind zwei Aspekte wichtig:

1. Schüler und Schülerinnen haben Gelegenheit, sich im Unterricht mit dem Thema „Technik und Physik sind Männersache“ auseinanderzusetzen, und sie müssen einen eigenen Standpunkt dafür beziehen können (Winheller, 2005). Die von Anja Lembens in diesem Band beschriebenen gezeichneten Versuchsprotokolle (S. 42f.) können auch im Physikunterricht eingesetzt werden, um die Rolle von Geschlechterklischees mit den Lernenden zu diskutieren.
2. Physik wird nicht ausschließlich als der Forschung vorbehaltenes Berufsfeld dargestellt, das Hingabe an die Physik voraussetzt. Lenkt man die Aufmerksamkeit auf den breiten Bereich der angewandten Physik, dann wird eine breite Palette von Tätigkeiten sichtbar. Jugendliche, denen es wichtig ist, in ihrem Erwachsenenleben gut zu verdienen, oder junge Frauen und Männer, die ihre Zukunft in einer Tätigkeit sehen, die die Lebensqualität der Menschen verbessert, finden dann eine Identifikationsmöglichkeit (Krogh & Thomsen, 2005).

Methodische Gestaltung geschlechtergerechter Lernumgebungen

- Unterrichtssituationen werden so inszeniert, dass die Kinder und Jugendlichen Anerkennung für ihre Kompetenzen erfahren (vgl. Häußler et al., 1997; Bartosch, 2008).
- In Klassengesprächen achten Lehrkräfte auf eine angemessene Wartezeit zwischen Frage und Antwort. Schüler und Schülerinnen haben Gelegenheit, unterschiedliche Meinungen zu äußern und zu diskutieren, ohne dass ihre Antworten sofort als richtig und falsch bewertet werden (vgl. Baker, 1998).
- Kleingruppenarbeit und kooperative Lernformen werden regelmäßig eingesetzt. Die Ergebnisse werden im Klassengespräch aufgearbeitet, das durch die Lehrkraft wertschätzend gesteuert wird. Für erfolgreiche Gruppenarbeit ist allerdings Voraussetzung, dass die Schülerinnen und Schüler gelernt haben, kooperativ zu arbeiten, und die Rollen in der Gruppe bewusst gewechselt werden (vgl. Bartosch, 2008; Stadler, 2005b).
- Peer Tutoring: Die Lernenden können manchmal in die Rolle der Lehrenden schlüpfen (vgl. Hazari et al., 2009).

- **Untersuchendes Lernen** ist aktivierend und fördert die Motivation (vgl. Herzog et al., 1998; Hoffmann, Häußler & Peters-Haft, 1997). Voraussetzung ist allerdings, dass die Untersuchungen Anlass zum Argumentieren geben (vgl. Hazari et al., 2009) und sinnvoll in den Unterricht eingebettet sind (vgl. Tesch & Duit, 2004).
- **Vorzeitige Abstraktion** wird im Unterricht **vermieden**. Es wird sichergestellt, dass den Formeln ein qualitatives Verständnis der Begriffe und ihrer Zusammenhänge vorausgeht. Die Notwendigkeit und der Nutzen quantitativer Größen werden verdeutlicht (vgl. Häußler et al., 1997; Herzog et al., 1998).
- **Vorträge und Projektarbeiten**, bei denen die Lernenden Freiräume für Eigeninitiative haben, sind motivations- und leistungsfördernd (vgl. Herzog et al., 1998; Bartosch, 2008).
- **Prüfungs- und Bewertungsmethoden** gehen auf Zusammenhänge, Hintergründe und Anwendungen ein und geben sich nicht mit auswendig gelernten Begriffen oder Formeln zufrieden (vgl. Zohar & Sela, 2003).

Die methodischen Empfehlungen weisen auf die Bedeutung von Methodenvielfalt, auf das Wechselspiel zwischen Differenzierung in Einzel-, Paar- und Kleingruppenarbeit und auf die Zusammenführung der Lernerfahrungen im Klassengespräch hin. Nahezu alle Anregungen räumen den Lernenden Zeit und einen geschützten, fehlerfreundlichen Raum ein, um ihren Ideen nachzugehen und sich mit ihren Mitschülern und Mitschülerinnen auszutauschen. Die von Anja Lembens beschriebenen Concept Cartoons (S. 43ff in dieser Broschüre) bieten auch in der Physik einen idealen Zugang.

Auf die Interaktionen kommt es an!

Für das Fachinteresse ist nicht das Sachinteresse entscheidend, sondern *personenbezogene Faktoren*. Daher ist ein bedeutender Faktor, der zu Asymmetrien führt, in der Selbstwahrnehmung der Mädchen und den Zuschreibungen durch Lehrkräfte, Mitschülerinnen und Mitschüler zu suchen. Das Klischee, dass Mädchen für Physik nicht begabt sind und dass Mädchen, die an Physik interessiert sind, als sozial unattraktiv gelten, wird durch eine Vielzahl zum Teil unbewusster Interaktionen im Unterricht genährt. Sie unterminieren Konzepte für geschlechtergerechten Unterricht auf der inhaltlichen und methodischen Ebene (vgl. Beiträge von Bartosch & Lembens sowie Lembens in diesem Band).

Das **fragend-entwickelnde Gespräch** zwischen der Lehrkraft und den Lernenden, das den Physikunterricht in Österreich methodisch dominiert, verlangt von den SchülerInnen, dass sie sich in das Skript der Lehrenden eindenken können. Erfolgreich ist, wer telegrammstilartig die passenden Fachtermini zur Verfügung stellt. Das kommt dem Alltagssprachgebrauch von Burschen mehr entgegen, weil physikalisch-technische Begriffe als Statussymbole von Männlichkeit in ihrem Sprachschatz oft fest verankert sind. Obwohl das dahinterliegende Physikwissen oft oberflächlich ist, gelingt es ihnen trotzdem regelmäßig, positives Feedback von den Lehrkräften zu erhalten. Auch von ihren Mitschülern und Mitschülerinnen werden sie als interessierter und kompetenter in Physik wahrgenommen, als es ihren tatsächlichen Fähigkeiten entspricht. Sie werden so in ihrer Selbstwahrnehmung bestärkt, „gute Physiker“ zu sein. Das tieferegehende

Bedürfnis nach Verständnis vieler Mädchen (aber auch eines Teils der Burschen) wird im traditionellen fragend-entwickelnden Unterricht jedoch oft nicht wahrgenommen, nicht beantwortet, aber auch nicht wertgeschätzt. Aus der Aufmerksamkeit und den Rückmeldungen der Lehrkräfte können Mädchen häufig nicht schließen, als physikalisch kompetent wahrgenommen zu werden. Gibt es dann auch kein Gegenüber, etwa im familiären Umfeld, das an die Begabung der Mädchen glaubt und sie unterstützt, dann wird es für sie schwierig, eine positive physikbezogene Identität aufzubauen.

In den folgenden Beispielen von Unterrichtsszenen wird sichtbar gemacht, wie das Vorurteil, dass Physik ein männliches Fach ist, in den Interaktionen auf mannigfache Weise ins Spiel gebracht wird. Im Anschluss an jede Fallgeschichte werden Alternativen entwickelt, wie die Situationen gestaltet werden können, damit der Unterricht den Mädchen Gelegenheit bietet, sich von ihrer Kompetenz in Physik zu überzeugen und eine positive Beziehung zum Fach aufzubauen.

