

Geschlechtergerechtes Lehren und Lernen in Naturwissenschaft und Technik. Aktiv, kooperativ und authentisch durch Kontextorientierung und reflexive Koedukation

MONIKA BESSENRODT-WEBERPALS

Beim Lehren und Lernen in den Naturwissenschaften unterscheiden sich Studentinnen und Studenten deutlich sowohl in ihrem Arbeitsverhalten als auch in ihren inhaltlichen Interessen. Diese genderdifferente Sichtweise gilt es für die Fachdidaktik nutzbar zu machen, um den Studien-Erfolg nachhaltig zu verbessern.

Prolog

Zur Einstimmung sei zunächst kurz die besondere Situation im Bereich Gender Studies in Hamburg geschildert. Hier arbeiten hochschulübergreifend sieben Hamburger Hochschulen zusammen, nämlich die Universität, die Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW), die Technische Universität, die Hochschule für bildende Künste, die Evangelische Fachhochschule, die Helmut-Schmidt-Universität der Bundeswehr und die Hochschule für Musik und Theater. Dank des Hochschul-Wissenschafts-Programmes des BMBF konnte in Hamburg einmalig für Deutschland der Schwerpunkt „Gender and Science“ etabliert werden. Dafür vertreten an drei Hochschulen insgesamt vier Professorinnen jeweils Gender Studies in Kombination mit einem Fach aus Mathematik-

Informatik-Naturwissenschaften-Technik (MINT-Fach), konkret mit Mathematik, Informatik, Physik und Ingenieurwissenschaften.¹

Mein eigenes Arbeitsfeld in „Gender and Science“ ist das Lehren und Lernen in Naturwissenschaft und Technik, insbesondere der Physik. Diesem Themenkreis entstammt auch der folgende Beitrag.

Einführung und Überblick

Dieser Beitrag stellt dar, wie Kontextorientierung geschlechtergerechte Lehre in den MINT-Fächern und insbesondere in der Physik ermöglicht. Dafür werden die Rahmenbedingungen und Strukturen für die Hochschullehre von Studentinnen und Studenten im Sinne von Gender Mainstreaming unter Berücksichtigung der Unterschiede, also von Diversity, untersucht. Konsequenz setzen die Strategien inhaltlich wie organisatorisch auf Vielfalt und Chancengerechtigkeit, kurzum auf eine optimale Lehre für alle in der Hochschule.

Zuerst sei dieses Thema in die aktuellen Diskussionen zum Thema Studienmisserfolg eingebettet. Die große Studienabbruchstudie vom Hochschulinformationsdienst aus Hannover aus dem Jahr 2005 (Heublein/Schmelzer/Sommer 2005) hat die Studienabbruchquote berechnet, also den prozentualen Anteil derjenigen, die nie irgendeinen Hochschulabschluss erreichen. Für die Ingenieurwissenschaften wie die MINT-Fächer liegen die Studienabbruchquoten der deutschen Studierenden an Universitäten bei etwa 30 %, wobei mehr Studenten ihr Studium abbrechen als Studentinnen. Für die einzelnen Fächer sind die Abbruchquoten recht unterschiedlich, aber leider nicht geschlechtersensitiv aufgeschlüsselt.

In einer ergänzenden Studie hat Dagmar Richter (Richter 2006) an der HAW Hamburg den Zeitpunkt des Studienabbruches präzisieren können und zusätzlich Studienabbrecherinnen und -abbrecher nach den Gründen für ihren Misserfolg befragt. In beiden untersuchten Fachbereichen Naturwissenschaftliche Technik und Elektronik und Informatik zeigten sich Geschlechterunterschiede: Studentinnen brechen früher ihr Studium ab als Studenten. Als prioritäre Studienabbruch-Gründe werden von Studienabbrecherinnen angegeben, dass sie das falsche Studienfach gewählt hätten bzw. ihre Kompetenz nicht anerkannt worden sei. Studienabbre-

1 Weitere Informationen sind unter der URL <http://www.genderstudies-hamburg.de> zu finden.

cher dagegen berichten über fehlende Lernpraxis oder prioritäre Erwerbsarbeit. Beide Geschlechter gemeinsam monieren die unbefriedigende Lehr-Lern-Situation, was die zentrale Bedeutung dieses Beitrages für den Studienerfolg unterstreicht.

