

Beate CURDES¹ (Wilhelmshaven)

Genderbewusste Mathematikdidaktik an der Fachhochschule

Zusammenfassung

Junge Frauen meiden Studienfächer und Ausbildungen, in denen Mathematik eine wichtige Rolle spielt. Im Beitrag werden Forschungsergebnisse aus der Mathematikdidaktik und der Genderforschung vorgestellt, die aufzeigen, dass Geschlechterunterschiede bezüglich solcher Faktoren wie den individuellen Vorstellungen über Mathematik, dem Erleben der eigenen Lernsituation und dem Selbstkonzept der fachbezogenen Begabung Wahlentscheidungen zu Ungunsten mathematisch-technischer Fächer beeinflussen. Im Projekt „Gender Mainstreaming in der Lehre“ an der Fachhochschule Oldenburg / Ostfriesland / Wilhelmshaven wurden gendersensible Lehr- und Lernformen in der Mathematikausbildung entwickelt und erprobt.

Schlüsselwörter

Mathematikdidaktik, Gender, Hochschullehre

Gender-aware Mathematics Education at the University of Applied Sciences

Abstract

Young women avoid fields of study or apprenticeships in which mathematics plays an important role. In this text research results are presented which show the impact of gender differences in factors like mathematical beliefs, mathematical self concept and experiences made with the learning situation on decisions against mathematical or technical fields of study. Within the project “Gender mainstreaming in education” at the University of Applied Sciences Oldenburg / Ostfriesland / Wilhelmshaven gender-aware methods of teaching and learning have been developed and tested.

Keywords

Mathematics education, gender, university teaching

¹ e-Mail: beate.curdes@fh-oow.de

1 Unterschiede in den Einstellungen zur Mathematik

Besteht eine Wahlmöglichkeit, entscheiden sich junge Frauen immer noch wesentlich seltener als junge Männer für Unterrichtskurse (z.B. Mathematik- oder Physikleistungskurse), Berufsausbildungen² oder Studienfächer, in denen mathematisch-naturwissenschaftliche oder technische Kenntnisse und Fertigkeiten als wichtige Erfolgsvoraussetzungen wahrgenommen werden. Zu dem Zeitpunkt, zu dem solche Entscheidungen getroffen werden, sind schon vielfältige Erfahrungen mit Mathematik und Mathematikunterricht gemacht worden. Die Schulforschung hat Faktoren in der Art und Weise, wie Mathematik gelehrt und gelernt und Ansichten über die Wissenschaft Mathematik und mathematische Forschung transportiert werden, ermittelt, die Mädchen und Frauen zu einer Abkehr von Mathematik und mathematiknahen Fächern und Berufen veranlassen. Darüber hinaus spielt das fachbezogene Leistungsselbstkonzept und das Attributionsverhalten eine wesentliche Rolle.

Zu den Geschlechterunterschieden in den Einstellungen zur Mathematik hat auch die historische Entwicklung der mathematischen Bildung beigetragen. Dieser Aspekt soll hier aber nicht vertieft werden (siehe dazu z.B. TOBIES, 1997, KINSKI, 1993).

1.1 Das Bild von Mathematik

Untersuchungen zum mathematischen Problemlöseverhalten von Schülerinnen und Schülern haben gezeigt, dass Durchhaltewille und eine intensive Beschäftigung mit anspruchsvollen Aufgaben von den subjektiven Vorstellungen über Mathematik, den beliefs („subjektives, fixiertes Wissen, das sich auf eigene persönliche Erfahrungen stützt“; PEHKONEN, 1995) abhängt. Nach Pehkonen (PEHKONEN, 1993) sind diese Vorstellungen über Mathematik bei Lernenden abhängig von persönlichen Erfahrungen mit dem Fach. Dabei entwickeln verschiedene Personen verschiedene Vorstellungen und Vorstellungssysteme, die einer kontinuierlichen Veränderung unterworfen sind. Lernerfahrungen prägen die Vorstellungen und die Vorstellungen beeinflussen umgekehrt das Lernverhalten. Der Erfolg beim Problemlösen hängt also nicht ausschließlich von den kognitiven Fähigkeiten ab (GRIGUTSCH et al., 1998).

Das SchülerInnenverhalten im Fach Mathematik lässt sich in allen Schulformen und auch bei StudienanfängerInnen in zwei Kategorien einteilen: die instrumentelle Verhaltensweise und die verstehensorientierte Verhaltensweise (siehe dazu auch TÖRNER & GRIGUTSCH, 1994).

Ziel der *instrumentellen* Verhaltensweise ist es, eine richtige Antwort auf eine mathematische Fragestellung zu erhalten. Dies hat Vorrang vor dem Verständnis des Inhalts der Aufgabe. Zu dieser Verhaltensweise gehört eine Vorstellung von

² Eine aktuelle Untersuchung wurde im Februar 2008 auf der didacta in Stuttgart vorgestellt, siehe www.ln-online.de/news/pdf/2308669, Stand 21.2.2008

Mathematik als Zusammensetzung von Regeln und Prozeduren, die zur Problemlösung richtig angewendet werden müssen. Diese Vorstellung von Mathematik wirkt sich negativ auf das Lernverhalten aus. Schülerinnen und Schüler, die eine eher instrumentelle Vorstellung haben, werden versuchen, ein Problem durch Anwendung der gelernten Routinen zu lösen. Eine Vernetzung von Mathematik mit außermathematischen Anwendungen kann nicht stattfinden, da für die Umsetzung von Alltagsproblemen in mathematische Formulierungen ein inhaltliches Verständnis notwendig ist.

