

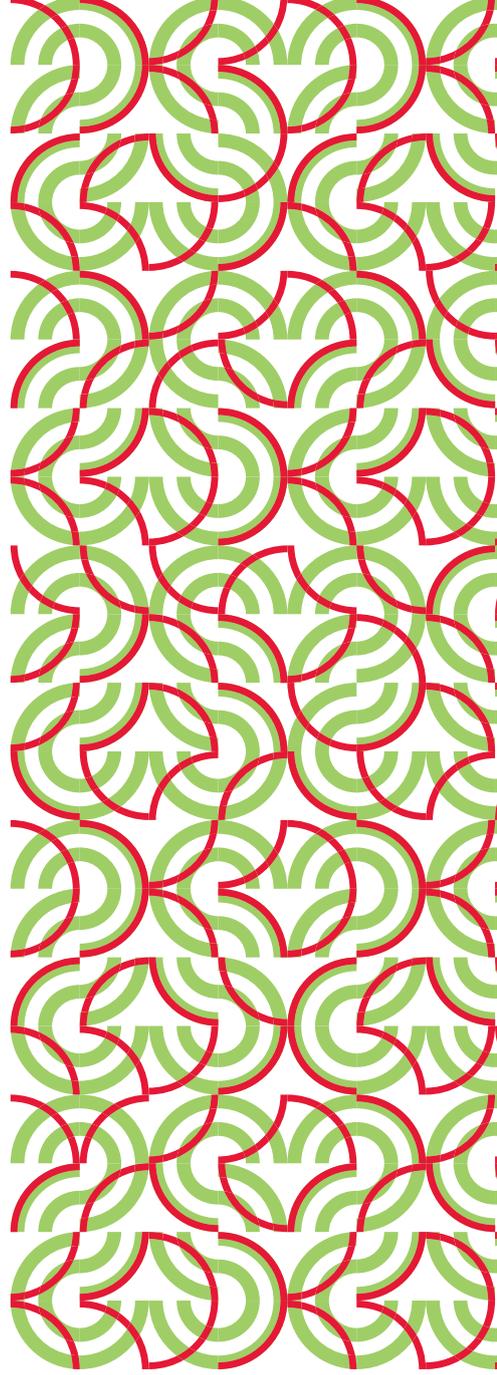
BAND 1

Bildung für den Bedarf?

Zum Stellenwert von Natur- und Ingenieurwissenschaften im Bildungssystem

Thomas Christaller Warum wir mehr Ingenieure brauchen und dabei vor allem auf die Frauen angewiesen sind **Sybille Volkholz** Schulunterricht muss Kompetenzen ausbilden **Krista Sager** Handlungsfelder aus politischer Sicht **Andreas Poltermann** Zur Perspektive der EU-Kommission **Carmen Gransee** Wirtschaftsingenieurin, Medizintechnikerin, Rescue Engineering – Berufsfelder der Zukunft für Frauen? **Elke Warmuth** Das Berliner Netzwerk mathematisch-

naturwissenschaftlich profilierter Schulen **Stefan Ast** Die Schulpartnerschaft des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration **Thomas Christaller** Das Schulprojekt «Roberta» des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme **Anja Tempelhoff** Roberta. Mädchen erobern Roboter **Heike Wiesner & Susanne Maaß** Programmieren, Mathe und ein bisschen Hardware ... Wen lockt dies Bild der Informatik?



BILDUNG FÜR DEN BEDARF?

Bildung für den Bedarf?

Zum Stellenwert von Natur- und Ingenieurwissenschaften im Bildungssystem
Band 1 der Reihe Bildung und Kultur

Herausgegeben von der Grünen Akademie in der Heinrich-Böll-Stiftung
Berlin, November 2007

© Heinrich-Böll-Stiftung

Alle Rechte vorbehalten

Gestaltung: graphic syndicat, Michael Pickardt

Umschlag: blotto Design

Druck: agit-druck, Berlin

ISBN 978-3-927760-72-1

Bestelladresse: Heinrich-Böll-Stiftung, Hackesche Höfe, Rosenthaler Str. 40/41, 10178 Berlin

T +49 30 285340 **F** +49 30 28534109 **E** info@boell.de, www.boell.de

**HEINRICH BÖLL STIFTUNG
SCHRIFTEN ZU BILDUNG UND KULTUR
BAND 1**

Bildung für den Bedarf?

Zum Stellenwert von Natur- und
Ingenieurwissenschaften im Bildungssystem

**Dokumentation eines Werkstattgesprächs der Grünen Akademie
im Januar 2007**

INHALT

7 Vorwort

I Bildung für den Bedarf?

Zum Stellenwert von Natur- und
Ingenieurwissenschaften im Bildungssystem

- 10 **Thomas Christaller** Warum wir mehr Ingenieure brauchen und dabei vor allem auf die Frauen angewiesen sind
- 16 **Sybille Volkholz** Schulunterricht muss Kompetenzen ausbilden
- 21 **Krista Sager** Handlungsfelder aus politischer Sicht
- 26 **Andreas Poltermann** Zur Perspektive der EU-Kommission
- 29 **Carmen Gransee** Wirtschaftsingenieurin, Medizintechnikerin, Rescue Engineering – Berufsfelder der Zukunft für Frauen?

