
Mathematik im Technik-Grundstudium – neue Ansätze unter Berücksichtigung von Gender-Aspekten

Christiane Diercksen

Technische Fachhochschule Berlin – University of Applied Sciences
Fachbereich Mathematik-Physik-Chemie, Luxemburger Straße 10, D-13353 Berlin, Deutschland

Es soll über erste Erfahrungen aus dem Projekt *Mathe-Lernen in der Praxis* berichtet werden, das zum Ziel hat, die mathematische Kompetenz der Studierenden in den technischen Anwendungsfächern zu stärken. Didaktische Konzepte des Projektes sind die Verzahnung von Mathematik und Technik im Grundstudium und aktivierende Lehr-Lern-Formen, wobei auch der Gender-Aspekt dieser Konzepte untersucht wird.

EINLEITUNG

An der Technischen Fachhochschule Berlin werden seit einem Jahr im Projekt *Mathe-Lernen in der Praxis* innovative Lehr-Lern-Formen erprobt. Das Projekt wird durchgeführt im Rahmen einer Gender/Innovationsprofessur, d.h. 50% Lehre (9 Stunden/Woche), 50% Entwicklung neuer Ansätze für die Mathematik-Lehre in den Ingenieurwissenschaften in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Elektrotechnik. Die Professur wird finanziert aus HWPII - Mitteln und erhält zusätzliche Gelder aus dem Berliner Programm zur Förderung der Chancengleichheit für Frauen in Forschung und Lehre.

An der Technischen Fachhochschule betrug die Zahl der Studienanfängerinnen für die Fachrichtung Elektrotechnik im Wintersemester 2004/2005 nur 3.3%, für die Mathematik dagegen 34% und für die Biotechnologie 60%. Wir hoffen, durch das Projekt langfristig die Attraktivität der *harten* Ingenieurstudiengänge für Frauen zu erhöhen und darüber hinaus für beide Geschlechter einen Beitrag zur besseren Studierbarkeit zu leisten.

ZUR AUSGANGSLAGE VON MATHEMATIK-VERANSTALTUNGEN AN DER FACHHOCHSCHULE

In den Mathematikveranstaltungen im Grundstudium der Ingenieurstudiengänge können wir die folgende Situation beobachten: Die Studierenden kommen mit mangelndem mathematischen Basiswissen an die

Fachhochschule (belegt durch regelmäßige Eingangstest, s. [1]). Die angebotenen Brückenkurse reichen oft nicht aus, um diese Defizite aufzufangen.

Die Mathematikurse im Grundstudium sollen also zunächst dieses Basiswissen mit den Studierenden erarbeiten und dann weiterführend die Mathematikkenntnisse vermitteln, die in den Anwendungsfächern benötigt werden. Der Mathematikdozent für die Elektrotechnik muss also mit den Studierenden den langen Weg von der Bruchrechnung bis zur Fouriertransformation bewältigen. In den technischen Fächern wird aber immer wieder darüber geklagt, dass die Studierenden Schwierigkeiten mit der Mathematik und ihrer Anwendung haben. Es fragt sich also, wie effektiv dieser lange Weg in der Mathematik zurückgelegt wird und ob der Zeitrahmen ausreichend ist.

Für die mangelnde mathematische Kompetenz der Studierenden in den Anwendungsfächern lassen sich folgende Ursachen benennen:

- Die Mathematik wird isoliert von den Anwendungen gelehrt:
 - Die Studierenden können nicht in die Anwendung *übersetzen*;
 - Die Studierenden können das erworbene Wissen nicht verankern [2].
- Die Mathematik wird als passives Wissen vermittelt.

NEUE DIDAKTISCHE ANSÄTZE ZUR VERMITTLUNG VON ANSCHLUSSFÄHIGEM WISSEN

Um den Studierenden mathematische Kenntnisse und Fähigkeiten zu vermitteln, die sie auch wirklich einsetzen können, gehe ich von zwei Grundprinzipien in der Lehre aus:

- Verzahnung der Mathematik mit dem Anwendungsfach im Grundstudium;
- Einsatz von aktivierenden Lehr-Lern-Formen.

Verzahnung unter Gender-Aspekten

Junge Frauen beginnen häufig ein Technik-Studium, weil sie sich auch für Mathematik interessieren. Ihnen ist in der Regel die Mathematik vertrauter als die Technik. Die Verzahnung von Mathematik und technischem Fach soll ihnen den Einstieg in die Technik erleichtern und so Studienabbrüchen entgegenwirken.

Sehr viele der männlichen Studienanfänger an der Fachhochschule haben einen ausgeprägten Praxisbezug, aber geringe theoretische Vorbildung. Diese Gruppe hat in der Mathematik große Probleme mit der Strukturerkennung. Hier soll die Verzahnung über technisch vertraute Modelle den Zugang zur Mathematik eröffnen.