Für eine *verstehensorientierte* Verhaltensweise bedeutet Problemlösen in der Mathematik Untersuchen und Experimentieren. Schülerinnen und Schüler mit verstehensorientierten Vorstellungen über Mathematik beschäftigen sich intensiver mit anspruchsvollen Aufgabenstellungen und geben bei Schwierigkeiten sehr viel später auf als andere. Sie schätzen ihre Leistungsfähigkeit in Bezug auf Mathematik hoch ein. Sie zeigen auch ein deutlich höheres Interesse an mathematisch-naturwissenschaftlichen Themen.

Das vorherrschende Bild von Mathematik bei Oberstufenschülerinnen und -schülern ist laut TIMS-Studie eine schematisch-algorithmische Ausrichtung der Mathematik. Die Befragten stimmten Aussagen wie: „Mathematik ist Behalten und Anwenden von Definitionen, Formeln, mathematischen Fakten und Verfahren“ oder „Mathematik betreiben heißt: allgemeine Gesetze und Verfahren auf spezielle Aufgaben anwenden“ besonders stark zu (BAUMERT et al., 2000, S.267).

Geschlechterunterschiede in den Vorstellungen über Mathematik sind bei Mathematikstudierenden am Beginn ihres Studiums und in höheren Semestern untersucht worden (CURDES, JAHNKE-KLEIN, LOHFELD & PIEPER-SEIER, 2003). In dieser Studie, in der der Einfluss des Erlebens des Mathematikstudiums auf den Wunsch eine Promotion zu beginnen untersucht wurde, wurden mehr als 700 Studierende der Mathematik an 28 deutschen Universitäten u.a. zu ihren Vorstellungen über Mathematik befragt. Der umfangreiche Fragebogen enthielt u.a. Fragen zu den Studienerfahrungen, Vorstellungen über Mathematik, Einschätzung der fachbezogenen Leistungsstärke, Attributionsverhalten und Zukunfts- und Rollenvorstellungen.³

Im Fragenkomplex zu den Vorstellungen über Mathematik sollten die Studierenden ihre Zustimmung zu Fortsetzungen zum Satzanfang „*Ich finde Mathematik interessant, weil...*“ bewerten. Dazu gehörten Items wie: „*weil sie streng logisch aufgebaut ist*“ oder „*weil sie mich intellektuell herausfordert*“. Die Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse lieferten die drei Komponenten *Mathematik als deduktives Wissenssystem*, eine *aktive persönliche Beziehung zur Mathematik* und eine Betonung der *Nützlichkeit und Dynamik von Mathematik*. Eine starke Zustimmung

³ Die Fragebogenitems waren zu Themenkomplexen zusammengefasst, für die jeweils Hauptkomponentenanalysen durchgeführt wurden. Die so ermittelten Komponenten stellen die aus dem Datenmaterial ermittelten Faktoren dar, die zur Erklärung von Einstellungen der Studierenden herangezogen wurden. Da die Unterschiede in den Einstellungen zwischen den beiden untersuchten Studiengängen Lehramt und Diplom häufig größer waren als zwischen den Geschlechtern, sind Geschlechterunterschiede für die beide Studiengänge getrennt ausgewiesen.

zur Komponente *Mathematik als deduktives Wissenssystem* weist auf eine eher instrumentelle Vorstellung über Mathematik hin.

Die in der Komponente zusammengefassten Items drücken aber auch ein hohes Maß an Faszination durch die innere Logik der Mathematik und eine gewisse bewundernde Distanz aus. Eine starke Zustimmung zur zweiten Komponente *aktive persönliche Beziehung zur Mathematik* weist auf eine eher verstehensorientierte Vorstellung hin. Die Items der Komponente beschreiben die Neigung, sich selbst aktiv mit Mathematik auseinander zu setzen. Die Komponente beinhaltet außerdem eine positive emotionale Einstellung zur Mathematik.

Mit einer Zustimmung zur Komponente *Nützlichkeit und Dynamik* wird die Wichtigkeit der Anwendbarkeit von Mathematik auf außermathematische Fragestellungen betont.

Abbildung 1 zeigt die Zustimmung zu den drei Komponenten aufgeschlüsselt nach Studiengang und Geschlecht. Die Balken stellen die Abweichungen in positiver oder negativer Richtung vom Mittelwert aller Antworten dar.

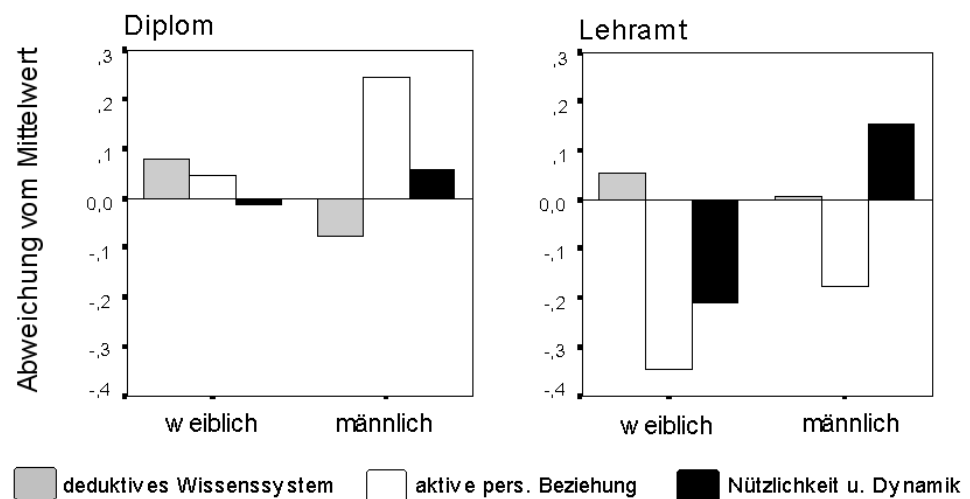


Abb. 1: Bild von Mathematik, höhere Semester, aufgeschlüsselt nach Studiengang und Geschlecht.