In Hinblick auf mögliche Empfehlungen für Studienerfolg wird als nächstes im folgenden zweiten Kapitel die genderdifferente Sicht auf die MINT-Fächer vergegenwärtigt, denn „Wissenschaft wird von Menschen gemacht“, wie schon Werner Heisenberg festgestellt hat. Dem wird im dritten Kapitel kontextorientiertes Lehren und Lernen an die Seite gestellt. Im vierten Kapitel wird diese Kontextorientierung für meine physikalischen Lehrveranstaltungen im Detail beschrieben, und es werden praktische Hinweise zur Umsetzung gegeben.

Schließlich werden die Beobachtungen zu Empfehlungen im fünften Kapitel zusammengefasst.

Genderdifferente Sichtweisen auf MINT-Fächer

Zahlreiche Untersuchungen an Jugendlichen in der Schule belegen, dass es markante geschlechtsdifferente Unterschiede im Zugang zur und im Umgang mit Naturwissenschaften und Technik gibt. Diese betreffen unterrichtsrelevante Fähigkeiten wie das räumliche Vorstellungsvermögen, eine unterschiedliche Motivation für Fachinhalte (Mädchen bevorzugen Biologie, Jungen Technik) sowie das mehr oder weniger dominante oder aggressive Verhalten im Unterricht (vgl. Martial 2003).

Fragen nach dem Image von MINT-Schulfächern zeigen (Kessels et al. 2002), dass Physik und Mathematik als schwierig und wenig sinnlich gelten. Leute mit Lieblingsfach Mathematik oder Physik werden zwar als intelligenter und leistungsmotivierter eingeschätzt als Leute mit Lieblingsfach Deutsch oder Sprachen, aber auch als weniger attraktiv, weniger sozial kompetent und weniger kreativ. Während das Fach Deutsch von 81 % der Befragten als neutral angesehen wird, gilt das immerhin noch für 71 % der Befragten auch für das Fach Mathematik aber nur für 46 % für das Fach Physik. Mehr, nämlich 47 %, meinen, Physik sei ein Jungenfach. Übrigens stellt nur für eine kleine Minderheit von wenigen Prozent Physik und Mathematik ein Mädchenfach dar (vgl. ebd.).

Die genderdifferente Sichtweise auf die Physik stellt die Untersuchung der Gruppe von Helga Stadler (Stadler et al. 2000) an 16-jährigen Gym-

nasiastinnen und Gymnasiasten vor. Mädchen fragen eher: „Warum?“, Jungen eher: „Wie?“. Mädchen antworten lieber auf offene Fragen, indem sie in ihrer Alltagssprache (häufig anthropomorph) komplette Sätze formulieren, während Jungen enge Ja/Nein-Fragen bevorzugt beantworten und im Telegrammstil Fachvokabeln anbieten. Auch in der Gruppenarbeit gibt es signifikante Unterschiede, da Mädchen eher Fragen stellen und auch ihre Unkenntnisse zeigen, hingegen Jungen Stärke demonstrieren wollen und befehlen. Mädchen suchen zudem häufiger nach einem weiteren Anwendungsfeld einer Aufgabe, Jungen zielen stärker auf die konkrete Lösung. Damit wirkt die Physik bei Mädchen überwiegend durch ihre Beziehung zur Welt, d. h. durch *externe Kohärenz*, und bei Jungen eher als Selbstzweck, d. h. durch *interne Kohärenz*.

Externe Kohärenz, also die Vernetzung von Wissen durch das Anknüpfen an Vorwissen, steht an zentraler Stelle und mehrfach in den zehn Punkten für guten Physikunterricht, die Häussler und Hoffmann in einem IPN-Modellversuch (Häussler/Hoffmann 1995) an acht Gymnasien in Schleswig-Holstein extrahiert haben:

1. Neugier wecken! Aha-Erlebnisse
2. An außerschulische Erfahrungen anknüpfen!
3. Aktives und eigenständiges Handeln fördern!
4. Bezüge zur Alltagswelt herstellen!
5. Bedeutung der Naturwissenschaften für die Gesellschaft verdeutlichen!
6. Lebenspraktischen Nutzen der Naturwissenschaften erfahrbar machen!
7. Bezug zum eigenen Körper herstellen! Mit allen Sinnen lernen!
8. Begriffliches Verständnis vor dem Aufstellen von Gleichungen fördern!
9. Notwendigkeit und Nutzen quantitativer Größen verdeutlichen!
10. Spielerisches Umgehen und unmittelbares Erleben stärken!