Stundenwiederholung

Der Lehrer, Herr E., ruft Sandra, ein Mädchen, das in der letzten Reihe sitzt, zur Stundenwiederholung. Er fragt: „Kannst du uns erzählen, womit wir uns das letzte Mal beschäftigt haben? Welchen Versuch haben wir gemacht?“ Die Schülerin beginnt stockend zu sprechen: „Wir haben die Temperatur gemessen ... und die Zeit ...“ Herr E. fragt: „Wozu haben wir den Versuch gemacht? Was wollten wir denn herausfinden?“ Sandra gibt keine Antwort. Viele Buben zeigen bereits auf, zum Teil sehr vehement. Herr E. fragt daher einige der aufzeigenden Buben, ersucht einen Schüler, das Heft zu schließen. Einige der Schüler, die sich gemeldet hatten, erklären, welches Experiment durchgeführt und was damit herausgefunden wurde. Der Leh-

rer fragt dazwischen noch einmal Sandra: „Wofür wurde denn die elektrische Energie verwendet?“ Wieder kann sie keine zufriedenstellende Antwort geben. Der Lehrer nimmt dann wieder einen Burschen dran, der sich meldet.

Herr E. fährt mit der Wiederholung fort. Er fragt: „Was wollten wir eigentlich messen?“ Die Schüler antworten: „Leistung“, „Energie“, „Zeit“. Der Lehrer fragt noch einmal: „Welche Größe?“ Daraufhin die Schüler: „Temperatur“, „Kilojoule pro Kelvin“. Wiederrum fragt Herr E. dazwischen: „Wie war denn die Überschrift?“ Sandra, das Mädchen, das ursprünglich zur Wiederholung gerufen wurde, zeigt auf und antwortet: „Die spezifische Wärmekapazität“.

Beispiel 1

Stundenwiederholung zur spezifischen Wärmekapazität in einer dritten Klasse (7. Schulstufe)

Die Szene zeigt eine Situation, die typisch für österreichischen Physikunterricht ist: Die Stunde beginnt mit einer sehr offenen Frage, die Anschluss an die letzte Physikstunde herstellen will. Die Wiederholung ist eine Prüfungssituation, für die die Lernenden mehr oder weniger gut vorbereitet sind. In der konkreten Szene wird ein Mädchen – Sandra – zur Wiederholung gerufen, das sich nicht freiwillig zu dieser ‚Miniprüfung‘ gemeldet hat. Die Frage, mit der der Lehrer die Wiederholung beginnt, ist zunächst sehr offen und lädt ein, über die letzte Stunde zu erzählen. Allerdings konkretisiert der Lehrer seine Eingangsfrage dann sofort auf die Beschreibung des Experiments, das in der letzten Physikstunde durchgeführt wurde. Er beginnt durch sehr konkrete weitere Fragen das Gespräch stark zu lenken, wohl mit der Absicht, die Schülerin zu unterstützen. Mag sein, dass Sandra sich nicht sehr gut an den Verlauf der letzten Stunde, genauer an den Versuch,

erinnern kann, mag sein, dass sie sich auch nicht explizit vorbereitet hat. Es könnte aber auch sein, dass die enge Führung der Wiederholung durch den Lehrer die Schülerin verwirrt, weil sie mit ihrem Konzept für die Wiederholung nicht übereinstimmt. Es lässt sich nicht entscheiden, ob sie nicht nachvollziehen kann, wie die Messungen, die durchgeführt wurden, mit dem theoretischen Hintergrund zusammenhängen, oder ob sie, durch die Zwischenfragen des Lehrers verunsichert, die Wiederholung nicht fortzusetzen vermag. Vielleicht irritiert sie auch die Atmosphäre in der Klasse – die vielen Mitschüler, die „*sich vehement zu Wort melden*“ – und bei Sandra ein Gefühl der Hilflosigkeit entstehen lassen könnten, das Gefühl, im Vergleich zu den anderen in Physik wenig kompetent zu sein.

Betrachtet man die Wortmeldungen der Buben, so haben sie zum Teil den Charakter von *trial-and-error*-Antworten. Viele Schüler bieten eher wahllos eine Reihe von Größen und Einheiten an. Auf die Frage nach der Überschrift kann nun jene Schülerin, die der Lehrer ursprünglich für die Wiederholung ausgewählt hat, die korrekte Antwort geben. Es scheinen die Themen, die Überschriften, nicht die Experimente zu sein, die für sie die Inhalte strukturieren. Für die Burschen hingegen scheint das Beherrschen von Fachvokabeln bedeutsam zu sein.

Statt Fachbegriffquiz – Anerkennung von Lernschwierigkeiten und Unterstützung von verstehensbasierten Lernprozessen

Die ‚Miniprüfung‘ Stundenwiederholung schränkt oft auf Reproduktion von Inhalten und Fachtermini ein. Gerade die Wiederholung könnte aber dazu verwendet werden, anhand desselben Inhalts eine Reihe anderer Kompetenzen in unterschiedlichen Sozialformen zu trainieren.

Weiters zeigt die Miniprüfung sehr deutlich, welche impliziten Rückmeldungen Mädchen und Burschen erhalten. Während Sandra – zu Recht oder zu Unrecht – den Eindruck mitnimmt, nicht kompetent in Physik zu sein, gelingt es den Burschen, durch mehr oder weniger beliebiges Einwerfen von Fachbegriffen zu punkten.

Die Bedeutung der Überschrift für Sandra weist darauf hin, dass die Gestaltung des Beginns der Stunde, bzw. der erste Satz, der auf der Tafel oder im Heft steht, für viele Lernende orientierende Bedeutung hat. Die explizite Formulierung des Ziels der Stunde am Beginn oder die implizite Fokussierung auf das Stundenziel, etwa durch eine Frage, ist daher von großer Wichtigkeit.

Alternativen für Stunden- wieder- holungen

Je nach Zielsetzung, sind für die Gestaltung der Wiederholung folgende Alternativen denkbar:

- Es könnte eine konkrete Frage gestellt werden, die an das Experiment der letzten Stunde anschließt und die Überleitung zu dem in dieser Stunde relevanten Inhalt herstellt.
- Sinnvoll könnte auch eine kurze Vorbereitungszeit sein und der Auftrag, ein Kurzreferat zur Frage vorzubereiten.
- Ist die Frage weiterführend, könnte der Austausch mit einem Mitschüler oder einer Mitschülerin in der Vorbereitungszeit die Selbstsicherheit stärken.
- Ergänzend könnten jene Fachbegriffe angegeben sein, die in dem Kurzvortrag enthalten sein sollen.

- Als Gedächtnisstütze, um sich das Experiment zu vergegenwärtigen, könnten die verwendeten Experimentiermaterialien bereitliegen oder eine Abbildung projiziert werden.
- Der Ausgangspunkt für die konkrete Wiederholung könnte aber auch die bewusst unpräzise Frage sein: „Brauche ich mehr Energie, um Wasser oder Öl zu erhitzen?“ Eine erste Antwort könnte dann auf den Alltag Bezug nehmen und zu einer Hypothese führen, die dann Ausgangspunkt für die Planung des experimentellen Settings ist.
- Es könnten aber auch Messergebnisse zur Verfügung gestellt werden, die analysiert und interpretiert werden sollen. Dadurch ergeben sich Möglichkeiten zur Förderung verschiedener Kompetenzen, die für selbstständige Experimentieren wichtig sind: Fragen stellen – Hypothesen aufstellen – modellieren und planen – analysieren – interpretieren.
- Will man den Fokus explizit auf das physikalische Modellieren von Vorgängen in der Natur durch Kenngrößen legen, so bietet sich folgender Einstieg in die Wiederholung an: „Die Physik beschreibt Vorgänge durch Größen, die man messen kann, um berechnen und vorhersagen zu können, wie Prozesse ablaufen. Welche Größen sind wichtig, wenn ich wissen will, wie viel Energie nötig ist, um einen Stoff zu erwärmen?“

In der Aufarbeitung im Klassengespräch ist jedenfalls wichtig, dass die Schülerin oder der Schüler Raum zum Sprechen bekommt, ohne durch die drängende Konkurrenz der Mitlernenden oder die Fragen, die den Erwartungen der Lehrperson folgen, im eigenen Gedankengang irritiert zu werden. Die Lehrkraft bekommt auf diese Weise Einblick in die Vorstellungen der Lernenden. Ihr eröffnet sich so auch die Möglichkeit, individuelle Lernschwierigkeiten auszuräumen.