Ein auffälliges und beunruhigendes Ergebnis der Studie ist, dass bei allen untersuchten Faktoren, die sich auf die Mathematik oder das Studium beziehen, Unterschiede in den Einstellungen besonders zwischen den Diplom- und den Lehramtsstudierenden deutlich werden. Die Lehramtsstudierenden haben ungünstigere Einstellungen zum Fach oder zu mathematischer Forschung und sie beurteilen ihre Studiensituation weniger positiv als die Diplomstudierenden. So empfinden sie ihre Ausbildung in der Mathematik als nicht genug auf ihren späteren Beruf ausgerichtet. Diese Einstellungsunterschiede zwischen den Mathematikstudierenden verschiedener Studiengänge soll hier nicht weiter vertieft werden (siehe dazu CURDES et al., 2003). Sie sind aber von Interesse, weil eine ähnliche Einstellung zur Mathematik wie bei den Lehramtsstudierenden bei Fachhochschulstudierenden erwartet werden kann, bei denen Mathematik Nebenfach im Grundstudium ist.

Von besonderer Bedeutung für die Einstellung zum wissenschaftlichen Arbeiten ist die Zustimmung zur zweiten Komponente *aktive persönliche Beziehung zur Mathematik*. Die männlichen Diplomstudierenden stimmen hier sehr viel stärker zu als die Gesamtheit der Studierenden und auch als die Diplomstudentinnen. Im Lehramtsstudiengang lehnen die Studentinnen diese Komponente noch stärker ab als die Studenten.

Die Studie zeigt also, dass die im Mathematikunterricht aber auch im Studium gemachten Erfahrungen bei Studentinnen und Studenten unterschiedliche Vorstellungen über Mathematik erzeugen. Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang den Lehr- und Lernmethoden zu. Dieser Aspekt wird in Abschnitt 2 vertieft.

1.2 Leistungsselbstkonzept und Attributionsverhalten

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der das Lernen und die Leistung beeinflusst und bei dem auffällige Geschlechterunterschiede auftreten, ist das fachbezogene Leistungsselbstkonzept.

Schülerinnen schneiden in Leistungstests im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich im Vergleich zu gleichaltrigen Schülern schlechter ab. Diese Unterschiede nehmen mit dem Alter der Testpersonen zu.

Auffällig ist auch, dass in der TIMSS/III-Studie in der gymnasialen Oberstufe bei Schülerinnen und Schülern in Leistungskursen Unterschiede gemessen wurden, während in den Grundkursen keine geschlechtsabhängigen Unterschiede auftraten (BAUMERT et al., 2000). Auch der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe wirkte sich auf Geschlechterunterschiede in den Testleistungen aus. Die größten Unterschiede fanden sich bei Problemlöseaufgaben und bei der Anwendung komplexer Verfahren.

In der Schweiz hatten sich schon in der TIMSS/II-Studie in der Mittelstufe auffällige Geschlechterunterschiede gezeigt. Carmen Keller konnte nachweisen, dass sich diese Unterschiede in den Testleistungen von Schülerinnen und Schülern der siebten bis neunten Klasse vollständig durch Unterschiede im fachbezogenen Selbstvertrauen erklären lassen (KELLER, 1998). Bei gleicher schulischer Leistung schätzen Schülerinnen ihre Leistungsfähigkeit schwächer ein als Schüler.

Geschlechterunterschiede in der Selbsteinschätzung können bei männlich stereotypisierten Fächern wie Mathematik, Physik oder Technik nachgewiesen werden, nicht aber in Sprachen oder Biologie.

Auch in der oben erwähnten Studie mit Mathematikstudierenden wurde die Einschätzung der fachbezogenen Leistungsfähigkeit untersucht. Die Unterschiede in der ebenfalls erhobenen letzten Schulnote in Mathematik waren gering, die besten Noten hatten die weiblichen Diplomstudierenden (13,05 Punkte), die schlechtesten die männlichen Lehramtstudierenden (12,30 Punkte). Bei der subjektiven persönlichen Einschätzung zeigte sich aber, dass die Studentinnen ihr Leistungsvermögen in Mathematik schwächer einschätzen als die Studenten. Abbildung 2 zeigt die Antworten zum Fragenkomplex zum persönlichen Erleben der Leistungssituation im Studium. Die erste Komponente *Ich bin leistungsstark* beschreibt die Einschätzung der Leistungsstärke.