Dieses Unterrichtskonzept bewährt sich in der Schulpraxis, wo es einen signifikant höheren Wissensstand der Schülerinnen und Schüler erreicht bei einem gleichzeitig deutlich geringeren Interessenschwund. Und hier von profitieren besonders die Mädchen, deren Motivation sogar zunimmt, die eine positivere Einstellung gegenüber der Physik im Alltag und zugleich ein positiveres Selbstkonzept entwickeln. Im Ergebnis lassen sich höhere kognitive und affektive Lernerfolge von Mädchen *und* Jungen erzielen. Auch an außerschulischen Lernorten wie Schülerlabors zeigt dieses aktive Lernen keinen Gender-Gap (Engeln/Euler 2004). Damit lässt sich Geschlechtergerechtigkeit erreichen und gleichzeitig

nach Martin Wagenschein neu interpretieren, der geschrieben hat: „Ich habe im Koedukationsunterricht immer die Erfahrungen gemacht, wenn man sich nach den Mädchen richtet, so ist es auch für die Jungen richtig, umgekehrt aber nicht“ (Wagenschein 1965).

Wie steht es nun mit der geschlechtergerechten Hochschullehre in den MINT-Fächern? Dafür habe ich Studierende der Medientechnik an der HAW Hamburg zum Lehren und Lernen von Physik befragt. Weit mehr als die Hälfte der Studierenden meiner Umfrage, Frauen und Männer, schätzen Praxisbezüge und aktivierenden Unterricht hoch bis sehr hoch ein. Studentinnen (63 bis 88 %) legen noch größeren Wert als Studenten (55 bis 79 %) auf externe Kohärenz – zum Beispiel Lernen durch Analogien und Einbettung in Alltagsphysik. Jacquelynne Eccles (Eccles 2003) stellt Analoges in ihrer Studie an der University of Michigan, Ann Arbor, fest. Auch die höheren Frauenanteile in den neuen Bindestrich-Studiengängen in der Physik (zum Beispiel in Medizin-Physik, Bio-Physik) deuten in diese Richtung.

Kontextorientiertes Lehren und Lernen

An den Massenuniversitäten ist die Lehre geprägt von deklarativer Lehre im Sinne einer Vorlesung. Statt sich auf diese enge Vermittlung von Fakten und Inhalten zu beschränken, setzt kontextorientierte Lehre auf deren Einbettung in eine authentische Lehr-Lern-Umgebung und betrachtet vor allem Kontexte und Prozesse, die zum Wissenserwerb führen, womöglich in Projektarbeit. Denn Lernen ist ein individueller Vorgang, den wir nicht durch Instruktion vermöge eines Nürnberger Trichters beschleunigen können, vielmehr findet eine subjektive Konstruktion von Wissen im je eigenen Kopf statt. In der Tat gehört zu den unbestrittenen Maximen der Lernpsychologie, dass jegliches Lernen vom Lernenden selbst auszugehen hat. Hierunter fällt auch das autonome Lernen mit seinem von Leo van Lier formulierten Triple-A von „Autonomy – Authenticity – Awareness“ (Autonomie – Authentizität – Aufmerksamkeit) (Lier 1996).