Darüber hinaus gibt es unter den männlichen Studienanfängern auch eine kleine Gruppe *guter* Abiturienten (einige Frauen haben auch eine fachspezifische Vorbildung). Gender ist also nicht alleinige Kategorie, aber eine wichtige.

Praxis der Verzahnung

Die Verzahnung beginnt mit der inhaltlichen und zeitlichen Stoffplanabstimmung mit dem technischen Fach (Elektrotechnik), setzt also Kooperation mit den Technik-Kollegen voraus. Die Gestaltung des Curriculums ist eine fachdidaktische Herausforderung, denn einerseits müssen dabei Mathematik-spezifische Interessen zurückgestellt werden, auf der anderen Seite will ich auf eine durchdachte Systematik nicht verzichten.

Die Verzahnung wird realisiert durch:

- Zugang über Beispiele aus dem Anwendungsfach;
- Übungsaufgaben aus dem Anwendungsfach;
- Verdeutlichung von mathematischen Grundkonzepten in der Anwendung;
- Einübung von Modellbildung;
- Gemeinsame Projektaufgabe mit dem Anwendungsfach.

Es wird damit versucht, die Bedürfnisse der oben genannten Studierendengruppen gleichermaßen aufzugreifen:

Bei der Einführung eines neuen Stoffes über das Anwendungsfach können die Männer an ihre Erfahrung in der Technik anknüpfen. Die Frauen und die eher theoretisch orientierten Abiturienten erhalten eine neue Sichtweise der Mathematik von der Technik aus. So habe ich z.B. den Begriff der Ableitung über den differentiellen Widerstand eingeführt.

In den Übungen geht es nicht nur ums Rechnen. Die Männer müssen hier das mathematische Formulieren üben, die Frauen den Umgang mit technischen Bezeichnungen. Übersetzung mathematischer Konzepte in die Anwendung und Modellbildung stellt für alle Gruppen, auch für die guten Abiturienten, eine Herausforderung dar.

In der Projektaufgabe wird ein technisches Problem mit mathematischen Methoden bearbeitet, die Ergebnisse lassen sich wiederum im Labor durch Messung kontrollieren. Im ersten Semester sollte z. B. die Kennlinie einer Diode gemessen und über Messdatenausgleich bzw. Interpolation eine beschreibende Funktion gefunden werden. Bei solch einer Aufgabe werden die Kompetenzen aller Gruppen genutzt und erweitert.

Aktivierende Lehr-Lern-Formen für die Mathematik aus Gender-Sicht

Frauen zeichnen sich häufig durch Kommunikationskompetenz und Kooperationskompetenz aus, das lässt sich für aktives Lernen in Kleingruppen gezielt einsetzen. Männer müssen diese Schlüsselqualifikationen meist erst einüben. Dabei ist die konkrete Erfahrung wichtig, dass gemeinsames Vorgehen zusammen weiterbringt.

Auf der anderen Seite bevorzugen Männer – zumindest am PC – experimentierendes Arbeiten nach dem Prinzip *Trial and Error* [3]. Das lässt sich nutzen, um Anreize zu schaffen und neue Zugänge zum Stoff zu erschließen. Natürlich muss darauf geachtet werden, dass auch die Frauen, deren Stärke eher das systematische Vorgehen in kleinen Schritten ist, zum Zuge kommen.

Gestaltung der Lehrveranstaltung mit Aktiven Lehr-Lern-Formen

Die traditionelle Lehr-Lern-Form an der Fachhochschule ist der seminaristische Unterricht, der durch eine Übung ergänzt wird (die leider bereits vielfach aus dem Stundenplan gestrichen wurde). Seminaristischer Unterricht bedeutet in der Regel

fragend-entwickelnde Darbietung des Stoffes durch die Lehrende bzw. den Lehrenden. Ich möchte auf diese Komponente der Veranstaltung nicht verzichten, da ich sie im Rahmen einer systematischen Vermittlung des Grundlagenwissens in einem fest vorgegebenen Zeitrahmen für unerlässlich halte. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Studierende an Fachhochschulen einen selbständigen Umgang mit Fachliteratur erst erlernen müssen und der *Vorlesung* eine wichtige Mittlerrolle zukommt [4].