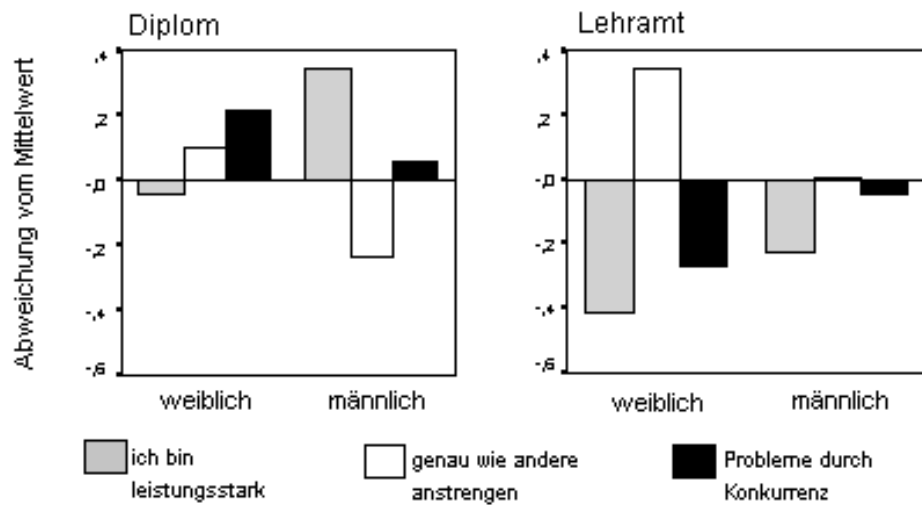


Abb. 2: Einschätzung der eigenen Leistungsstärke, höhere Semester

Nur die männlichen Diplomstudierenden stimmen der Komponente *Ich bin leistungsstark* überdurchschnittlich stark zu. Das Mathematikstudium in seiner jetzigen Form trägt also nicht zu einem Abbau von Geschlechterunterschieden in der Leistungsselbsteinschätzung bei.

Von zentraler Bedeutung für die Beschreibung des Zusammenhangs von Selbsteinschätzung und Leistungshandeln in Bezug auf Geschlechterunterschiede in der Mathematik ist die Attribution von Erfolg und Misserfolg. Die Art und Weise, wie Menschen sich selbst ihren Erfolg oder Misserfolg erklären, trägt entscheidend dazu bei, wie sie mit Erfolgs- oder Misserfolgssituationen umgehen. Menschen, die ihre Erfolge auf ihre eigenen Fähigkeiten zurückführen und Misserfolge eher auf mangelnde Anstrengung oder ungünstige äußere Umstände, zeigen in Leistungssituationen mehr Ausdauer und auch bessere messbare Leistungen als Menschen, die Erfolge auf Zufälle und Misserfolge auf ihre eigenen mangelnden Fähigkeiten zurückführen (Zum Zusammenhang von Attribution und Mathematikleistung siehe TIEDEMANN & FABER, 1995, RUSTEMEYER & JUBEL, 1996).

Untersuchungen zur Erfolgs- und Misserfolgzuschreibung im Fach Mathematik bei Schülerinnen und Schülern weisen immer wieder Geschlechterunterschiede auf. Jungen erklären sich Erfolge bei Tests und Klassenarbeiten in Mathematik häufiger als Mädchen mit ihren mathematischen Fähigkeiten. Mädchen führen Erfolge häufig auf eine gute Vorbereitung und fleißiges Lernen zurück. Bei Misserfolgen dagegen machen die Mädchen mangelnde mathematische Fähigkeiten verantwortlich, während Jungen Erklärungen wie mangelnde Vorbereitung oder Pech heranziehen (TIEDEMANN & FABER, 1995, RUSTEMEYER & JUBEL, 1996). Auch diese Geschlechterunterschiede finden sich nur bei männlich stereotypisierten Schulfächern. Die hier beschriebenen Geschlechterunterschiede im Attributionsverhalten wurden auch bei den Mathematikstudierenden der oben erwähnten Studie gefunden.

2 Genderbewusste Mathematikdidaktik

Die Tatsache, dass gerade in mathematisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen besonders starke Geschlechterunterschiede in der Beliebtheit der Fächer und auch in der Leistung auftreten, hat dazu geführt, den Mathematikunterricht aus der Perspektive einer genderbewussten Didaktik genauer zu analysieren.

Die Vorstellungen über Mathematik und auch die Einschätzung der eigenen mathematischen Fähigkeiten entwickeln sich durch die in der Schule gemachten Erfahrungen mit Mathematik und durch die dort vermittelten Ansichten der Lehrpersonen. Die Lehrperson vermittelt nicht nur mathematische Inhalte, sondern auch ihr persönliches Bild von Mathematik und – meist indirekt – auch ihre Vorstellungen über die Leistungsfähigkeit von Mädchen und Jungen in Bezug auf Mathematik.

Die oben beschriebenen Einflüsse des Unterrichts und der Interaktion mit der Lehrperson treten besonders stark im Frontalunterricht auf, der gerade in Mathematik einen hohen Anteil am gesamten Unterricht einnimmt. Eine Unterrichtsstruktur, die hauptsächlich darauf basiert, dass die Lehrperson den Stoff präsentiert und die Interaktion mit den Lernenden durch ein gelenktes Unterrichtsgespräch stattfindet, führt zwangsläufig dazu, dass die Lernenden die Mathematik als „fertige Theorie“ auffassen und die oben beschriebene instrumentelle Verhaltensweise gegenüber der Mathematik entwickeln. Dieser Unterricht nimmt den Lernenden die Möglichkeit, Entstehungsprozesse in der Mathematik selbstständig nachzuempfinden und damit ein Verständnis für mathematische Zusammenhänge zu entwickeln.