II Best Practice

Konzepte und Kooperationsprojekte mit Zukunft

- 38 **Elke Warmuth** Das Berliner Netzwerk mathematisch-naturwissenschaftlich profilierter Schulen
- 41 **Stefan Ast** Die Schulpartnerschaft des Fraunhofer-Instituts Berlin für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (Fraunhofer IZM)
- 43 **Thomas Christaller** Das Schulprojekt «Roberta» des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme
- 46 **Aus der Diskussion**

III Anhang

- 54 **Anja Tempelhoff** Roberta. Mädchen erobern Roboter
- 60 **Heike Wiesner & Susanne Maaß** Programmieren, Mathe und ein bisschen Hardware... Wen lockt dies Bild der Informatik?

VORWORT

Der vorliegende Band 1 der neuen Reihe «Bildung und Kultur» dokumentiert das 12. Werkstattgespräch der Grünen Akademie vom 12. Januar 2007 zum Thema «Bildung für den Bedarf? Zum Stellenwert von Natur- und Ingenieurwissenschaften im Bildungssystem». Die Grüne Akademie ist ein Netzwerk von Wissenschaftlerinnen, Wissenschaftlern und an theoretischer Reflexion interessierten Menschen aus der grünen Politik. Sie hat sich zur Aufgabe gesetzt, deren unterschiedliche Wissenskulturen miteinander ins Gespräch zu bringen. Die Grüne Akademie arbeitet an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik und möchte mit den Werkstattgesprächen Orte anbieten, an denen solche synergetischen Debatten stattfinden können.

Seit langem schlägt der Verband deutscher Ingenieure Alarm. Zuletzt hat der Europäische Rat davor gewarnt, dass deutsche und andere europäische Ausbildungssysteme einen absehbaren Bedarf an natur- und ingenieurwissenschaftlich qualifizierten Hochschulabsolventen nicht werden befriedigen können. Führt solche Fehlentwicklungen schon immer zu Problemen für Makroökonomie und Wohlfahrt, so gilt dies für die europäischen Gesellschaften im Umbruch zur Wissensgesellschaft in verschärftem Maße. Auch wenn die Lissabon-Strategie der EU zu einseitig auf naturwissenschaftlich-technische Entwicklungen abstellt: ohne eine ausreichende Anzahl von Naturwissenschaftlern und Naturwissenschaftlerinnen sowie Ingenieuren und Ingenieurinnen ist eine europäische Wissensgesellschaft nicht denkbar.

Wo liegen die Ursachen für dieses Missverhältnis, wie kann Abhilfe geschaffen werden, welche politischen Schritte sind nötig?

Wie weit soll und kann sich das Bildungssystem am Bedarf der Wirtschaft orientieren? Aufforderungen zu einer stärkeren Orientierung von Schulen an Perspektiven beruflicher Zukunft oder gar wirtschaftlichem Bedarf werden häufig von den Akteuren des Bildungssystems zurückgewiesen: als unzulässige Einmischung in die Eigenbestimmung und den originären pädagogischen Auftrag des Bildungssystems im Allgemeinen und der Schule im Besonderen. Befürchtet wird die Unterwerfung der Schule unter ökonomische Verwertungsinteressen.

Das Argument der von Nützlichkeitsabwägungen unabhängigen Allgemeinbildung dient allerdings sehr oft als Schutz gegen die Zumutung von Kooperationen mit außerschulischen Akteuren. Denn Kooperationen – mit Unternehmen, mit Hochschulen – verlangen von Lehrpersonal und Schulen die Auseinandersetzung mit den Perspektiven, Interessen und Kompetenzen anderer gesellschaftlicher Akteure.

Gerade für Frauen scheinen natur- und ingenieurwissenschaftliche Studiengänge besonders unattraktiv zu sein. Das liegt auch daran, dass der Schulunterricht die Neugier von Mädchen auf Naturwissenschaft und Technik nicht zu wecken vermag oder sie ihnen sogar austreibt. Die Art des Unterrichts und die Wahl der Unterrichtsgegenstände motivieren nicht, zukunftssträchtige Themen anzupacken. Gesellschaftliche Entwicklungen, die gegenwärtige und zukünftige Lebenswelt der Lernenden

fließen zu wenig in die Curricula ein. Kooperationen können helfen, hier zu einer besseren und motivierenden Passung zu gelangen.

Berlin, im Oktober 2007

Prof. Dr. Thomas Christaller
Mitglied der Grünen Akademie

Ralf Fücks
*Vorstandsmitglied der Heinrich-Böll-Stiftung
und der Grünen Akademie*

Dr. Anne Ulrich
Koordinatorin der Grünen Akademie

I Bildung für den Bedarf?

Zum Stellenwert von Natur- und
Ingenieurwissenschaften im Bildungssystem

Warum wir mehr Ingenieure brauchen und dabei vor allem auf die Frauen angewiesen sind

Bildung war früher ein allgemeines Gut, und es war vor allen Dingen ein Gut der jeweiligen Person. Heutzutage bemühen sich deutlich mehr Institutionen, Organisationen und Unternehmen um das Bildungsgut insgesamt und die Bildung des Einzelnen oder haben Vorstellungen, wie diese Bildung auszusehen hat.

Die ingenieurwissenschaftlichen und naturwissenschaftlichen Fachorganisationen und Interessenvertretungen schreiben mindestens einmal im Jahr einen «Alarmreport», wonach es zu wenige Studierende in naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen gibt. In der Europäischen Union wurde in der *Lissabonner Erklärung* eine Agenda vereinbart: Wir möchten in jeder Jahrgangsstufe einen bestimmten Prozentsatz junger Leute erreichen, die auf eine Universität gehen. Es gibt in Europa bestimmte Vorstellungen davon, welche Rollen Wissenschaft und Forschung spielen sollen. Immer wieder wird der Begriff «Wissensgesellschaft» bemüht, für die man die ausgebildeten Studierenden benötigt.