Für mich ist die Vorlesung aber nur eine Komponente des Lehr-Lern-Prozesses, zu der aktive Lernformen hinzutreten müssen:

- Beim Einstieg in einen neuen Stoff werden die Studierenden einbezogen;
- Die Studierenden arbeiten experimentell;
- Die Studierenden benutzen ein Computeralgebrasystem (MATLAB) als Werkzeug;
- Neue Techniken werden sofort in der Veranstaltung ausprobiert und Lösungen vorgetragen;
- Aspekte des Stoffes werden in Gruppenarbeit weiterentwickelt;
- Der seminaristische Unterricht wird durch Referate der Studierenden ergänzt;
- Die Studierenden bearbeiten in Kleingruppen eine Projektaufgabe und präsentieren ihre Ergebnisse.

Bei der Stoffsammlung für ein neues Gebiet sind sowohl Frauen wie Männer angesprochen: Es können Erfahrungen aus Mathematik und Technik eingebracht werden, zudem kann die Vorbereitung in Kleingruppen stattfinden, um die Zusammenarbeit zu fördern.

Beim Experimentieren mit mathematischem Hintergrund (in Kleingruppen) soll zunächst die Neugier geweckt werden. Dann geht es aber um die Beantwortung der hinter dem Experiment stehenden mathematischen Fragen, so dass sich beide Gruppen in rein experimentellem Tun und systematischem Überlegen ergänzen müssen. Beispiele für solche Experimente: Exponentielles Wachstum anhand der Faltung eines Papierbogens erfahren, eine Polynomfunktion mit grafischer Unterstützung durch MATLAB bestimmen (s. Abbildung 1, Beispiel aus [5]).

MATLAB wird als Mittel und Anreiz zum Experimentieren genutzt. Die Studierenden lernen damit gleichzeitig ein effektives Werkzeug zur Durchführung von Berechnungen und zur Bearbeitung von technischen Fragestellungen kennen. Ergänzend zu einer kurzen Einführung in der Vorlesung wird zum Erlernen ein Tutorium angeboten, da der Umgang mit einem solchen System Übung erfordert.

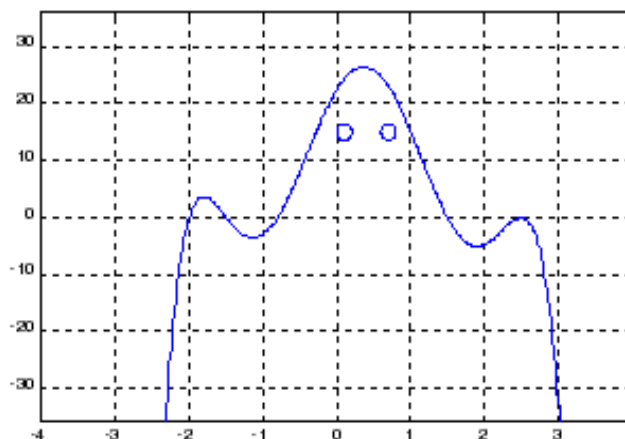


Abbildung 1: Experimentelle Bestimmung einer Polynomfunktion mit MATLAB, Beispiel aus [5].

Das Erproben neuer Techniken und das Weiterentwickeln des Stoffes verlangt Kommunikation, systematisches Vorgehen, Ideen und Mut zum Ausprobieren, so dass hier wieder Frauen und Männer gleichermaßen gefordert sind.

Bei der Projektaufgabe bearbeiten die Studierenden selbständig ein technisches Problem, zunächst im Labor und dann mit den Mitteln der Mathematik und mit Einsatz von MATLAB. Hier können die Frauen ihre Fähigkeiten in Teamarbeit und Mathematik einbringen und die Männer ihre Praxiserfahrung, so dass beide Gruppen voneinander profitieren. Bei der Präsentation können die Studierenden auch ihre Stärken außerhalb des mathematisch-technischen Bereiches zeigen, was auch für die Lehrende bzw. den Lehrenden eine ganz neue Perspektive bei der Leistungsbeurteilung eröffnet.

Ziel dieser Lehr-Lern-Formen ist also, das Interesse der Studierenden am Stoff durch eigenes Tun zu wecken, Kenntnisse dauerhaft zu festigen und Schlüsselqualifikationen im Kontext zum Lernstoff einzuüben. Dabei werden die Fähigkeiten von Männern und Frauen bewusst einbezogen mit dem Ziel, dass beide Gruppen voneinander lernen.

Die Zeit, die diese Unterrichtsform benötigt, gewinne ich durch gute Strukturierung des Stoffes und sorgfältige Schwerpunktsetzung. Ich verzichte nicht auf Systematik, aber ich hinterfrage immer wieder, welches Ziel die Mathematikveranstaltung haben soll und was die Studierenden wirklich brauchen. Natürlich müssen die Studierenden bestimmte Grundtechniken im Rechnen beherrschen, aber wenn das Grundkonzept verstanden ist, sollten auch Taschenrechner oder ein Computer-Algebra-System als Rechenhilfsmittel genutzt werden [6]. Dies erfordert natürlich, dass die Studentin bzw. der Student auch in der Lage ist, die so erhaltenen Ergebnisse kritisch zu beurteilen.