Das gelenkte Unterrichtsgespräch, eine Lehr- Lernform, in der die Lehrperson Inhalte präsentiert und durch gezielte Fragen die Beteiligung der Lernenden steuert, stellt eine hierarchisch strukturierte Lernsituation dar.

Agnes S. Münt (MÜNST, 2002) konnte in ihrer Untersuchung zur Lehr-Lernkultur in den Fächern Physik, Informatik (mit sehr geringem Studentinnenanteil), Biologie und Raumplanung (mit nahezu gleichen Anteilen von Studentinnen und Studenten) nachweisen, dass weibliche Lernende solche Lernsituationen weniger schätzen. In den Fächern mit sehr geringem Studentinnenanteil – Physik und Informatik – war ein großer Teil der Lehre monoton gestaltet. Kommunikative und kooperative Lernformen fehlten fast völlig. In den Fächern mit hoher Studentinnenbeteiligung fand sie eine andere Lehr- und Lernkultur. Die Autorin kommt zu dem Schluss, dass die Lehr- und Lernformen die Studienwahlentscheidung beeinflussen können:

„Dieser Befund deutet darauf hin, dass junge Frauen und junge Männer nicht qua Geschlecht bestimmte Formen der Wissensvermittlung favorisieren, sondern lediglich darauf, dass eine sehr viel kleinere Anzahl junger Frauen für eine ausschließlich frontale, rezeptive, reproduktive und damit auch stark hierarchische Wissensvermittlung, die sie auch schon im Laufe ihrer schulischen Sozialisation kennengelernt haben, gewonnen werden kann, während mehr junge Männer sich für bzw. nicht gegen diese Form der Wissensaneignung entscheiden.“ (MÜNST, 2002, S. 54)

Ein ähnliches Ergebnis liefert auch der von 1994 bis 1997 durchgeführte Bundesländer-Modellversuch „Frauen im Ingenieurstudium an Fachhochschulen“. Im

Bericht der BLK vom Mai 2002 (BUND-LÄNDER-KOMMISSION, 2002, S.77-86) wird kritisiert, dass die didaktischen Methoden in den Ingenieurwissenschaften nicht auf die unterschiedlichen Kommunikationsmuster von Frauen und Männern ausgerichtet sind.

2.1 Mathematik als Nebenfach an Fachhochschulen

In allen Ingenieur- und Naturwissenschaften aber auch in den Wirtschaftswissenschaften kommt dem Nebenfach Mathematik in den ersten Semestern eine zentrale Rolle zu. Mathematische Kenntnisse und Fertigkeiten bilden die Grundlage vieler Anwendungen in technischen und wirtschaftswissenschaftlichen Fächern. Um Gelerntes aus der Mathematik sinnvoll in anderen Bereichen des Studiums einsetzen zu können, müssten in der Mathematikausbildung gerade Problemlösekompetenzen trainiert und eine verstehensorientierte Sichtweise auf Mathematik gefördert werden. Dies wird jedoch häufig nicht erreicht. Rainer Roos schreibt über die traditionelle Mathematikvorlesung an Fachhochschulen:

„[...] Insbesondere wird Mathematik als Endprodukt dargestellt, deduktiv, häufig ohne jeden Hinweis auf den Entstehungsprozess.

Solche Veranstaltungen sind für Anwenderinnen von Mathematik wenig geeignet: Sie demotivieren, da sie kaum einen Bezug zum eigentlichen Studienfach herstellen. [...]“ (ROOS, 1998, S.222)

Außerdem betont Roos die „soziale Funktion der Mathematik“:

„Solche Veranstaltungen sind sehr gut geeignet, die ‚soziale Funktion der Mathematik‘ (vgl. DAVIS & HERSH, 1988) auszuüben, d.h. mit Hilfe von Klausuren die für das entsprechende Fach ‚Ungeeigneten‘ mittels formaler Kriterien heraus zu prüfen. Solche Veranstaltungen machen Mathematik zum Horrorfach für Lernende und sensible Lehrende.“ (ROOS, 1998, S.222)

Diese Funktion der Mathematik ist den angehenden Studierenden und Studieninteressierten durchaus bewusst. Außerdem haben sie mit dem Fach Mathematik in der Schule ihre Erfahrungen gemacht, mit den oben beschriebenen Geschlechterunterschieden. Daher und weil in der Mathematikdidaktik die Faktoren, die Geschlechterunterschiede in den Einstellungen verursachen, besonders gut untersucht sind, macht es unter dem Gesichtspunkt der genderbewussten Lehre in den Ingenieur- und Naturwissenschaften durchaus Sinn, beim Nebenfach Mathematik Veränderungen und Verbesserungen anzustreben.

2.2 Beispiele für neue Lehr- und Lernmethoden

Gerade an Fachhochschulen wird versucht, neue Lehrmethoden zu integrieren. In einem Projekt im Fach Maschinenbau an der RWTH Aachen (IHSEN, 1998) wie auch in dem oben erwähnten Bund-Länder-Modellversuch „Frauen im Ingenieurstudium an Fachhochschulen“ wurde der Aufbau der Lehrveranstaltungen dahingehend verändert, dass statt einer Abfolge Darbietung der Theorie, Erläuterung an Beispielen und Anwendung des Gelernten an Übungsaufgaben als Einstieg in ein Lerngebiet eine komplexe und praxisnahe Problemstellung gewählt wurde. Der Lösungsversuch durch die Studierenden erfolgte selbstständig und meist im Team. Konnten die Studierenden ihr Vorgehen als Gruppe selbstständig planen, war der

Lernerfolg besonders hoch. Studentinnen und Studenten fühlten sich von den neuen Methoden gleichermaßen positiv angesprochen.