Klassengespräche

Die folgende Szene findet in einer Stunde zur additiven und subtraktiven Farbmischung statt. Im Anschluss an die Diskussion eines Experiments zur additiven Farbmischung initiieren Burschen einen Schwenk der Diskussion auf farbig leuchtende Gase in Reklameröhren:

Marie fragt: „Wie kann man ein Gas aufdrehen?“
 Der Lehrer, Herr Z., erklärt, dass die Elektronen, die durch das Gas geschickt werden, die Atome zum Leuchten bringen. Marie resümiert: „Das Gas ist zuerst durchsichtig, verändert aber dann seine Farbe, und wenn man nichts mehr durchschickt, ist es wieder durchsichtig.“
 Im Anschluss an den Exkurs zu den farbigen Reklameröhren bringen die Burschen das Thema Laser und seine Farben auf. Sie fragen, ob Laser immer rot sein muss. Ein Bub wendet ein, dass bei der Blue Disc, die sein Vater hat, der Laser nicht rot sei. Es entsteht eine Diskussion über die Preise von Blue Discs und ihre Vorteile. Der Lehrer gibt die fachlichen Informationen dazu. Die Mädchen hören bei dieser Diskussion zu.

meröhren bringen die Burschen das Thema Laser und seine Farben auf. Sie fragen, ob Laser immer rot sein muss. Ein Bub wendet ein, dass bei der Blue Disc, die sein Vater hat, der Laser nicht rot sei. Es entsteht eine Diskussion über die Preise von Blue Discs und ihre Vorteile. Der Lehrer gibt die fachlichen Informationen dazu. Die Mädchen hören bei dieser Diskussion zu.

Beispiel 2

Unterricht über additive Farbmischung in einer dritten Klasse (7. Schulstufe)

In dieser Szene dominieren die Fragen der Lernenden das Geschehen. Sie wollen das Gesehene mit ihrem Alltag in Verbindung bringen. Während die Burschen neue Diskussionsthemen – eher assoziativ – einbringen, will Marie ein Verständnisproblem lösen: Für Marie scheint die Möglichkeit, dass man Gase ähnlich wie eine Glühlampe „aufdrehen“ kann, dass man sie zum Leuchten bringen kann, wenn man einen Schalter aufdreht, im Widerspruch zu ihren Alltagsvorstellungen

von Gasen zu stehen. Sie nimmt diese Schwierigkeit wahr und will sie mit Hilfe des Lehrers lösen. Der Lehrer gibt seine Erklärung allerdings nicht auf der phänomenologischen Ebene, auf der Marie ihre Frage stellt, sondern wechselt in die Ebene der mikrophysikalischen Erklärung des Leuchtens von Gasen. Er stellt den Fragen in der Alltagssprache der Lernenden Antworten auf der Ebene der Fachsprache gegenüber und verändert zusätzlich das Abstraktionsniveau. Marie nimmt nur einen Teil dieser Erklärung auf – Gase sind nicht immer durchsichtig, sondern können eine Farbe *haben*, wenn man „*etwas*“ durch sie durchschickt. Es scheint weder die Verwendung der Vokabeln *Elektron* und *Atom* noch der Mechanismus der Entstehung von Licht, das wir als farbig wahrnehmen können, für ihr Verstehen von Farben und Eigenschaften von Gasen relevant zu sein. Die Antworten des Lehrers führen jedoch nicht nur von der Frage der Schülerin weg, sondern machen eine Hierarchie deutlich, die unter anderem durch das Beherrschen einer speziellen Sprache charakterisiert wird und darüber hinaus auf einer abstrakten Ebene stattfindet, die der Alltagserfahrung nicht zugänglich ist. Dadurch könnte der Eindruck genährt werden, dass Physik ein abstraktes, schwieriges Fach ist, das nicht leicht zu verstehen ist.

Der zweite Themenwechsel hat einen durchgängig anderen Charakter. Ging es Marie um vertieftes Verstehen, so scheint es den Burschen nur zum Teil um die Klärung des fachlichen Hintergrunds zu gehen. Wichtiger scheint, dass sie ihr Wissen um die neuesten Technologien einbringen und zeigen können, dass sie den relevanten technischen Sprachschatz beherrschen, um in einer *Männerunterhaltung* mithalten zu können. Es geht weniger um die Aushandlung von Bedeutung, als um das Verhandeln einer Rangordnung unter Verwendung von Symbolen, die als Ausdruck von Männlichkeit verstanden werden können. Dadurch wird die Gefahr abgewendet, dass die Burschen durch Aufgeben ihrer Sichtweise in eine unterlegene Situation gegenüber dem Lehrer gelangen. Allerdings werden auch Lernprozesse im Sinn einer Restrukturierung des physikalischen Wissens oder einer Ausdifferenzierung des Selbstbildes verhindert. Vielmehr ziehen die Burschen aus der – stereotypen – Identifikation mit technisch potenten Männern in ihrem familiären Umkreis Gewinn, weil sie sich nun als gleichwertig mit dem Lehrer oder auch als überlegen phantasieren können. Bemerkenswert ist auch, dass die Diskussion zur Thematik der Farbe von Laser in der Burschengruppe ausgetragen wird, die Mädchen sind Zuhörerinnen.

Statt Inszenierung der Verflechtung von Physik und Männlichkeit – Dialog auf gleicher Augenhöhe und Anerkennung der mitschwingenden symbolischen Bedeutungen

Die Szene aus Beispiel 2 skizziert unterschiedliche Ansprüche an Verstehen und macht deutlich, wie die wechselseitige Verflechtung von Physik und Männlichkeit inszeniert wird. Gleichzeitig entsteht der Eindruck, dass Physik schwierig und abstrakt ist.

Das Klassengespräch weicht von der typischen fragend-entwickelnden Situation ab. Den Fragen der Lernenden wird Raum gegeben. Der Lehrer folgt ihnen. Allerdings bleibt das Gespräch sternförmig, es spielt sich zwischen dem Lehrer – als Wissendem – und den neugierigen Lernenden und Nichtwissenden ab. In das Gespräch werden andere Mädchen und Burschen kaum einbezogen. Die Asymmetrie des Zugangs zur Welt der Physik wird durch die abstrakte Erklärung des Lehrers weiter verstärkt.

Alternative zum Klassengespräch

Eine Alternative wäre, die Frage von Marie an die Klasse weiterzugeben, sich kundig zu machen, wie sich die anderen Mädchen und Burschen das Leuchten von Gasen erklären, und mit diesem ‚Stoff‘ dann die Diskussion weiterzuspinnen. Dafür könnte die Sozialform gewechselt werden: In Kleingruppen soll eine ‚Theorie‘ erstellt werden, wie sich die Jugendlichen das Leuchten von Gasen erklären, sobald man Spannung anlegt. Die Lehrkraft kann sich dann ein Bild machen, welche Alltagsvorstellungen zur Erklärung herangezogen werden und auf welchem Abstraktionsniveau sie ihre Antwort formulieren muss.

Im Gespräch um die möglichen Farben von Laser geht es nur vordergründig um Physik. Laser und Blue Disc werden in dieser Situation als Statussymbole verwendet, um Männlichkeit abzuhandeln, ein wohl brennendes Thema für Schüler der 7. Schulstufe. Der Lehrer nimmt die doppelten Botschaften nicht auf, er bleibt auf der fachlich-physikalischen Ebene.