Damit lassen sich auch die erforderlichen Kompetenzen in der Wissensgesellschaft erwerben:

- deklaratives (Sach-/Fakten-)Wissen
- prozedurales (Verfahrens-)Wissen
- metakognitives (Kontroll-/Steuerungs-)Wissen über Lern- und Denkprozesse
- wertebezogenes (Orientierungs-)Wissen

Nach Martin Wagenschein bietet sich zur Vertiefung forschend-entdeckendes Lernen an ausgewählten Beispielen an (Wagenschein 1965). Die ganzheitliche, handlungsorientierte Lehre setzt auf das Lernen mit Hirn, Herz und Hand, ist also gleichzeitig kognitiv, emotional und praktisch orientiert (Möller/Tenberge 1997). In der Umsetzung in der Hochschullehre bevorzuge ich als Quintessenz dieser Überlegungen das multiperspektivische Lernen mit allen Sinnen, wie es auf anderer Ebene auch die Regionale Ökologische Sachunterrichtslernwerkstatt RÖSA von Astrid Kaiser an der Universität Oldenburg praktiziert² (Kaiser 2002). Hier geht spielerisches Üben einher mit einer Förderung der Kreativität der Lernenden. Sie erhalten Informationen von den Lehrenden und müssen sich selbst weitere Informationen beschaffen, über die sie ihrerseits wieder kommunizieren. Damit wird sowohl ihre Selbstständigkeit unterstützt als auch ihre Fähigkeit geschult, kooperativ im Team zu arbeiten. Experimentierend machen die Lernenden neue Entdeckungen, die sie forschend entsprechend ihren Interessen und Fähigkeiten vertiefen können. Ihre Ästhetik wird ebenso einbezogen wie die Erkenntnis, dass sich durch Handeln Missstände verändern lassen. Eine Spezialform von kontextorientiertem Lernen ist Problemorientiertes Lehren und Lernen, das zunehmend im Medizinstudium eingesetzt wird.

Eigenes Konzept und seine Umsetzung

„Aktiv sein ist (fast) alles!“ (Bessenrodt-Weberpals 2007)

Mein Konzept des Lehrens und Lernens an der Hochschule basiert auf kontext- und handlungsorientiertem Lernen mit reflexiver Koedukation im Sinne von Gender Mainstreaming und Diversity. Das Konzept setzt auf ganzheitliches Lernen mit Hand, Herz und Hirn, ist also praktisch, emotional und kognitiv auf das Lernen mit allen Sinnen ausgerichtet. Es wählt den lernzentrierten Zugang in authentischer Umgebung, indem es fächerübergreifendes Lernen mit minimaler Formalisierung verfolgt. Indem ich mit Alltagsmaterialien experimentieren lasse, wird zugleich an die authentischen Alltagserfahrungen der Lernenden angeknüpft und ein niedriger Preis ermöglicht. Zudem ist dieser Zugang ressourcenschonend und stärkt den Umweltgedanken. Mein Ziel ist, Motivation durch Erfolg zu erreichen. Studienbegleitende Prüfungen mit einer zeitnahen Rückkopplung des Kenntnisstandes gehören dazu, wie es auch die Akkreditierung beim Bachelor verlangt.

2 Siehe auch www.roesa.de

Als Folge dieses Konzeptes wird die Verbindung zwischen Gender und Science fester geknüpft. Es gelingt eine adaptive Konstruktion von Wissen, die sich am Kontext der naturwissenschaftlichen Phänomene orientiert und gleichzeitig autonomes Lernen fördert, das heißt: Jede Person kann sich entsprechend ihres Vorwissens, ihrer Interessen, Begabungen und Fähigkeiten in die Studieninhalte vertiefen. Die Zielorientierung dieses Konzeptes spiegelt sich sowohl im fertigen Produkt wieder als auch in der weiten Anwendung von Wissen und sorgt damit für vernetztes Denken und die nötigen Kompetenzen in der Wissensgesellschaft. Und damit geht solches kontextorientiertes Lernen auf die Vielfalt der Lernenden und ihre unterschiedlichen Begabungen ein, Frauen wie Männer – mit oder ohne Migrationshintergrund – können sich dadurch entfalten. So ist eine Reform von MINT- Studiengängen zugunsten von Frauen auch ohne monoedukative Studiengänge möglich (vgl. Faulstich-Wieland 2006).

Der praktische Umgang mit den Handlungsmaterialien stützt sich auf die Ideen der offenen Unterrichtsformen (Hagstedt 1992). Dazu zählen Lernwerkstatt, Lernbuffet und Stationenlernen, das wie ein sportliches Zirkeltraining aufgebaut ist, ebenso wie Ergänzungselemente zu konventionellem Unterricht. Die lernzentrierte Vielfalt von Methoden benutzt unter anderem Open-Air-Unterricht, biografische Ausgangspunkte, Präsentationstechniken und Multimedia ebenso wie Lernen im Team (vgl. Frank 1997).