Rainer Roos hat in seinen Mathematikvorlesungen am Fachbereich Wirtschaftsinformatik der FH Karlsruhe vielfältige Aktivierungsstrategien erprobt (ROOS, 1998). Er plädiert für einen problemorientierten Ansatz. In seinen Veranstaltungen beginnen neue Abschnitte häufig mit einem konkreten Problem oder Beispiel, aus dessen Lösung mögliche Verallgemeinerungen erarbeitet werden.

An der Fachhochschule Osnabrück sind auf Initiative der Gastprofessorin Barbara Schwarze zahlreiche Projekte zu genderbewusster Lehre im MINT-Bereich durchgeführt und auf dem Workshop "Gender und Diversity in Ingenieurwissenschaften und Informatik" vorgestellt worden.

(siehe <http://www.ecs.fh-osnabrueck.de/21027.html>, Stand 21.2.2008)

2.3 Gender und Mathematik an der FH OOW

Im Rahmen einer Maria-Goeppert-Mayer-Gastprofessur⁴ wurde an der FH OOW eine Mathematikvorlesung für Studierende der Wirtschaftsinformatik im ersten Semester nach genderbewussten Aspekten konzipiert und durchgeführt. Es handelte sich um eine vierstündige Veranstaltung mit Vorlesungs- und Übungsanteilen. (Zum Projekt "Gender Mainstreaming in der Lehre" siehe CURDES, MARX, SCHLEIER & WIESNER, 2007)

2.3.1 Gestaltung der Vorlesung Mathematik für Wirtschaftsinformatik

Als inhaltliche Schwerpunkte wurden Themen mit besonderer Relevanz für die Informatik ausgewählt, wie z.B. Aussagenlogik, Mengenlehre oder Relationen und Abbildungen. Dadurch konnten Beziehungen zum Studienfach Wirtschaftsinformatik erkennbar gemacht werden. Als Einstieg in eine neue Thematik wurde häufig eine Problemaufgabe gewählt, die von den Studierenden in Kleingruppen bearbeitet wurde. Die jeweilige Aufgabenstellung enthielt Hinweise auf Inhalte und Lösungsstrategien, die sich aus dem bisher Gelernten herleiten ließen. Dies war notwendig, da die meisten Studierenden bisher wenig Erfahrungen mit problemorientierten Lernmethoden gemacht hatten. Aufbauend auf die Ergebnisse der Lernenden wurden dann die Grundlagen des neuen Stoffgebietes erarbeitet.

Neben diesen Problemlöseaufgaben wurden zwei weitere aus der Schuldidaktik bekannte Verfahren der Gruppenarbeit eingesetzt, das Stationenlernen und das ExpertInnenpuzzle.

Beim Stationenlernen wird der Lernstoff der Unterrichtseinheit in mehrere Unterkapitel aufgeteilt. Das Lernmaterial, das für die hier vorgestellte Vorlesung speziell erarbeitet wurde, steht an den so genannten Stationen für das Selbststudium in

⁴ Die Gastprofessur *Gender und Mathematik* (März 2005 bis Februar 2006) gehörte zum Projekt „Gendermainstreaming in der Lehre“ am Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen der FH Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven und wurde gefördert vom MWK Niedersachsen im Rahmen des Maria-Goeppert-Mayer-Programms für internationale Frauen- und Geschlechterforschung.

Kleingruppen zur Verfügung. Die Gruppen bearbeiten alle Stationen in der von ihnen gewählten Reihenfolge bei selbstständiger Zeiteinteilung. Für die gesamte Einheit wird ein Zeitrahmen vorgegeben. Innerhalb dessen können die Gruppen frei entscheiden, wie viel Zeit sie für die einzelnen Arbeitsaufträge verwenden wollen. Zu jeder Station und am Ende der Einheit gibt es eine Lernzielkontrolle, bei der die Studierenden selbst testen können, ob sie die Unterrichtsinhalte verstanden haben. Wird das Stationenlernen zur Erarbeitung neuer Inhalte genutzt, sollte eine Zusammenfassung im Plenum am Ende der Einheit stehen.

Eine weitere Gruppenarbeitsmethode, die sich besonders gut zur selbstständigen Wissensaneignung durch die Studierenden eignet, ist das ExpertInnen- oder Gruppenpuzzle (siehe dazu FREY-EILING & FREY, 1999). In einem ExpertInnenpuzzle können komplexe Zusammenhänge erarbeitet und gleichzeitig Anforderungen der modernen Arbeitswelt nachgestellt werden. Die Gruppenarbeit wird in zwei Arbeitsphasen aufgeteilt: in die Arbeit in *Expertengruppen* und in *Stammgruppen*. Zunächst wird die gesamte Lerngruppe in Kleingruppen, die sogenannten Stammgruppen, eingeteilt. Die Lernenden erhalten in diesen Gruppen einen Überblick über das gesamte zu bearbeitende Thema. Für die Bearbeitungsphase wird der Lernstoff in mehrere Kapitel unterteilt, die von den Expertengruppen bearbeitet werden. Die Einteilung der Inhalte in die Kapitel erfolgt durch die Lehrperson. Jede Stammgruppe aus Studierenden teilt ihre Mitglieder selbstständig den verschiedenen Expertengruppen zu, die dann jeweils eines der Kapitel bearbeiten.