Um die Verknüpfung von Männlichkeit und Physik hier zu überwinden, wäre es wichtig, dass der Lehrer beide Ebenen der Botschaft hört und in seiner Antwort die beiden Ebenen trennt, ohne dabei die symbolische Botschaft abzuwerten, denn das würde einer Abwertung der noch fragilen männlichen Identität gleichkommen. Die physikalische Antwort könnte kurz gehalten werden, auf der Ebene der symbolischen Botschaft wäre es wichtig, durch eine kurze Bemerkung, vielleicht auch nur Andeutung, den Jugendlichen zu zeigen, dass man ihren Wunsch, erwachsen zu sein – elektronische Geräte zu besitzen wie die Erwachsenen – versteht und anerkennt.

Frau M. fragt, womit sich denn die Optik beschäftigt. Primär Schüler und wenige Schülerinnen antworten durch Zuruf. Der erste Zuruf ist „Brille“, es folgen optische Instrumente, wie Fernrohr, Feldstecher, Lupe, aber auch Linsen, Farben, Regenbogen. Anschließend schreibt die Lehrerin zwei Fragen an die Tafel, die die Schülerinnen und Schüler in Gruppen zu drei bis vier Lernenden diskutieren sollen. Die Fragen lauten:

- Warum sehen wir Körper?
- Was ist dafür nötig?

Karin dreht sich zu Anna. Sie sprechen sehr leise. Karin nennt das Auge. Anna ergänzt Bildumkehr – das Hirn muss das, was das Auge sieht, umkehren, damit es mit der Realität übereinstimmt. Karin: „Farbsehen“. Anna fragt: „Warum ist dein Pullover blau und nicht weiß?“ Sie spielt dabei mit dem Bändchen, das den Halsausschnitt von Karins Pullover schließen kann, im Moment aber lose herunterhängt. Karin wendet sich ab und meint,

dass sie beide nun mit Jana und ihrer Nachbarin in der zweiten Reihe weiter austauschen sollten, was sie zu den beiden Fragen denken. Die Diskussion um Schwarz-Weiß-Sehen und Farbsehen und die entsprechenden funktionellen Einheiten im Auge beendet Jana, da sie meint, durch die Licht-Dunkeladaptation gäbe es da ohnehin keinen Unterschied.

In der anschließenden plenaren Diskussion bringen viele Burschen ihre Gedanken ein, wesentlich weniger Mädchen. Von den Burschen wird im Zusammenhang mit dem Gegenstandssehen die Reflexion genannt. Bei diesem Aspekt verweilt die Lehrerin. Durch lenkende Fragen wird das Thema Sichtbarkeit von Körpern bearbeitet: Körper sind sichtbar, wenn sie Licht aussenden, Licht reflektieren oder streuen.

Dann schaltet Frau M. einen Laserpointer an ihrem Schlüsselanhänger ein und leuchtet auf die Rückwand. Ein roter Punkt wird sichtbar. Einige Schü-

Beispiel 3

Einführung in die Optik – Sichtbarkeit von Körpern in einer 4. Klasse (8. Schulstufe)

ler erzählen, wo sie einen ähnlichen Laserpointer im Alltag schon gesehen haben. Ein Schüler aus der letzten Reihe meint, ob sie ihm mit dem Laserpointer nicht direkt ins Auge leuchten möchte. Frau M. entgegnet, dass das nicht sehr gesund für das Auge ist, wenngleich die Leistung des Pointers schwach ist. Ein anderer Schüler ergänzt, dass er jetzt weiß, warum er schlecht sähe, weil ein Freund/Mitschüler/Bruder (? er nennt einen Männernamen) ihm immer mit dem Laserpointer ins Auge leuchtet. Die Lehrerin meint scherzhaft, dass das wahrscheinlich nicht die Ursache seiner Fehlsichtigkeit sein wird.



Die Lehrerin legt dann eine Folie auf den Overheadprojektor, die zwei analoge Zeichnungen einer lesenden Person zeigt und eine Lampe darstellt. Auf dem ersten Bild geht ein Pfeil von der Person zum Buch, der andere von der Lampe zum Buch. Im zweiten Bild geht ein Pfeil ebenfalls von der Lampe zum Buch, der zweite Pfeil vom Buch zur Person.



Frau M. fragt, warum man den Strahl nicht sieht. Einige Schüler erläutern, warum man den Punkt an der Wand sieht, es gibt aber keine Erklärungen für die Unsichtbarkeit des Strahls. Ein Schüler meint, dass Staub Lichtstrahlen sichtbar macht. Daraufhin streut die Lehrerin etwas Bärlappsporen mit einem Salzstreuer in den Strahl und macht ihn so sichtbar, dabei erläutert sie, dass die Sporen ähnlich wie Staub das Licht reflektieren, in eine andere Richtung ablenken, sodass der Strahl sichtbar wird. Ein Bursche meint: „Licht braucht etwas, um sich bemerkbar zu machen.“ Während dieser Unterrichtsphase sind Anna und Karin zu Frau M. gedreht und hören aufmerksam ihren Ausführungen zu, beteiligen sich aber an den Gesprächen nicht.

Frau M. fragt, warum man den Strahl nicht sieht. Einige Schüler erläutern, warum man den Punkt an der Wand sieht, es gibt aber keine Erklärungen für die Unsichtbarkeit des Strahls. Ein Schüler meint, dass Staub Lichtstrahlen sichtbar macht. Daraufhin streut die Lehrerin etwas Bärlappsporen mit einem Salzstreuer in den Strahl und macht ihn so sichtbar, dabei erläutert sie, dass die Sporen ähnlich wie Staub das Licht reflektieren, in eine andere Richtung ablenken, sodass der Strahl sichtbar wird. Ein Bursche meint: „Licht braucht etwas, um sich bemerkbar zu machen.“ Während dieser Unterrichtsphase sind Anna und Karin zu Frau M. gedreht und hören aufmerksam ihren Ausführungen zu, beteiligen sich aber an den Gesprächen nicht.

Die Erfahrungen, die die SchülerInnen zur Optik assoziieren, beziehen sich auf viele jener Alltagsgegenstände und Naturerscheinungen, die der Physikunterricht in der vierten Klasse physikalisch erschließen will. Frau M. gestaltet den Einstieg in das Thema Sichtbarkeit von Körpern so, dass alle Lernenden in einem geschützten Raum Gelegenheit haben, sich Gedanken zu machen und sich mit ihren Klassenkollegen und Klassenkolleginnen auszutauschen. Sie stellt dazu zwei konkrete Fragen, die sie auf der Tafel gleichsam als Arbeitsauftrag festhält.

Die vorbereitende Diskussion in der Mädchengruppe fokussiert auf das sehende Subjekt, die physiologischen Prozesse des Sehvorgangs. Das fachliche Thema wird mit der Beziehung zwischen Anna und Karin verknüpft. Mit dem Vorschlag zur Erweiterung der Dyade hebt Karin das Thema wieder auf die fachliche Ebene. Die beiden Mädchen wenden sich nach hinten und setzen das Gespräch mit Jana und ihrer Nachbarin fort. Auch in diesem vergrößerten Kreis wird die Funktionsweise des Auges diskutiert, am Thema Schwarz-Weiß- und Farbsehen. Das Gespräch wird von Jana vorschnell beendet, durch eine Zusammenfassung, die eher eine Verkürzung ist. Sie erlaubt es aber Jana, die Führung in der Gruppe zu übernehmen.