Das heißt, die Bildung des Einzelnen ist zu einem Thema geworden, das die Gesellschaft interessiert: Interessenverbände, Organisationen, Unternehmen und die Politik. An Schulen ist nicht mehr nur ein traditionell vereinbarter Kanon von Bildungsinhalten zu vermitteln, der im Lauf der Jahrhunderte gewachsen ist und auf den sich die Eliten geeinigt haben. Dieser Bildungskanon soll zusammen mit entsprechenden Kulturfertigkeiten wie Lesen, Schreiben und Rechnen an Kinder und Jugendliche vermittelt werden. Es geht darum, dass Menschen nach der schulischen und nach der Hochschulausbildung in der Lage sein sollen, einen Beruf auszuüben.

Heute ist klar, dass Berufsausübung nicht nur eine Sache von Männern ist, sondern natürlich auch Frauen betrifft, insbesondere in den qualifizierten Berufen. Gerade in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen studieren dramatisch wenige Frauen diese Fächer: nur zwischen zwölf und 15 Prozent; in anderen Fächern sieht das deutlich anders aus in Deutschland und Europa. In anderen Ländern studieren deutlich mehr Frauen natur- und ingenieurwissenschaftliche Fächer und sind anschließend in den entsprechenden Berufen tätig.

Inwieweit sollen sich Schulen solchen gesellschaftlichen Anfragen, Anliegen und erklärten Bedürfnissen öffnen, diese berücksichtigen und mit dafür Sorge tragen, dass Kinder und Jugendliche für solche Qualifikationen ausgebildet werden, damit sie anschließend in der Lage sind, entsprechende Berufe zu ergreifen?

In dem Buch von Dietrich Schwanitz «Bildung. Alles, was man wissen muss» heißt es sinngemäß: Es ist schön und gut, dass man ein paar interessante natur- und

ingenieurwissenschaftliche Dinge weiß, aber zur Bildung gehören sie nicht. Wir sind in den hochindustrialisierten Ländern auf einem Stand, der nicht unabhängig von den Erkenntnissen der Natur- und Ingenieurwissenschaften ist.

Der Mangel an ausgebildeten Naturwissenschaftlern und Naturwissenschaftlerinnen sowie Ingenieuren und Ingenieurinnen ist seit Jahren bekannt. Dieser Befund wird bei verschiedensten Gelegenheiten vorgetragen. Es gibt vielfältige Analysen und Begründungen, wie es dazu kommen konnte und was dieser Mangel für die Zukunft bedeuten könnte.

Wenn man fragt, welche Vorschläge es gibt, um diesen Mangel zu beheben, und wenn man sieht, wie lange es dauern wird, bis dieser Mangel behoben sein wird, und wie viel Geld das kosten mag, dann wird deutlich, dass umfassende Konzepte fehlen. Das hat gute Gründe. Ob ich selbst in der Lage sein werde, in einem kurzen Beitrag ein konsistentes und überzeugendes Konzept vorzustellen, darf bezweifelt werden. Ich möchte mich auf wenige Aspekte beschränken, die wichtig sind, um ein solches Konzept zu entwickeln.

Ich beginne mit vier Hypothesen über die Ingenieurwissenschaften, die Ingenieure und deren Zusammenhang mit Wirtschaft und Gesellschaft.

Die erste Hypothese lautet: Trotz der vielbeschworenen Dematerialisierung, Virtualisierung und Wissensbasierung von menschlichen Tätigkeiten im privaten, öffentlichen oder wirtschaftlichen Raum muss man festhalten, dass noch nie so viele Rohstoffe abgebaut und erzeugt, noch nie so viele Güter produziert wurden und auch noch nie so viele Güter und Personen transportiert wurden wie heute.

Die zweite Hypothese: Viele Ingenieur Tätigkeiten sind sehr abstrakt. Die meisten Ingenieure sitzen vor einem Rechner, entwerfen technische Systeme, testen diese in Simulationen. Nur im Ausnahmefall stehen sie an einer Produktionsmaschine und haben direkten physischen Kontakt mit dem Material, aus dem dieses technische System besteht. Deshalb werden Ingenieure fälschlicherweise zu Dienstleistern oder Wissensarbeitern hinzugezählt und nicht mehr als essenzieller Bestandteil der materiellen Welt von Produktion, Fertigung und Logistik gesehen.

Die dritte Hypothese ist: In den Bereichen Finanzen/Versicherungen, Militär, Handel, Dienstleistung, Administration, Handwerk und Industrie haben Materie, Güter, Technik etc. unterschiedliche Funktionen. In diesen Bereichen spielen zunehmend komplexere mechatronische und informatisierte Systeme eine zentrale Rolle. Mechatronische Systeme sind nichts anderes als mechanische Bauteile, Sensoren und Motoren. Der Begriff «Mechatronik» geht auf die Formulierung des Gründers der japanischen Robotik-Firma Yaskawa in Süd Japan in den 50er Jahren zurück. «Informatisierte Systeme» sind das, was wir alle kennen: Überall in den Systemen stecken kleine Mikro-Controller, Chips, die die Informationsverarbeitung in diesem System übernehmen. Das heißt, diese technischen Systeme sind über alle gesellschaftlichen und ökonomischen Bereiche verteilt und spielen dort eine zentrale Rolle. Große Projekte bedürfen heute einer umfangreichen Finanzierung und Absicherung. Wenn Sie zum Beispiel ein Kraftwerk, eine Eisenbahnanlage oder eine Produktionsanlage bauen – ein logistisches System –, dann ist das nicht nur eine Ingenieuraufgabe. Da spielt das Ingenieursystem eine zentrale Rolle auch für Finanzleute oder Versicherungstechniker etc. Auch im militärischen Bereich oder im Handel spielen Ingenieurleistungen eine wichtige Rolle. Der Transport, die Logistikketten sind ohne Ingenieurleistungen und technische Systeme nicht mehr vorstellbar.