Durch dieses Konzept erhält in der Veranstaltung die Modellbildung mehr Gewicht, die Mathematik wird dadurch aber keineswegs einfacher!

ERSTE ERGEBNISSE/AUSBLICK

Die Studierenden haben in der Evaluation die Veranstaltung sehr gut bewertet, insbesondere der Praxisbezug wurde sehr positiv wahrgenommen. Das Projekt läuft erst seit dem Wintersemester 2004/2005; welche Auswirkungen es auf die Mathematikkompetenz der Studierenden in den Anwendungsfächern haben wird, lässt sich deswegen erst später beurteilen.

Aus Gendersicht ist zur Zeit folgende Bewertung möglich: Es haben bisher zu wenige Frauen an dem Projekt teilgenommen (die das Elektrotechnikstudium aber auch fortsetzen werden). Unser Ziel ist natürlich, mehr Frauen dafür zu gewinnen. Ganz deutlich hat sich gezeigt, dass die Männer aus der Praxis, die an der Fachhochschule eine wichtige Zielgruppe darstellen, eine bessere Chance erhalten haben. Ihre Technikkompetenz ist in die Mathematik mit einbezogen worden und in die Leistungsbewertung sind auch Durchführung und Präsentation der Projektaufgabe eingegangen. Durch die eingesetzten Methoden werden also technische Studiengänge für diese Gruppe studierbarer.

Ich werde meine Veranstaltungen nach dem vorgestellten Konzept fortführen und anhand einer Evaluation im Hauptstudium prüfen, ob sich meine Vorgehensweise positiv auf die Mathematikkompetenz der Studierenden auswirkt. Weiterhin ist geplant, ähnliche Projekte für andere Fachrichtungen anzustoßen, wobei allerdings das Problem besteht, dass der zeitliche Rahmen für Mathematikveranstaltungen bei der Umstellung auf den Bachelor erheblich reduziert worden ist. Außerdem stellt sich die Frage, wie die Kolleginnen bzw. Kollegen unterstützt werden können, die ein solches Projekt durchführen wollen, denn die Vorbereitung ist mit erheblichem Zeitaufwand verbunden.

REFERENZEN

1. Berger, M. und Schwenk, A., Mathematische Grundfertigkeiten der Studienanfänger der Technischen Fachhochschule Berlin und der Schüler der Bertha-von-Suttner-OG Berlin. *Global J. of Engng. Educ.*, 5, 3, 251-258 (2001).

2. Alpers, B., Mathematical Application Projects for Mechanical Engineers – Concept, Guidelines and Examples. *Proc. 5th Inter. Conf. on Technology in Mathematics Teaching (ICTMT 5)*, Klagenfurt, Österreich (2001).
3. Schulte, C., *Jungen können das eben besser – Wahrnehmungsmuster und geschlechtsspezifische Unterschiede in der Informatik*. Vortrag im Rahmen d. Reihe *Struktur und Geschlecht*. Berlin: FU (2005).
4. Ludwig, M., *Projekte im Mathematikunterricht des Gymnasiums*. Hildesheim: Franzbecker (1998).
5. Heugl, H., Klinger, W. und Lechner, J., *Mathematikunterricht mit Computeralgebrasystemen: Ein Didaktisches Lehrbuch mit Erfahrungen aus dem Österreichischen DERIVE-Projekt*. Bonn: Addison-Wesley (1996).
6. Schneider, E., *Computeralgebrasysteme in einem allgemeinbildenden Mathematikunterricht. Klagenfurter Beiträge zur Didaktik der Mathematik*, Bd.2, Klagenfurt, Österreich (2002).

BIOGRAPHIE



Prof. Christiane Diercksen wurde 1948 in Berlin geboren. Von 1968-1974 studierte sie an der Technischen Universität Berlin Mathematik mit Nebenfach Physik, Diplomarbeit auf dem Gebiet der partiellen Differenzialgleichungen. Von 1974 bis 1980 arbeitete sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Hahn-Meitner-Institut für Kernforschung in Berlin im Bereich Softwareentwicklung und mathematische Beratung.

Nach einer Familienpause war sie seit 1990 als Lehrbeauftragte für Mathematik an der Technischen Fachhochschule Berlin tätig, später auch an der Fachhochschule für Technik und Wirtschaft. Ihr besonderer Schwerpunkt ist die Didaktik der Ingenieurmathematik. Sie wurde 2004 auf eine Gender/Innovationsprofessur im Fach Mathematik an der Technischen Fachhochschule Berlin berufen.