Interessant ist, dass sich die Diskussion in der Mädchengruppe inhaltlich von der anschließenden Plenardiskussion unterscheidet, an der sich mehrheitlich Burschen beteiligen. Während die Mädchen das sehende Subjekt und dessen Sinnesorgan zur Wahrnehmung von Licht und Farbe diskutieren, bezieht sich eine Reihe von Wortmeldungen der Burschen im Plenargespräch auf das Objekt, das gesehen werden kann, wenn es Licht *reflektiert*. Noch bevor die Mädchen ihre Überlegungen mitteilen, fokussiert die Lehrerin das Gespräch auf das entscheidende Stichwort – Reflexion –, das von einem Burschen in die Diskussion eingebracht wird. Der objektive Aspekt – die Reflexion des Lichts an Körpern –, den auch der traditionell an der Fachsystematik orientierte Physikunterricht an die Spitze stellt, dominiert nun das Gespräch – und damit gehört die ‚Bühne‘ den Burschen und die Mädchen werden zu Zuhörerinnen.

Das Einschalten des Laserpointers scheint das Klassengespräch weiter in der Burschengruppe zu konzentrieren, die auf der linken Seite der Klasse sitzt. Es ist ein persönlicher Alltagsgegenstand der Lehrerin, ein Schlüsselanhänger. Frau M. wird dadurch für die Burschen als Person interessant. Ein Wortspiel entsteht, das sich auf der manifesten Ebene um die Gefährlichkeit von Laserstrahlen für die Augen dreht, das aber auf der latenten Ebene wohl unausgesprochene Wünsche enthält, als junger Mann wahrgenommen zu werden.

Diese frühe Wendung des Gesprächs zu den manifesten und latenten Themen der Burschen führt dazu, dass sich die Balance der Beteiligung der beiden Geschlechtergruppen am Unterrichtsgespräch in dieser Stunde zugunsten der Burschen verschiebt. Nicht nur Karin und Anna sind Zuschauerinnen und Zuhörerinnen des Gesprächs, das sich auf der Sachebene und auch auf der Beziehungsebene zwischen den Burschen und Frau M. abspielt.

Erst als die Lehrerin die Folie mit den beiden Bildern auf den Projektor legt, entsteht die Gelegenheit für die Mädchen, an ihre Gespräche in der Kleingruppe anzuschließen. Wieder ergreift ein Bursche – ohne sich zu melden – das Wort. Allerdings erteilt die Lehrerin Anna das Wort, um das Bild zu erläutern. In den beiden Bildern treffen die Themen der Mädchen und der Burschen aufeinander – die Verbindung zwischen dem Objekt, das gesehen wird, weil es Licht reflektiert, und dem Subjekt, das das Objekt sehen kann, weil dieses Licht in sein Auge dringt.

Statt Einführung in der Tradition der fachlichen Gewohnheiten – Unterschiedlichen Sichtweisen Raum geben

Die Unterrichtsszene ist sehr vielschichtig und vielfältig konzipiert. Das Klassengespräch wechselt mit kurzen Diskussionen von Fragestellungen in der Kleingruppe ab. Kleingruppenarbeit bietet den Schülerinnen einen geschützten Raum für physikalische Diskussionen, an denen sie sich im Plenum meist nicht so offen beteiligen würden.

Das Klassengespräch beginnt zwar sehr offen, wird aber dann ab dem Stichwort ‚Reflexion‘, deren Erörterung wohl die Lehrerin an diesem Punkt geplant hat, eng geführt. Plötzlich wird der sehr unterschiedliche Zugang der Mädchen und Burschen zur Physik offenbar. Da für die Mädchen die Beziehung des Menschen mit der Natur im Vordergrund steht, für die Burschen die Beschreibung der Natur, bleibt das Wissen der Mädchen unsichtbar, weil es vom traditionellen Skript des Physikunterrichts abweicht.

Die alternative Handlungsweise liegt auf der Hand: Die Gelegenheit, den Fokus auf das gesehene Objekt und das sehende Subjekt zu richten, müsste offen bleiben, dann sind beide Sichtweisen gleich bedeutungsvoll und die Gesprächssituation bleibt symmetrisch.

Darüber hinaus bieten die Jugendlichen eine Reihe von Kontexten an, von denen ausgehend unterschiedliche Aspekte der Optik beleuchtet werden können (Funktionsweise des Auges, Fehlsichtigkeit, Regenbogen, optische Geräte für einen Ausflug in die Geschichte der Physik, um die Wechselwirkung zwischen technischen Möglichkeiten und Erweiterung physikalischer Erkenntnis zu thematisieren, ...).

Ähnlich wie in Beispiel 2 löst der Laser bei den Burschen Assoziationen rund um Männlichkeit aus – in diesem Fall werden sie in Relation zu einer weiblichen Lehrerin anders thematisiert. Der Lehrerin gelingt es in dieser Situation nicht nur, die mitschwingende symbolische Situation wahrzunehmen, sondern auch, sie mit einem Scherz so aufzulösen, dass sich der Schüler auf der symbolischen Ebene verstanden fühlt, ohne dass der rote Faden des Fachunterrichts durchbrochen wird.

Klassengespräche

Beispiel 4 Geschlechter- heterogene Gruppenarbeit in einer 4. Klasse (8. Schulstufe)

Eva experimentiert gemeinsam mit Christa und Richard in einer Gruppe zum Thema Selbstinduktion: Richard hat beim Schaltungsaufbau die führende Rolle. Steckplatte und Kästen stehen vor ihm auf dem Platz. Christa arbeitet mit, eher assistierend und kommentierend. Eva holt die Kabel und sieht zu. Alle drei tragen die jeweiligen Ergebnisse in die Anleitungen ein. Dann räumen die beiden Mädchen weg und Richard geht vom Platz und unterhält sich mit den Mädchen der Nachbargruppe.

Die Lehrerin, Frau R., fordert die Schüler und Schülerinnen nach dem Experimentieren auf, die Protokolle zu schreiben, und gibt ihnen dafür eine knappe Viertelstunde Zeit. Eva, Richard und Christa verändern ihre Sitzordnung. Eva sitzt in der Mitte, sie hat ein weißes leeres Blatt vor sich liegen, Richard rechts von ihr und Christa links von ihr. Eva schreibt die Überschrift mit grünem Filzstift in Blockbuchstaben. Dann vereinbaren sie, dass Richard die Schaltskizzen zeichnen wird. In der Zwischenzeit besprechen die beiden Mädchen auf der Basis ihrer Versuchsaufzeichnungen den Text. Als Richard fertig ist und Eva zu schreiben

beginnen will, möchte er, dass der Text: „wir haben die Schaltung nach der Anleitung aufgebaut“ in: „wir haben die Schaltskizze aufgebaut“ verändert wird. Die Einwände von Christa und Eva, die ihren eigenen Text aufschreiben wollen, unterbricht er und fordert seine Formulierung mit sprachlicher Vehemenz ein, die sich sowohl in der Lautstärke als auch in der Geschwindigkeit, mit der er redet, ausdrückt. Er unterstreicht die Bedeutung seiner Forderung, indem er steht. Es gelingt ihm, dass Eva seine Formulierung übernimmt. Sie fragt ihn dazu, wie er genau den Text möchte und Richard kontrolliert, indem er das Blatt schräg legt und das Blatt mit den Fingern der rechten Hand fixiert. Auch mit dem Vorschlag von Christa: „Da die Spannung zu gering war, leuchtete die Glimmlampe nicht“, ist er nicht einverstanden. Er möchte stattdessen die Formulierung: „Da die Glimmlampe nicht leuchtete, fanden wir heraus, dass die Spannung zu gering war“. Christa möchte diesmal auf ihrem Satz beharren. Richard versucht den Unterschied zwischen den beiden Formulierungen herauszustreichen und zu argumentieren, warum seine Formulie-

zung besser ist. Auch diesmal gelingt es ihm, seine Formulierung durchzusetzen. Ab diesem Zeitpunkt bestimmt er, wie formuliert wird. Er steht, den Oberkörper etwas schräg nach rechts geneigt, mit der linken Hand noch immer das Blatt fixierend, und ‚diktiert‘, während Eva schreibt.