Die Umsetzung dieses Konzeptes in den Naturwissenschaften stellt sich als sehr erfolgreich heraus, insbesondere bei den Studentinnen. Die Bandbreite ist groß: An der HAW Hamburg profitieren zurzeit die Studierenden des Fachbereichs Medientechnik von dieser innovativen Art, Physik zu lernen. Damit nähern sich interdisziplinäre didaktische Ziele ihrer Verwirklichung, wie sie auch im Internationalen Frauenstudien-gang Informatik geplant sind (Müller/Wetzel 2006).

Darüber hinaus sollten diese Argumente verstärkt Eingang in die Hochschulausbildung der künftigen Lehrkräfte in den MINT-Fächern finden. Paradigmatisch sei hier auf die entsprechende Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft verwiesen (Großmann/Urban 2006).

Zusammenfassung und Ausblick

Kommen wir nun zurück auf unser Ziel, Empfehlungen zum Studienerfolg in den MINT-Fächern zu formulieren, und betrachten die verschiedenen Akteurinnen und Akteure:

Studierende sollten informiert, motiviert und fähig für ihr gewähltes Studienfach sein und die notwendigen Kenntnisse dafür in der Schule erworben haben. Insbesondere die jungen Frauen sollten ausreichend selbstbewusst auch in schwierigen Situationen sein, damit sie nicht durch eine mangelnde Akzeptanz ihrer Kompetenzen entmutigt werden.

Lehrende an der Hochschule unterrichten inhaltlich *und* didaktisch kompetent. Sie knüpfen an Vorerfahrungen der Studierenden an, insbesondere in interdisziplinären Projekten, und arbeiten mit vielen aktivierenden Elementen, die alle Sinne ansprechen. Sie stärken das Selbstbewusstsein der Studierenden, besonders der jungen Frauen. Den Lehrenden kommt eine herausgehobene Rolle als wichtige Lernhelferinnen und Lernhelfer zu.

Zusätzlich kommen die *Leitungsgremien* an der Hochschule ins Spiel, die eine stärkere Zusammenarbeit mit Schulen wie mit der Wirtschaft fördern. Ersteres kann durch umfassende Informationen zu Studienfächern, eine faire Studierendenauswahl nach Passung und Zusatzangebote wie Mädchentechniktage bereits in der Mittelstufe, jedenfalls vor der Wahl der Leistungskurse, erfolgen. Hinzu treten inhaltliche und organisatorische Studienreformaßnahmen.

Interdisziplinäre, kontextorientierte Studieninhalte, die auf die Gesellschaft bezogen sind, und transdisziplinäre Schlüsselqualifikationen (soft skills) zählen ebenso dazu wie Projekt- und Teamarbeit, studienbegleitende Prüfungen und Anreizsysteme für Gender Mainstreaming und Diversity. Diese umfassen reflexive Koedukation in Lehrveranstaltungen, d. h. geschulte Lehrende in Gender-Themen, und (phasenweise) Monoedukation in Einzelfällen, sowie auch mehr weibliches Lehrpersonal, das als Vorbild besonders für die Studentinnen wirken kann. Zusätzlich lassen sich interdisziplinäre Inhalte und Strukturen der Geschlechterforschung bezogen auf physikalische Felder integrieren (Bessenrodt-Weberpals 2006).

Insgesamt bereitet dieses Vorgehen auf die gefragten Schlüsselkompetenzen in der Wissensgesellschaft vor und trifft die Erwartungen vom

Deutschem Industrie- und Handelstag (DIHK 2004) und der 19-Punkte-Erklärung des VDI (VDI 2002).

Gerade jetzt bietet sich die Chance, die Umstellung auf Bachelor- und Masterstudien als Prototyp für eine erfolgreiche Studienreform zu nutzen!