Meine vierte Hypothese: Es gibt nur noch wenige Volkswirtschaften, die in den Bereichen Handwerk und Industrie schwach sind und trotzdem als Volkswirtschaft erfolgreich sind. Ein Beispiel, das mag vielleicht überraschen, sind die USA. Die USA sind im klassischen Bereich Produktion und Fertigung eher schlecht im Vergleich zu Deutschland, können sich das aber leisten, weil sie erfolgreich sind als Finanzier der Erde und als Weltpolizist. Alle anderen Volkswirtschaften können es sich keinesfalls leisten, im Bereich Handwerk/Industrie schwach zu sein. Das heißt, die große Mehrheit der Volkswirtschaften kann nur dann ein hohes Wohlstandsniveau für ihre Mitglieder garantieren, wenn sie im Bereich Handwerk/Industrie bei Produktion und Fertigung stark ist. Stark sein heißt: innovativ und leistungsfähig, mit Personal gut ausgestattet. Und vor allen Dingen muss dieses Personal sehr gut ausgebildet sein.

Das sind meine vier Hypothesen. Wenn man diese akzeptiert, so stellt sich eine wichtige Frage: Wie viele Ingenieurinnen und Ingenieure braucht ein Land wie Deutschland? In welcher Qualität werden sie benötigt?

Der VDI, der Verein Deutscher Ingenieure, der Lobby-Verband sowohl der akademischen Ingenieure als auch derer, die in Industrie und Wirtschaft arbeiten, publiziert seit mehreren Jahren Studien, dass in den Ingenieurdisziplinen jedes Jahr zwischen 15.000 und 20.000 Absolventen fehlen, und zwar mit den Schwerpunkten Elektrotechnik, Maschinenbau und Informatik. Nun könnte man sagen: Bei ca. 80 Millionen Einwohnern in Deutschland sind 15.000 bis 20.000 keine große Zahl. Wenn man diese Zahlen aber ins Verhältnis setzt zu der Anzahl der Absolventen, die jedes Jahr alle Hochschulen in Deutschland verlassen, also Fachhochschulen und Universitäten, dann stellt man fest: Das wären 40.000 Ingenieurinnen und Ingenieure. Der VDI behauptet also, dass man bei der Absolventenzahl um 50 Prozent zulegen müsste. Man müsste sämtliche Hochschulen, Fachhochschulen und Universitäten genau um diese Kapazität vergrößern und doppelt so viele Ingenieurprofessuren haben, doppelt so viele Labore, Experimentalarbeitsplätze, Material und so weiter. Das ist vollkommen unrealistisch. Wenn man die Forderung ernst nehmen wollte, dass schon seit ungefähr fünf Jahren jedes Jahr 50 Prozent mehr Ingenieurinnen und Ingenieure hätten ausgebildet werden sollen, dann sollte man sich Gedanken darüber machen, diesen Zustand zu verändern. Das ist die eine Seite.

Die andere Seite sieht folgendermaßen aus: Alle diejenigen, die heute Ingenieur werden wollen, studieren bereits entsprechende Fächer. Wenn man die Absolventenzahl erhöhen will, hat man nur zwei Möglichkeiten: Entweder reduziert man die Abbrecherquote oder man erhöht den Input, das heißt, man sorgt dafür, dass mehr Menschen die ingenieurwissenschaftlichen Fächer studieren.

Gehen wir vom einfacheren Fall aus, dass man die Anfängerzahlen verdoppeln möchte. Wenn man die Studierendenzahlen anschaut, stellt man fest, dass es in Deutschland bezogen auf die Ingenieurwissenschaften ein krasses Missverhältnis gibt im Verhältnis von Männern und Frauen: Zwischen zwölf und 14 Prozent aller Studierenden im Schnitt aller Ingenieurdisziplinen sind Frauen, einschließlich Bauingenieurwesen und Architektur, wo traditionell mehr Frauen studieren. Das heißt, wenn man die Anfängerzahlen signifikant erhöhen will, hat man nur eine einzige Möglichkeit: Man muss dafür sorgen, dass mehr Frauen diese Fächer studieren.

Viele Untersuchungen haben aber gezeigt, dass sich Frauen dann, wenn sie an die Hochschulen kommen, längst dazu entschlossen haben, auf keinen Fall Ingenieurwissenschaften zu studieren. Wenn man in der Universität oder in der Fachhoch-

schule auf Frauen ausgerichtete Reklame für die Ingenieurwissenschaften machen wollte, dann kommt das zu spät.

Man muss in der Schule anfangen und versuchen einen Unterricht zu machen, der auch für junge Frauen und Mädchen so attraktiv ist, dass sie sehen, Technik ist etwas, das sie verstehen, mit dem sie etwas anfangen, was auch sie sich aneignen können und mit dem man kreativ umgehen kann. Ich halte das für die zentrale Herausforderung.