Aufgabe der Expertengruppe ist es, neben der Erarbeitung der fachlichen Inhalte, das erworbene Wissen so aufzubereiten, dass es in der folgenden Arbeitsphase in der Stammgruppe den Mitgliedern dieser Gruppe, die ja andere Teilgebiete bearbeitet haben, so präsentiert werden kann, dass diese es auch verstehen. Die Lernenden sind also zugleich auch Lehrende. Sie müssen sich u. a. überlegen, wie sie ihr erworbenes Wissen am besten vermitteln, wie sie ihre Zeit einteilen wollen oder welche Hilfsmittel sie einsetzen möchten. Sie sollen auch planen, wie sie überprüfen können, ob ihre Wissensvermittlung erfolgreich war, also etwa Kontrollfragen für ihre Mitstudierenden entwickeln.

Jedes Mitglied der Stammgruppe ist also Expertin oder Experte auf einem Teilgebiet des Themas. Die anderen Inhalte lernen die Mitglieder der Stammgruppe durch ihre Mitstudierenden. Um die Gesamtaufgabe als Stammgruppe zu lösen, müssen die verschiedenen Einzelthemen zu einem Ganzen zusammengesetzt werden.

Das ExpertInnenpuzzle fördert die Wertschätzung der Schülerinnen und Schüler untereinander, besonders gegenüber schwächeren Gruppenmitgliedern. Lazarowitz (LAZAROWITZ, 1991) zeigte in einer empirischen Untersuchung, dass der Lernerfolg etwas höher als bei herkömmlichem lehrerzentrierten Unterricht ist. Beim ExpertInnenpuzzle schnitten besonders die Mädchen besser ab als im Frontalunterricht der Kontrollgruppe.

Der Einsatz eines ExpertInnenpuzzles empfiehlt sich dann, wenn sich der Lernstoff in mehrere gleichberechtigte Kapitel aufteilen lässt, die unabhängig voneinander bearbeitet und erst am Ende der Gruppenarbeitsphase zu einem Ganzen zusammengesetzt werden. Als Beispiel aus der Mathematik bietet sich das Thema Funktionen

an. Nach einer Einführung des Begriffs *Funktion* können die Lernenden verschiedene Typen von Funktionen (Polynome, Trigonometrische Funktionen, Exponentialfunktionen, etc.) in den Expertengruppen kennen lernen und in den Stammgruppen vorstellen.

2.3.2 Erfahrungen aus der Sicht der Lehrenden

Die oben beschriebene Mathematikvorlesung wurde in zwei aufeinander folgenden Semestern durchgeführt. In beiden Durchläufen beteiligten sich die Studierenden aktiv und engagiert an der Veranstaltung. Die Gruppenstärken von ca 15 Studierenden im Sommersemester 2005 und 35 im Wintersemester 2005/06 erlaubten eine intensive Betreuung der Studierenden während der Kleingruppenarbeitsphasen. Dadurch ergaben sich immer wieder interessante Diskussionen über mathematische Sachverhalte zwischen Lehrperson und Lernenden. Es herrschte ein Klima, in dem Fragen offen gestellt und alternative Lösungsansätze diskutiert werden konnten. Die Studierenden entwickelten eigene Lösungsvorschläge. Besonders beliebt war die Kleingruppenarbeit zu den anwendungsorientierten Text- und Problemlöseaufgaben, den so genannten *Knobelaufgaben*.

Das Umgehen mit Lernformen, die eine Selbstaneignung mathematischer Inhalte ermöglichen, musste allerdings von den Studierenden erst gelernt werden. Die Diskussion verschiedener Lösungswege erfordert sehr viel mehr Zeit als die stringente Darstellung eines Sachverhalts in einer klassischen Vorlesung. Die Studierenden haben jedoch Methoden erlernt, die sie in die Lage versetzen, sich mathematische Begriffe und Verfahren selbstständig zu erschließen. Damit können sie auf die späteren Anforderungen im Studium und im Berufsleben besser reagieren.

Bei den StudienanfängerInnen im Fach Wirtschaftsinformatik am Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen der FH OOW ist der Frauenanteil sehr gering. Das Projekt "Gender Mainstreaming in der Lehre" hatte sich daher zum Ziel gesetzt, zunächst die wenigen Frauen in diesem Studienfach zu unterstützen. Darüber hinaus sollte das Projekt ein Anstoß dafür sein, Studienfächer mit geringem Studentinnenanteil für Frauen attraktiver zu gestalten und so langfristig den Anteil der Studentinnen zu erhöhen.

In den Mathematikvorlesungen haben sich die Studentinnen gut beteiligt. Die Gruppenarbeitsangebote wurden von ihnen gut angenommen. Viele haben sich als Zweierteam einer Kleingruppe von vier bis fünf Studierenden angeschlossen. In Gesprächen am Rande der Gruppenarbeitsphasen machten mehrere Studierende, weibliche und männliche, deutlich, dass ihr Zutrauen zu ihren mathematischen Fähigkeiten gewachsen ist.

2.4 Fazit

Das Ziel der Mathematikausbildung in naturwissenschaftlichen und technischen Studiengängen ist es, ein tragfähiges Verständnis von Mathematik zu erreichen, auf das im gesamten Studium zurückgegriffen werden kann und das den Sinn der Mathematikausbildung für das jeweilige Fach verdeutlicht. Mit der klassischen Vermittlung von Mathematik als Nebenfach wurde jedoch die Erfahrung gemacht, dass die traditionell gelehrt Inhalte „nach der Klausur vergessen“ werden und die

Lernenden schematisch Gelerntes häufig nicht auf Anwendungen übertragen können, da sie die Zusammenhänge nicht erkennen.