Während Richard beim Experimentieren die Führungsrolle hatte, deutet der Platzwechsel an, dass er sie nun abgibt und sie Eva einräumt. Evas sprachliche Kompetenz scheint in der Gruppe anerkannt zu sein. Die besondere Gestaltung der Überschrift deutet darauf hin, dass sie nicht zuletzt wegen ihrer Handschrift und formschönen Gestaltung von Protokollen geschätzt wird. Dann wird vereinbart, wie in der Folge die Arbeit verteilt werden soll: Richard möchte die Schaltskizze zeichnen. Für ihn könnte das eine Möglichkeit sein, eine bedeutende Rolle beim Protokollschreiben einzunehmen. Das Zeichnen der Schaltskizze könnte er als angemessen erachten für jemanden, der sich physikalische Fachkompetenz zuschreibt. Als dann Eva zu schreiben beginnt, reklamiert er seine Formulierungen mit Erfolg ein. Er spricht damit Eva die Kompetenz ab, physikalische Sachverhalte sprachlich adäquat wiedergeben zu können. Während sein erster Alternativvorschlag sprachlich schlichtweg schlecht war, wäre sein zweiter Änderungswunsch eine Diskussion wert gewesen: Die beiden Formulierungen: „*Da die Spannung zu gering war, leuchtete die Glimmlampe nicht*“ (Eva und Christa) versus: „*Da die Glimmlampe nicht leuchtete, fanden wir heraus, dass die Spannung zu gering war.*“ (Richard) – könnten durchaus unterschiedliche Herangehensweisen an Physik ausdrücken: Es könnte sein, dass Eva eher vom theoretischen Wissen ausgeht – also deduktive Schlüsse zieht – und Richard aus dem Experiment (naiv) induktiv auf physikalische Sachverhalte schließt. Es entsteht der Eindruck, dass Richard primär daran Interesse hat, *seine* Formulierungen durchzusetzen, vielleicht weil er von seiner physikalischen Kompetenz überzeugt ist und den Mädchen eben diese fachliche Expertise abspricht. Er legt dazu alle ihm zur Verfügung stehenden Mittel in die Waagschale – er spricht schneller, er spricht lauter, er fixiert das Blatt –, schließlich dominiert er Eva auch körperlich und degradiert sie förmlich zu seiner Sekretärin, der er den von ihm formulierten Text von oben herab diktiert.

Statt Aktualisierung des Mann-Frau-Verhältnisses und stereotyper Konnotationen – den geschützten Rahmen der geschlechterhomogenen Gruppe anbieten sowie soziale Prozesse in der Gruppe reflektieren und Argumentieren trainieren

Die skizzierte Szene weist auf die Problematik geschlechterheterogener Kleingruppen hin. In der Kleingruppe werden gerade durch die für diese Altersstufe typische Unsicherheit im Umgang mit dem anderen Geschlecht Geschlechterklischees aktiviert.

Im Vergleich zum vorhergehenden Beispiel, in dem es unter anderem ebenfalls um (fachliche) Führung in der Gruppe geht, wird auch hier eine Diskussion vorschnell abgebrochen, allerdings mit wesentlich mehr Vehemenz. Die unbewussten oder halbbewussten Erklärungsbilder im Hintergrund der Interaktionen sind aber unterschiedlich: In der geschlechterheterogenen Gruppe drängt sich das Klischee von der höheren physikalischen Kompetenz der Burschen unbewusst (!) auf. In der Mädchengruppe würde die Situation wohl damit erklärt, dass es in der Gruppe unterschiedliche Kompetenzen gibt. Der entscheidende Punkt für die Wirkmächtigkeit von Geschlechterklischees ist, dass die Situationen in der Interaktion nicht bewusst reflektiert werden.

Das Beispiel weist darauf hin, dass für Kleingruppenarbeit geschlechterhomogene Gruppen vorzuziehen sind. Werden auf Wunsch der Lernenden geschlechterheterogene Gruppen gebildet, dann ist es wichtig, dass die Lehrperson den Gruppenprozess sorgfältig betreut.

Die Ursache für den Wechsel von der fachlichen Ebene der inhaltlichen Klärung auf die Beziehungsebene in Beispiel 3 und 4 könnte auch darin liegen, dass es für die Lernenden schwierig ist, einen konstruktiven Umgang mit Konflikt und Dissens zu finden. Damit fachliche Arbeit im Kleingruppenkontext gelingt, ist es wichtig, widersprüchliche Erklärungen auf der sachlichen Ebene von der personalen Ebene zu trennen.

Für erfolgreiche Arbeit in der Kleingruppe sind daher folgende Aspekte wichtig:

Die Arbeit in Kleingruppen muss trainiert und das soziale Geschehen in Gruppen jedenfalls immer wieder zum Gegenstand der Reflexion in der Klasse gemacht werden. Eine Möglichkeit dazu wäre, anhand von Reflexionsfragen das Gelingen und die Schwierigkeiten auf den drei Ebenen SACHE – ICH – WIR/GRUPPE zu thematisieren.

Wegen der Schwierigkeit, mit Widersprüchen und Dissens umzugehen, ist es weiters wichtig, dass fachliche Argumentation trainiert und reflektiert wird:

- Concept Cartoons, wie sie von Anja Lembens in diesem Band beschrieben werden, eignen sich dafür hervorragend, weil die unterschiedlichen Positionen vorgegeben sind und damit von den Personen der Gruppe und ihren Beziehungen getrennt sind.
- Eine andere Variante schlagen Gertraud Benke und Helga Stadler (2000) vor: Schülerinnen und Schüler bearbeiten in Kleingruppen ein Problem und stellen die von ihnen gefundene Lösung im Plenum vor. Dann werden unterschiedliche Lösungen im Diskurs verteidigt, wobei die Lehrkraft die Diskussion leitet bzw. eine dritte Gruppe von SchülerInnen die Argumentation beobachtet, die Argumente einander gegenüberstellt und bewertet.

Unter welchen Umständen kann Physikunterricht gelingen, der für ALLE Jugendlichen den Horizont erweitert, mit dem sie der Welt und sich selbst begegnen?

Die Perspektivhaftigkeit des Blicks der Physik auf die Welt thematisieren

In der Lehramtsausbildung hat Physiklernen weitgehend einen fremdbestimmten Charakter. Angehenden Physiklehrkräften wird das Fach als ehernes Theoriegebäude nahegebracht, das in Lehrbüchern niedergeschrieben ist und rechnend nachvollzogen werden muss. Sie haben hingegen selten Gelegenheit, den ‚Aushandlungsprozess um gültiges Wissen in der Forschung‘ während des Studiums zu erleben.

In der Schule hingegen ist bedeutsam, verantwortlich auszuwählen, was entscheidend für die Wissensentwicklung der Lernenden ist und es in einen solchen Kontext zu verpacken, dass es für die Kinder bzw. Jugendlichen auch interessant ist. Für demokratische Partizipation in einer Welt, die von Naturwissenschaft und Technik geprägt wird, ist es darüber hinaus wichtig, zu verstehen, wie die Brille der Physik beschaffen ist, durch die sie die Welt beschreibt. In der Fachdidaktik spricht

man in diesem Zusammenhang von NOS – Nature of Science – und meint damit Wissen über

- die Person des Wissenschaftlers oder der Wissenschaftlerin, ihre Arbeit und ihre Bedingungen,
- den epistemologischen Status naturwissenschaftlichen Wissens: die Art und Weise, wie die Physik die Welt modelliert, um sie messbar und berechenbar zu machen, wie sie physikalische Konzepte entwirft und welche Bedeutung diese in der Theoriebildung haben,
- die Rolle des Experiments im Unterricht und in der Forschungspraxis,
- die naturwissenschaftliche Wissensproduktion und ihre Bedingungen. (vgl. Höttecke, 2001, S. 7)

Fokussiert man im Unterricht nicht nur auf ‚Wissen in der Physik‘, sondern auch auf ‚Wissen über die Physik‘ (vgl. PISA-Framework z.B. in Schwantner & Schreiner, 2010), dann wird der Blick der Physik auf die Welt eine von vielen (wissenschaftlichen) Möglichkeiten, die Welt zu betrachten. Der Perspektivenwechsel erlaubt es, Bedeutung, Aussagekraft und Grenzen physikalischer Welt-erklärungen nicht nur in Relation zu anderen Entwürfen von der Welt, sondern auch in Relation zu den Alltagstheorien der Kinder und Jugendlichen zu diskutieren. Dadurch eröffnet sich die Möglichkeit, den Lernenden die *„Vorläufigkeit und Individualität der eigenen Vorstellungen von der Welt bewusst“* zu machen (Bartosch, 2012, S. 112).