Die Grundsatzentscheidung, in welche Richtung das Studieninteresse geht, wird schon vor der Pubertät gefällt. Das trifft auf Jungen als auch auf Mädchen zu bei Ingenieurwissenschaften, aber bei Jungen ist es nicht so dramatisch wie bei Mädchen. Das heißt, im Alter bis zu 13 Jahren entscheiden die meisten Mädchen, in welche grundsätzliche Richtung ihre Interessen gehen, was sie später machen wollen. In aller Regel schließen sie spätestens zu diesem Zeitpunkt Ingenieurwissenschaften und oft auch Naturwissenschaften als mögliches Studienfach für sich aus. Das ist der allgemeine Befund.

Was kann man da machen? Ich bin kein Pädagoge. Ich bin zwar Hochschullehrer, aber kein Schullehrer, ich bin auch nicht als Fachdidaktiker ausgewiesen. Was kann man machen, wenn man außerhalb der Schule tätig ist und trotzdem dazu beitragen will, dass sich etwas am Unterricht in den Schulen ändert?

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an meinem Fraunhofer-Institut haben festgestellt, dass Kinder und Jugendliche auf Roboter hoch emotional reagieren. Das ist vollkommen normal. Das ist auch bei Erwachsenen so. Eine Anekdote: Als meine Tochter mit vier Jahren zum ersten Mal bewusst bei uns am Institut war, hatten wir einen Tag der offenen Tür. Einer meiner damaligen Mitarbeiter, Frank Kirchner, der jetzt am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Bremen ist, hatte eine achtbeinige Laufmaschine gebaut mit der Absicht, sie ameisenähnlich zu machen. Eine Ameise ist deutlich kleiner. Für ein vierjähriges Kind ist es schwer zu verstehen, dass das ameisenähnlich sein soll. Außerdem war die Maschine abgeschaltet und deswegen für meine Tochter ausgesprochen unattraktiv. In dem Moment, als Frank Kirchner den Schalter umgelegt hatte, machte die Maschine ein Geräusch, stand auf den acht Beinen und fing an zu laufen. Sie hatte ganz einfache Sensoren, Ultraschallsensoren, mit denen man Abstand messen kann, und war so programmiert, dass die Laufmaschine ein Stück weit zurücksetzte, wenn sie ein Hindernis über diese Ultraschallwellen erkannte und versuchte, sich anders zu orientieren, um am Hindernis vorbeizulaufen. In dem Moment war das Interesse unserer Tochter geweckt, und sie hat sich fest vorgenommen, nach meiner Pensionierung das Institut zu übernehmen.

Diese sehr persönliche Erfahrung hat bei mir zu der Erkenntnis geführt, dass es ein Vorurteil von Erwachsenen ist, dass Mädchen sich nicht für Technik interessieren. Wie können wir das hinkriegen, dass sich Mädchen für Technik interessieren? Es gibt Baukastensysteme, mit denen man technische Systeme bauen kann, insbesondere Roboter. In den Baukastensystemen sind Motoren, Sensoren, die man mit dem PC programmieren kann. Wir haben uns ein paar von diesen Kästen besorgt und angefangen, zu experimentieren. Das war sehr spannend. Dann haben wir Experimente mit Kindern durchgeführt, um herauszufinden, auf welche Experimente insbesondere die Mädchen ansprechen und die Jungen sich trotzdem nicht langweilen. Wir haben eine ganze Reihe davon gefunden. Ich will nur zwei erwähnen:

In einem Experiment baut man ein relativ komplexes Szenario auf, in dem es darum geht, verschüttete Menschen in einer Katastrophenumgebung zu finden. Wichtig ist eine schwarze Linie auf dem Boden. Auf der schwarzen Linie sind symbolisch Menschengestalten aufgemalt. Die Aufgabe der Kinder ist es, Roboter zu bauen, die in der Lage sind, auf dieser schwarzen Linie zu fahren und diese grünen Männchen zu finden. Derjenige, der am meisten davon findet, bekommt einen Preis.

Das zweite Experiment haben wir «Bientanz» genannt. Es ist bekannt, dass Bienen untereinander dadurch kommunizieren, dass sie vor dem Einflugloch einen Schwänzeltanz machen, mit dem sie signalisieren, in welcher Entfernung in welcher Qualität sie Blüten gefunden haben. Das ist sehr gut beschrieben, das könnte man im Biologieunterricht auch vermitteln. Wir haben versucht, entsprechende Roboterexperimente aufzubauen. Die Kinder bauen Roboter, die genau diesen Schwänzeltanz machen. Es gibt ein Szenario, wo die Roboter wie eine Biene künstliche Blumen suchen sollen, zurückfahren und dies den anderen Robotern über eine Tanzbewegung kommunizieren. Die anderen Roboter müssen das wahrnehmen und selber erfolgreich die Blume finden.

Wir haben etliche Experimente dieser Art entwickelt und inzwischen vier bis fünf Bücher als Ausbildungsunterlagen für Lehrkräfte sowie Schüler und Schülerinnen entwickelt. Wir machen Lehrerausbildung. Wir haben mehr als 16 Regionalzentren in der Bundesrepublik gegründet, drei Regionalzentren in der Schweiz, zwei in Österreich, zwei in Schweden, zwei in England und drei in Italien. In Frankreich sind viele Menschen interessiert, auch in Portugal und in Osteuropa. Wir versuchen, ein Netzwerk aufzubauen, wo wir als Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unser Know-how aus Anwendung und Forschungsentwicklung herunterbrechen und relativ zeitnah vermitteln. Mit dem Ziel, dass Kinder im Alter von zehn bis 15 Jahren diese Experimente verstehen und selbst durchführen – unter deutlich vereinfachten Bedingungen.