Literatur

- Bessenrodt-Weberpals, Monika (2006): Gender und Physik. In: *Gender – Aspekte bei der Einführung und Akkreditierung gestufter Studiengänge – eine Handreichung*, hg.v. Ruth Becker et al., Netzwerk Frauenforschung NRW, Heft 7, Dortmund, S. 99-102.
- Bessenrodt-Weberpals, Monika (2007): *Experimentieren und Entdecken: Experimente für den Physikunterricht* (Praxisbuch in Vorbereitung).
- Deutscher Industrie- und Handelstag (2004): *Fachliches Können und Persönlichkeit sind gefragt*.
- Eccles, Jacquelynne (2003): *U-M study helps define why fewer women choose math-based careers*, University of Michigan, Ann Arbor.
- Engeln, Katrin/Euler, Manfred (2004): Forschen statt Pauken. In: *Phys. J.*, 3. Jg., Heft 11, S. 45-48.
- Faulstich-Wieland, Hannelore (2006): Monoedukative Studiengänge – Ultima Ratio für die Veränderung der Geschlechterverhältnisse in technischen Studiengängen. In: *Hochschulinnovation. Genderinitiativen in der Technik*, hg.v. Carmen Gransee, Hamburg (im Druck).
- Frank, Elisabeth (1997): *Schule der Chancengleichheit. Impulse für eine qualifizierte Koedukation am Beispiel des Schulversuchs Physik*, Landesinstitut für Erziehung und Unterricht, Stuttgart.
- Großmann, Siegfried/Urban, Knut (2006): *Thesen für ein modernes Lehramtsstudium im Fach Physik*, Deutsche Physikalische Gesellschaft, Bad Honnef.
- Hagstedt, Herbert (1992): Offene Unterrichtsformen. Methodische Modelle und ihre Planbarkeit. In: *Innovationsprozesse in der Grundschule*, hg.v. Uwe Hameyer et al., Bad Heilbrunn, S. 367-382.
- Häussler, Peter/Hoffmann, Lore (1995): Physikunterricht an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. In: *Unterrichtswissenschaft* 23, S. 107-126.
- Heublein, Ulrich/Schmelzer, Robert/Sommer, Dieter (2005): *Studienabbruchstudie 2005*, Hochschul-Informations-System, Heft A1, Hannover.

- Kaiser, Astrid (2002): *Einführung in die Didaktik des Sachunterrichts*. 8. Aufl., Baltmannsweiler.
- Kessels, Ursula/Hannover, Bettina/Rau, Melanie/Schirner, Sigrun (2002): Ist die Physik reif für eine Image-Kampagne? In: *Phys. J.*, Jg. 1, Heft 1, S. 65-68.
- Lier, Leo van (1996): *Interaction in the Language Curriculum: Awareness, Autonomy, and Authenticity*, London.
- Martial, Ingbert von (2003): *Koedukation und getrennte Erziehung*. Pädagogik und freie Schule, Heft 51.
- Möller, Kornelia/Tenberge, Claudia (1997): Handlungsintensives Lernen und Aufbau von Selbstvertrauen im Sachunterricht. In: *Forschung zum Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichtes*, hg.v. Brunhilde Marquart-Mau/Walter Köhnlein/Roland Lauterbach, Bad Heilbrunn, S. 134-153.
- Müller, Anna/Wetzel, Ingrid (2006): Eine „Auszeit“ von Geschlechterdifferenzen. Der Internationale Frauenstudiengang Informatik setzt auf genderadäquate Didaktik. In: *Hochschulinnovation. Genderinitiativen in der Technik*, hg.v. Carmen Gransee, Hamburg (im Druck).
- Richter, Dagmar (2006): „...und dann ist das gar keine Schule!“ Studienabbruch-Gründe von Frauen und Männern in Ingenieurwissenschaften. Ein Projektbericht aus der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. In: *Hochschulinnovation. Genderinitiativen in der Technik*, hg.v. Carmen Gransee, Hamburg (im Druck).
- Stadler, Helga/Duult, Reinders/Benke, Gertrud (2000): Do boys and girls understand physics differently? In: *Phys. Educ.*, Jg. 35, Heft 6, S. 417-422.
- VDI – Verein deutscher Ingenieure (2002): *Ingenieure und Ingenieurinnen in Deutschland. Situation und Perspektiven*, Düsseldorf, S. 7.
- Wagenschein, Martin (1965): *Ursprüngliches Verstehen und Exaktes Denken*, Stuttgart.