Den Habitus als Physiklehrkraft reflektieren

In der Ausbildung zur Physiklehrkraft eignen sich die Studierenden die fachlichen Gewohnheiten und Selbstverständlichkeiten an. Die Themen und Beispiele, in denen sich die Wissenschaft präsentiert, die Art und Weise, wie physikalisches Wissen in Vorlesungen den Studierenden nahegebracht wird, prägen auch den Physikunterricht. Sie erschweren es vielen Jugendlichen, einen Weg in die Physik zu finden. Ihre Sichtweisen und Interessen kommen im Unterricht oft nicht zur Sprache, da sie sich von den Fragen und Gebräuchen der wissenschaftlichen Gemeinschaft der Physiker und Physikerinnen unterscheiden (vgl. Bsp. 3). Der **Habitus** und die in der universitären Fachdisziplin geltenden **Werte** sind darüber hinaus von der **Geschlechterlogik** durchdrungen. Daraus resultiert eine Atmosphäre von stereotyper Männlichkeit, die den Physikunterricht prägt und zur Distanz vieler Mädchen führt. Damit Lehrkräfte Physik vermitteln können, genauer – eine Brücke zwischen der Weltsicht der Physik und der Weltsicht der Kinder und Jugendlichen bauen können –, ist es daher wichtig, die Prägung der eigenen Persönlichkeit durch die intensive Beschäftigung mit den fachlichen Inhalten während des Studiums zu reflektieren.

Die Fähigkeit zur ‚Zweisprachigkeit‘ erwerben, um auf die Assoziationen der Lernenden eine anerkennende Antwort zu finden

Wie die Fallbeispiele zeigten, ist davon auszugehen, dass Jugendlichen beim Physiklernen nicht nur Dinge durch den Kopf gehen, die unmittelbar mit den Lerngegenständen zu tun haben. Vielmehr klingen gleichzeitig Themen an, die eng mit deren adoleszenter Entwicklung verknüpft sind. Das heißt, eingewoben in die fachliche Kommunikation werden **individuelle Weltbilder UND Selbstbilder** evaluiert und weiterentwickelt. Es wird überprüft, inwieweit sich die physikalischen Konzepte eignen, die eigene noch unklare Stellung in der Welt zu erklären. Die Mädchen

und Burschen probieren aus, inwiefern der Habitus einer Physikerin oder eines Physikers zu ihnen passt. Die Interaktionsantworten jener Personen, die den Jugendlichen wichtig sind – das sind die Lehrkräfte, die Mitschüler und Mitschülerinnen, aber auch jene Personen, die ihnen im außerschulischen Leben nahestehen – sind gleichsam ein Spiegel, der ihnen signalisiert, ob die neue Verhaltensweise als zu ihnen passend anerkannt oder abgelehnt wird.

Neuere Untersuchungen (Combe & Gebhard, 2007) zeigen, dass *der spielerische Umgang mit beiden Welten* – der objektiven Welt des Physikunterrichts und der subjektiv bedeutsamen Welt – für sinnstiftendes Lernen wichtig ist. Nur dann, wenn Mädchen und Burschen an der Schwelle zum Erwachsensein den Lerngegenständen und dem Umgang mit ihnen in ihrem individuellen Symbol- und Wertgefüge Bedeutung geben können, findet das physikalische Weltbild Eingang in ihr Bild von sich selbst und der Welt.

Das heißt, es muss im Physikunterricht Raum geben, in dem die Schüler und Schülerinnen äußern können, was ihnen durch den Kopf geht, wenn sie mit physikalischen Konzepten und Phänomenen konfrontiert werden. Gelingt es den Lehrkräften, die symbolischen Assoziationen in den fachlichen Mitteilungen zu verstehen, können sie eine *zweisprachige Antwort* formulieren, die sowohl *der physikbezogenen als auch der symbolischen, personenbezogenen Ebene gerecht* wird (vgl. Beispiel 2 und 3).

Lehrende, die beide Sprachen beherrschen – die Sprache der Physik und die symbolische Sprache der Jugendlichen –, erhöhen die Chance, dass Mädchen eine physikbezogene Identität ausbilden können. Sie erlauben den Lernenden – Mädchen wie Burschen –, ihre Sicht von sich und der Welt mit der physikalischen Weltbetrachtung in Beziehung zu setzen und sie so weiterzuentwickeln.

Literatur

- Baker, Dale R.** (1998). Equity Issues in Physics Education. In Barry J. Fraser & Kenneth G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 869-895). Dordrecht: Kluwer.
- Bartosch, Ilse** (im Druck). *Entwicklung weiblicher Geschlechtsidentität und Lernen von Physik – ein Widerspruch? Physik lernen als Entwicklung physikbezogener Identität*. Münster: Waxmann.
- Bartosch, Ilse** (2012). Physikalische Bildung. In Roland Fischer, Ulrike Greiner & Heribert Bastel (Hrsg.), *Domänen fächerorientierter Allgemeinbildung* (S. 102-114). Linz: Trauner.
- Bartosch, Ilse** (2008). *Undoing Gender im MNI-Unterricht. Analyseprojekt*. Online unter http://imst.uni-klu.ac.at/imst-wiki/images/7/71/Langfassung_Bartosch2008.pdf [15.03.2009].
- Benke, Gertraud & Stadler, Helga** (2003). *Places of argumentation in physics classes*. Paper presented at the ESERA. Retrieved from <http://www1.phys.uu.nl/esera2003/programme/pdf%5C128S.pdf> [2010-07-12].
- Duit, Reinders** (2009). Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In Ernst Kircher, Raimund Girwidz & Peter Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis*. 2. Auflage. (S. 605-630). Heidelberg: Springer.
- Hazari, Zahra; Sonnert, Gerhard; Sadler, Philip M. & Shanahan, Marie-Claire** (2009). Connecting High School Physics Experiences, Outcome Expectations, Physics Identity, and Physics Career Choice: A Gender Study. *Journal of Physics Education*, 47, 978-1003.