Unsere Erfahrung ist, dass insbesondere Mädchen enorm an Selbstbewusstsein gewinnen. Schon nach einem Kurs, der mindestens eine Stunde dauert, sind die meisten Mädchen wild darauf, an einem Fortsetzungskurs teilzunehmen. Je mehr sie machen, desto mehr wollen sie wissen. Das ist das Interessante, dass der Spaß und die Freude an diesen Dingen nicht verloren geht. Die Neugierde wird geweckt. Die Kinder lernen nebenher jede Menge Mathematik. Ich kann nur sagen: Einen Roboter bauen Sie nicht, wenn Sie nicht gut in Geometrie sind und nicht irgendwann Differential- und Integralrechnung beherrschen. Sie werden Roboter auch nicht bauen können, wenn sie nichts von Elektromagnetismus, Elektrik und Optik verstehen. Sie müssen die Hebelgesetze kennen und die Kraftübertragung. Sie müssen Getriebe berechnen, Motorleistungen, Spannungsverhältnisse am Akku-Ladegerät und so weiter. Und es gibt auch den Kampf mit der Technik. Vieles funktioniert einfach nicht. Aber die Kinder entwickeln eine unglaubliche Fantasie und großes Durchhaltevermögen, Probleme zu überwinden, um ihre Roboter zu entwickeln und vorzustellen. Deswegen bin ich davon überzeugt, dass dies ein gangbarer Weg ist.

Allerdings ist das, was wir vermitteln, nicht im normalen Schulcurriculum abgebildet. Es ist freiwilliger Unterricht am Nachmittag und am Wochenende. Im Augenblick sind wir dabei, mit einzelnen Bundesländern darüber zu reden und herauszufinden, ob in diesem Robotik-Experiment nicht Anteile enthalten sind, die Einheiten im klassischen Curriculum des Mathematik-, Physik- und Technikunter-

richts entsprechen. Dann könnten die Fachlehrer an diesen Stellen im Unterricht ihr normales Lehrmaterial beiseite legen und ein Robotik-Experiment durchführen. Die Herausforderung besteht darin, dass Sie nicht erst die Mathematikanteile des Roboters machen können und dann die Physikanteile und danach die Technikanteile. Wenn Sie am Roboter bauen, werden all die Kenntnisse gleichzeitig benötigt. Das wird eine große Herausforderung für die Schulen. Wenn wir in ein paar Jahren die ersten Versuche gemacht haben, könnte das eine kleine Revolution bedeuten für den gesamten Schulunterricht.

Die Mädchen, die heute zehn Jahre alt sind, werden erst in 15 oder 20 Jahren ihre Ingenieurausbildung erfolgreich abgeschlossen haben. Erst dann werden sie im Beruf stehen, möglicherweise an Positionen, wo sie als Vorbild fungieren, Verantwortung übernehmen und anfangen, die Welt zu verändern. Ich bin bereit, in diesen Prozess hineinzugehen. Schneller geht es nicht. Man muss diese Zeitabläufe berücksichtigen. Das bedeutet, dass man von der bildungspolitischen Seite fordern muss, langfristig angelegte Konzepte aufzusetzen und diese mit aller Vorsicht und Konsequenz umzusetzen.



Prof. Dr. Thomas Christaller ist Mitglied der Grünen Akademie und Leiter des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS), St. Augustin; Schulprojekt «Roberta. Mädchen erobern Roboter».

Schulunterricht muss Kompetenzen ausbilden

Mathematik und Naturwissenschaft sind in unseren schulischen Curricula grundlegend untergewichtet. Ich glaube, dass dieses Problem mit der Konstruktion unseres Bildungsbegriffs zusammen hängt. Das kann auch eine der Ursachen sein, warum wir zunehmende Probleme bei der Vermittlung in die Ausbildung haben. Das kann auch Grund dafür sein, warum Bildungsreformen so schwer in Gang zu setzen sind. Die Distanz zu Naturwissenschaft und Technik kann eng mit der Distanz zur Ökonomie zusammenhängen.

Wir hören immer wieder die Klagen der «Abnehmerseite» über mangelnde oder nicht passende Qualifikationen von Schulabgängern. Wir hören Fragen, warum die Bildungsreform nicht zu einem gesellschaftlich noch umfassenderen Thema und nicht als harter ökonomischer Faktor gesehen wird, von dem das Wohlergehen einer Gesellschaft abhängt. Alle freuen sich darüber, dass das Thema Bildung, insbesondere schulische Bildung, seit PISA einen größeren Stellenwert hat. Aber es gibt nach wie vor keinen gesellschaftlichen Konsens darüber, dass Bildung eine wichtige Voraussetzung für das Wohlergehen einer Gesellschaft ist und dass es einem ökonomischen Standort und einer Gesellschaft nur gut gehen kann, wenn der Unterbau des Kompetenzerwerbs funktioniert.