Dies führte zu der Idee, aus der Schuldidaktik bekannte alternativen Lehr- und Lernformen in der Mathematikausbildung an der Fachhochschule einzusetzen. Durch diese Lehr-Lern-Formen wird die Kompetenz des eigenständigen Wissenserwerbs bei den Lernenden erhöht. Die Studierenden entwickeln ein verstehensorientiertes Bild von Mathematik, ihr Zutrauen zu ihren eigenen mathematischen Fähigkeiten wächst und Mathematik wird nicht mehr nur als das ungeliebte Nebenfach betrachtet, über das eine Auslese von Studierenden erfolgt.

3 Literaturverzeichnis

Baumert, J., Bos, W. & Lehmann, R. (Hrsg.). (2000): TIMSS/III – Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn, Bd. 2: Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe. Opladen: Leske+Budrich.

Bund-Länder-Kommission (Hrsg.). (2002). Frauen in den ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen. <http://www.blk-bonn.de/papers/heft100.pdf>, Stand vom 12. Februar 2008.

Curdes, B., Jahnke-Klein, S., Lohfeld, W. & Pieper-Seier, I. (Hrsg.). (2003): Mathematikstudentinnen und -studenten – Studienerfahrungen und Zukunftsvorstellungen. Norderstedt: Books on Demand.

Curdes, B., Marx, S., Schleier, U. & Wiesner, H. (Hrsg.). (2007): Gender lehren – Gender lernen in der Hochschule; Konzepte und Praxisberichte. Oldenburg: BIS-Verlag.

Frey-Eiling, A. & Frey, K. (1999). Das Gruppenpuzzle. Wiechmann (Hrsg.): Zwölf Unterrichtsmethoden. Weinheim: Beltz.

Giering, K. & Matheis, A. (2004). Mathematik in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen nach PISA. Global Journal of Engineering Education Vol. 8, No. 3, www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee/vol8no3/vol8no3.html.

Grigutsch, S., Ratz, U. & Törner, G. (1998): Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. Journal für Mathematikdidaktik, 1/1998, S. 3-45.

Ihsen, S. (1998): Neue Konzepte in ingenieurwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen und mögliche Auswirkungen auf das Studium von Frauen. Drei Beispiele aus dem Fach Maschinenbau der RWTH Aachen. Schwarze & Webler (Hrsg.): Lernen in Europa – Neue Anforderungen an die Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren. Weinheim: Deutscher Studienverlag, S. 87-103.

Jahnke-Klein, S. (2001): Sinnstiftender Mathematikunterricht für Mädchen und Jungen. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Keller, C. (1998): Geschlechterdifferenzen in der Mathematik: Prüfung von Erklärungsansätzen. Doktorarbeit. Universität Zürich.

Kinski, I. (1993): Mädchen und Mathematikunterricht. Didaktik der Mathematik, 3/1993, S. 161-181.

Lazarowitz, R. (1999).L, R. (1991): Learning biology cooperatively. Cooperative learning 11, No. 3, April, S. 19-21.

Münst, A. S. (2002): Wissensvermittlung und Geschlechterkonstruktion in der Hochschule. Ein ethnographischer Blick auf natur- und ingenieurwissenschaftliche Studienfächer. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.

Pehkonen, E. (1993): Schülervorstellungen über Mathematik als verborgener Faktor für das Lernen. Henn (Hrsg.): Beiträge zum Mathematikunterricht. Hildesheim, S. 303-306.

Pehkonen, E. (1995): Vorstellungen von Schülern zur Mathematik – Begriffe und Forschungsergebnisse. In: mathematica didactica – Zeitschrift für Didaktik der Mathematik, 18(1), Bd. 1, S. 35-65.

Roos, R. (1998): Weg von der traditionellen Mathematikvorlesung. Aktivierungsstrategien in der Mathematik. Schwarze & Webler (Hrsg.): Lernen in Europa – Neue Anforderungen an die Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren. Weinheim: Deutscher Studienverlag, S. 221-234.

Rustemeyer, R. & Jubel, A. (1996): Geschlechtsspezifische Unterschiede im Unterrichtsfach Mathematik hinsichtlich der Fähigkeitseinschätzung, Leistungserwartung, Attribution sowie im Lernaufwand und im Interesse. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 10(1), S. 13-25.

Tiedemann, J. & Faber, G. (1995): Mädchen im Mathematikunterricht: Selbstkonzept und Kausalattribution im Grundschulalter. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, Jg. 27, 1/1995, S. 61-71.

Tobies, R. (1997): Aller Männerkultur zum Trotz – Frauen in Mathematik und Naturwissenschaften. Frankfurt a. M.: Campus Verlag.

Törner, G. & Grigutsch, S. (1994): „Mathematische Weltbilder“ bei Studienanfängern – eine Erhebung. Journal für Mathematikdidaktik, Heft 3+4/1994, S. 211-252.

Autorin



Prof. Dr. Beate CURDES || Verwalterin einer Professur für
Mathematik und Statistik || Fachbereich Wirtschaftsingenieur-
wesen || Fachhochschule Oldenburg-Ostfriesland-Wilhelmshaven

<http://www.fh-oow.de/fbwi/>

beate.curdes@fh-oow.de