- Herzog, Walter; Labudde, Peter; Neuenschwander, Markus; Violi, Enrico & Gerber, Charlotte** (1998). *Koedukation im Physikunterricht. Schlussbericht zuhanden des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung*. Zweite, überarbeitete Auflage. Bern: Universität Bern, Abt. Päd. Psychologie, Abt. für das höhere Lehramt.
- Höttecke, Dietmar** (2001). Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der „Natur der Naturwissenschaften“. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, (7), 7-23.
- Hoffmann, Lore; Häußler, Peter & Peters-Haft, Sabine** (1997). *An den Interessen von Mädchen und Jungen orientierter Physikunterricht*. Kiel: IPN Kiel.
- Kessels, Ursula & Hannover, Bettina** (2006). Zum Einfluss des Images von mathematisch-naturwissenschaftlichen Schulfächern auf die schulische Interessensentwicklung. In Manfred Prenzel & Lars Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Forschungsprojekts*. (S. 350-369). Münster: Waxmann.
- Krogh, Lars B. & Thomsen, Poul V.** (2005). Studying students' attitudes towards science from a cultural perspective but with a quantitative methodology: border crossing into the physics classroom. *International Journal of Science Education*, 27(3), 281-302.
- Lind, Gunter** (1975). *IPN Curriculum Physik für die Orientierungsstufe. Unterrichtseinheit OS6 „Licht und Schatten“*. Didaktische Anleitungen. Stuttgart: Klett.
- Müller, Rainer** (2008). *Physik in interessanten Kontexten*. Online unter <https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/ifdn-physik/physik-in-interessanten-kontexten-rmueller.pdf> [28.08.2012].
- Schwantner, Ursula & Schreiner, Claudia** (2010). PISA 2009. *Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Erste Ergebnisse. Lesen, Mathematik, Naturwissenschaft*. Graz: Leykam.
- Stadler, Helga** (2005a). Dualismus und Wissenschaft – Physik als männliche Domäne. In Marlen Bidwell-Steiner & Karin S. Wozonig (Hrsg.), *Die Kategorie Geschlecht im Streit der Disziplinen* (S. 206-223). Innsbruck: Studienverlag.
- Stadler, Helga** (2005b). *Physikunterricht unter dem Genderaspekt*. Online unter http://lise.univie.ac.at/artikel/Diss_stadler.pdf [01.09.2012].
- Stadler, Helga; Benke, Gertraud & Duit, Reinders** (2001). How do boys and girls use language in physics classes? In Reinders Duit (Ed.), *Research in Science Education in Europe* (pp. 283-288). Dordrecht: Kluwer Publishers.
- Stadler, Helga & Benke, Gertraud** (2003). Naturwissenschaftliches Diskutieren und Argumentieren fördern. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 14(74), 26-29.
- Tesch, Maike & Duit, Reinders** (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51-69.
- Winheller, Sandra** (2005). Deutung und Bearbeitung von Entwicklungsaufgaben aus der Perspektive des kulturellen Systems der Zweigeschlechtlichkeit. In Barbara Schenk (Hrsg.), *Bausteine einer Bildungsgangtheorie* (S. 290-303). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Zohar, Anat & Sela, David** (2003). Her physics, his physics: gender issues in Israeli advanced placement physics classes. *International Journal of Science Education*, 25(2), 245-268.

Die Unterrichtsszenen und ihre Interpretationen sind entnommen aus Bartosch (im Druck). Die Namen der handelnden Personen wurden verändert.

Seit ich mit Cocos arbeite, beteiligen sich viele, die sich vorher nicht eingebracht haben.



Mädchen und Burschen haben oft verschiedene Vorerfahrungen.

Erstaunlich, wie sich alle auf Naturwissenschaften einlassen, wenn man ihre Interessen berücksichtigt.

Gendaspekte im Unterricht zu berücksichtigen, ist eine echte Herausforderung.

Die Begabung für Naturwissenschaften hängt nicht vom Geschlecht ab.



Das ist ein wichtiges Thema, um allen Zugang zu den Naturwissenschaften zu ermöglichen.

Autorinnen

Mag.^a Heidemarie Amon

Gymnasiallehrerin für Biologie und Umweltkunde.

Lehrbeauftragte in der LehrerInnenausbildung für Biologie (Universität Wien).

Arbeitsschwerpunkte:

Aufgabenentwicklung zur Evolution, LehrerInnenaus- und fortbildung

Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Anja Lembens

Professorin für Didaktik der Chemie an der Universität Wien.

Leiterin des Österreichischen Kompetenzzentrums für Didaktik der Chemie an der Universität Wien (AECC Chemie).

Arbeitsschwerpunkte:

Lehre und Forschung im Bereich Wissenschaftsverständnis, Natur der Naturwissenschaft (NOS), LehrerInnenprofessionalisierung, Bildungsstandards, Gender und Diversity

Dr.ⁱⁿ Ilse Bartosch

Fachdidaktikerin für Physik an der Universität Wien, Fakultät für Physik.

Arbeitsschwerpunkte:

Fachdidaktische Forschung und Lehre, Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen, Gender und Diversität im Physikunterricht, Experimentieren im Unterricht, Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Mag.^a Ilse Wenzl:

Gymnasiallehrerin für Biologie.

Leitung des Lehrer- und Lehrerinnenpodiums am Österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik der Biologie an der Universität Wien (AECC Biologie).

Koordinatorin des NAWI Netzwerk Wiens.

Arbeitsschwerpunkte:

Fachdidaktische Aus- und Fortbildung von Studierenden und Lehrkräften

IMST ist eine Unterstützungs- und Entwicklungsinitiative des BMBWF zur Förderung eines innovativen und qualitätsvollen Unterrichts in den Fächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Deutsch und Technik sowie verwandter Fächer. IMST wird vom Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung der School of Education der Alpen-Adria-Universität Klagenfurt in Zusammenarbeit mit vielen Personen und kooperierenden Institutionen koordiniert und umgesetzt.

IMST bietet durch sein Gender_Diversitäten Netzwerk im Bereich der fachbezogenen Unterrichts- und Schulentwicklung aktive Sensibilisierungsarbeit. Zielsetzungen des IMST Gender_Diversitäten Netzwerks sind es, die Unterrichtsqualität insbesondere in den MINDT Fächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Deutsch und Technik zu erhöhen, Gender_Diversitätssensibilität als ein Kriterium von Unterrichtsqualität und Gender_Diversitätskompetenz als ein Aspekt von professionellem Handeln anzusehen. Lehrende, die über Gender_Diversitätskompetenz verfügen, können Potentiale und Ressourcen der Lernenden besser nutzen und auf Individualitäten besser eingehen.

IMST Publikationen zum Thema Gender

Bartosch, Ilse (2009). *Undoing Gender im MNI-Unterricht*. Wien. Online unter https://www.imst.ac.at/files/gender/undoing_gender_IMST.pdf

IMST (2009). *IMST-Newsletter 30. Geschlechtersymmetrie in der Schule*. Online unter https://www.imst.ac.at/imst-wiki/images/7/71/Imst_newsletter30.pdf

IMST (2006). *IMST-Newsletter 17. Sonderausgabe Gender*. Online unter https://www.imst.ac.at/imst-wiki/images/b/bc/IMST_newsletter17.pdf

Jungwirth, Helga & Stadler, Helga (2003). *Ansichten – Videoanalysen zur Lehrer/-innenbildung*. Mit CD-ROM. Innsbruck: Studienverlag.

Nagy, Gertrud (2011). *Geschlechteraspekte in der schulischen Leistungsbeurteilung*. Linz: Johannes Kepler Universität Linz. Online unter https://www.imst.ac.at/files/gender_netzwerk/Endbericht_Geschlechteraspekte3_311010.pdf

Weitere Publikationen im Rahmen von IMST finden Sie unter:
www.imst.ac.at/literatur

In den Bereichen der Naturwissenschaften, vor allem in Chemie und Physik, gibt es markante Gender Gaps. Diese manifestieren sich in einem überdurchschnittlichen Desinteresse von Mädchen an einschlägigen Schwerpunktsetzungen im Rahmen ihrer schulischen Ausbildung und schließlich auch in geringen Studentinnenzahlen in entsprechenden Studienrichtungen. Viele gesellschaftliche Bereiche und vor allem der Bildungsbereich sind gefordert, Beiträge zur Weiterentwicklung dieser unbefriedigenden Situation zu leisten.

Diese Broschüre bietet Lehrkräften und interessierten Menschen aus dem Bildungsbereich professionelle Anregungen dazu an, wie Diversitätsdimensionen im Rahmen eines kompetenzorientierten Unterrichts mitgedacht werden können. Leserinnen und Leser erfahren, wie der Umgang mit Unterschieden berücksichtigt werden kann und zum fixen Bestandteil eines innovativen gender_diversitätssensiblen Unterrichts wird.