Die Bildungskommission der Heinrich-Böll-Stiftung hat sich in ihrer 5. Empfehlung «Lernkonzepte für eine zukunftsfähige Schule» mit dem Problem der schulischen Inhalte befasst. Ich zitiere daraus:

«Curricula und Arbeitsstrukturen der Schule stehen seit Jahrzehnten in der Kritik: Die Inhalte sind nur zu geringen Teilen zukunftsrelevant, sei es für die Individuen, sei es für die Gesellschaft. Der Fachunterricht genügt häufig weder inhaltlich noch methodisch den Anforderungen an einen wissenschaftspropädeutischen Unterricht. Im Fall des naturwissenschaftlichen Unterrichts verfehlt er das Ziel, nachhaltig Orientierung in der wissenschaftlich-technischen Welt zu geben und das Interesse des potentiellen Nachwuchses für ein Studium naturwissenschaftlicher Fächer zu wecken. Die Aufgabe, vielfältige soziale Kompetenzen auszubilden und Voraussetzungen für die Teilhabe an gesellschaftlichen Diskursen und gesellschaftlichen Prozessen zu schaffen, erfüllt die Schule sehr mangelhaft, obwohl Kinder und Jugendliche mindestens zehn Jahre lang einen erheblichen Teil ihrer wachen Stunden in dieser Institution verbringen. Aktive Teilhabe an der Kultur ist in den seltensten Fällen ein Ziel schulischen Lernens oder des Schullebens. Als Teil des öffentlichen Lebens und der Politik im Nahraum ist die Schule in der Regel nicht präsent.»¹

¹ Bildungskommission der Heinrich-Böll-Stiftung (Hrsg): *Selbstständig lernen. Bildung stärkt Zivilgesellschaft*, Weinheim 2004, S. 130 f.

Ich will damit deutlich machen, dass das oben beschriebene Problem in einen Kontext gehört, der diese Anwendungsferne zu vielen Bereichen konstruiert. Was in diesem Fall erschwerend hinzukommt, hat Michael Naumann vor zwei Jahren in der *Zeit* beschrieben: Das Problem unserer Intellektuellen sei ihre große Distanz zu Technik und moderner Entwicklung – was im Übrigen auch für Grüne ein Thema sein sollte. Möglicherweise hilft ein historischer Kontext weiter: «Die Misere des deutschen Bildungssystems hat ihren Ursprung in einer fatalen Asymmetrie. Wir überfrachten den Bildungsbegriff auf der einen Seite und unterschätzen die Erziehungswirklichkeit»² auf der anderen Seite. Der Bildungsbegriff in vielen Debatten um Allgemeinbildung gründet sich auf einer emphatisch aufgeladenen Definition. Damit geht offensichtlich einher, dass die Wirklichkeit an den Schulen und die Vorstellungen davon, was Jugendliche lernen können, bei der Konstruktion unserer schulischen Curricula völlig ausgeblendet werden. Jürgen Baumert hat in der PISA-Studie 2000 darauf hingewiesen, dass die Vorstellungen von Lehrplanexperten, was Jugendliche lernen können, völlig abwegig sind. Es ist daher kein Wunder, dass die Latten bei uns so hoch gehängt sind, dass Jugendliche eher drunter laufen können, als sie zu überspringen.

Die Aufladung des Bildungsbegriffs in der deutschen Debatte knüpft nahtlos an die Tradition des Bildungsbürgertums des 19. Jahrhunderts an, das Bildung ausschließlich als zweckfrei und fern jeden Nützlichkeitsstrebens definiert. Bildung wird ausdrücklich als Abgrenzung zur ökonomischen Massenproduktion reklamiert. Damit ist der Anspruch, alle Menschen an dieser Bildung teilhaben zu lassen und sich darum zu mühen, suspendiert.

Die OECD und damit auch die PISA-Tests gehen dagegen von einem Kompetenzansatz aus, in dem definiert wird, über welche Kompetenzen 15-Jährige in den Bereichen Textverständnis, Mathematik und Naturwissenschaften verfügen sollten. Um diese Ansätze hat es regelmäßig sowohl bei Pädagogen (Frankfurter Erklärung) wie im Feuilleton heftige Debatten gegeben. Die *FAZ* wie die *Süddeutsche Zeitung*³ treten nach der Veröffentlichung der PISA-II-Ergebnisse mit Artikeln wie «Bildung lässt sich nicht messen» und meinen, die gewählten Tests seien eher zur Dressur geeignet als dazu, Bildungsbürger auszuzeichnen. Wer nach Kompetenzen fragt und nach der Fähigkeit, in der Welt zurechtzukommen, macht sich immer schon ökonomischen Nützlichkeitsdenkens schuldig.

Die Verfechter des Kanons und der inhaltlichen Festlegung des Bildungsbegriffs proklamieren zwar dessen Integrationsfunktion, bei genauerem Hinsehen allerdings scheint eher definiert zu werden, wer nicht zu den Teilhabern an dieser Bildung gehört.

Manfred Fuhrmann z. B. beansprucht, «an Bildung als an etwas durch Inhalte Bestimmtes zu erinnern, als an eine im Lauf der Geschichte gewachsene, keineswegs auf blutleere Begriffe beschränkte Überlieferung, die auch der Gegenwart noch bewahrenswert erscheinen sollte». Vor allem interessiert ihn «das Verschwinden des

2 Wolf Lepenies: «Bildungspathos und Erziehungswirklichkeit», in: Kilius, Kluge u. a. (Hrsg.): *Die Bildung der Zukunft*, Frankfurt/M. 2003, S. 15.

3 Z. B. *FAZ* vom 9.12.2004, «Bildung lässt sich nicht messen» von Heike Schmoll, *SZ* vom 6.12.2004, «Borniert und blöd mit hoher Punktzahl» von Jens Bisky, *SZ* vom 7.12.2004, «Strebermann, geh du voran» von Thomas Steinfeld.

humanistischen Gymnasiums und die Formierung der Erlebnisgesellschaft».⁴ Eines macht diese Formulierung sehr deutlich: Wer jenseits des humanistischen Gymnasiums nur noch die Erlebnisgesellschaft wittert, klammert mehr als 80% der Jugendlichen von einer seriösen Auseinandersetzung mit ihren Bildungsprozessen aus.

Das angelsächsische Curriculum oder auch das schwedische ist im Vergleich dazu weitaus realistischer, pragmatischer und an der erfahrbaren Lebenswelt der Jugendlichen orientiert. Die Gegenstände haben einen größeren Anwendungsbezug, und in der Schule kann man durchaus mit nicht-kognitiven Fähigkeiten Erfolge haben. Wer in der Fußballmannschaft erfolgreich ist, gewinnt dadurch Anerkennung, fühlt sich aufgehoben und schöpft Motivationsressourcen, um sich schwierigeren Aufgaben zuzuwenden.

Die bereits zitierte Bildungskommission der Heinrich-Böll-Stiftung hat sich in ihrer 5. Empfehlung «Lernkonzepte für eine zukunftsfähige Schule. Von Schlüsselkompetenzen zum Curriculum» mit dieser Frage befasst und ebenfalls vorge schlagen, vom Kompetenzansatz auszugehen. Sie hat sich damit auch dieser Kritik stellen müssen.

Der Kompetenzansatz geht allerdings nicht davon aus, dass Kompetenzen ohne Gegenstände erworben werden. Sie müssen sich aber dadurch legitimieren, dass sie geeignet sind, von Lernenden verarbeitet werden zu können. Im Mittelpunkt steht die Person des Lernenden und dessen Lernprozess, insofern gilt auch die wissenschaftliche Anstrengung diesem Prozess. Dieser Ansatz geht nicht davon aus, dass sich damit die Motivationsfrage erledigt habe, sie misst der Lernmotivation aber einen größeren Stellenwert zu, d. h. Lehrende müssen den Bezug des Gegenstandes zu den Lernenden deutlich machen können.

Die Konzeption eines Kanons denkt vom Gegenstand her, der aus sich heraus Bindung stiften und motivieren soll. Dieser Ansatz ist meist an die Klasse als Kollektiv und nicht an den einzelnen Lerner gerichtet. Angelsächsischer (z. B. kanadischer) Unterricht macht diesen Unterschied sehr deutlich – im Mittelpunkt der schulischen Gegenstände stehen Schülerinnen und Schüler, und der persönliche Bezug zum Gegenstand ist bestimmend, wie die Beziehungen zwischen den Schüler und Schülerinnen auch Lerngegenstand sind. Insofern erscheint es nicht sinnvoll, einen inhaltlichen Bildungsbegriff alternativ zum Kompetenzansatz aufzubauen. Kompetenzen sind das notwendige Fundament für die Teilhabe am gesellschaftlichen Leben und die individuelle Handlungsfähigkeit.

Dass dieser Zusammenhang nicht hergestellt und in ein vernünftiges Verhältnis gesetzt wird, könnte ein zentrales Problem unserer Schulen sein. Das könnte mit dafür verantwortlich sein, dass ein großer Teil vor allem von Jugendlichen aus der Unterschicht kein Verhältnis zu den Lerninhalten entwickelt und damit keinen Erfolg in der Schule hat. Mit der unterentwickelten Orientierung an den Lernenden und deren Motivation erklärt sich, warum sich unsere Bildungseinrichtungen so schwer tun, Mädchen und Jungen gezielt zu fördern. Die Schüler sind als Subjekte zu wenig Gegenstand der pädagogischen und wissenschaftlichen Bearbeitung. Trotz vieler Ansätze sind Traditionen außerordentlich schwer aufzubrechen.

Möglicherweise hat die Konstruktion von Rahmenplänen und Unterrichtsinhalten einen Ursprung im antiökonomischen Reflex des Bildungsbürgertums. In der

4 Manfred Fuhrmann: *Bildung – Europas kulturelle Identität*, Stuttgart 2002, S. 6 f.

bildungspolitischen Diskussion lässt sich links wie rechts beobachten, wie lange sich der Grundsatz gehalten hat, dass Bildung sich keinen Verwertungsinteressen zu unterwerfen habe. Sobald sich Verbände oder Vertreter der Wirtschaft zur Bildung äußern, wird dies häufig unter demselben Generalverdacht gestellt. Auch wenn sich hier viel geändert hat und Bildungseinrichtungen offener werden, sind wir noch weit davon entfernt, dass der Bereich der Wirtschaft als ein gesellschaftlicher Bereich angesehen wird, der zur Orientierung von Jugendlichen für ihre Zukunft lebensnotwendig ist.

Die von mir hochgeschätzte Initiative «Blick über den Zaun», eine wirklich gute reformpädagogische Initiative, fängt in ihrer gemeinsamen Erklärung (im Plädoyer) genau mit diesem Grundsatz an. «Bildung ist mehr als eine Wirtschafts-Ressource. Sie ist zunächst und vor allem ein Grundrecht jedes Menschen auf individuelle Persönlichkeitsbildung und Welterfahrung.» Ist unser Bildungssystem derzeit in der Gefahr oder war in der Vergangenheit in der Gefahr, nur ökonomischen Interessen zu dienen? Ich behaupte: Das war es nicht. Unser allgemeinbildendes Schulwesen war weder in der Vergangenheit noch ist es in der Gegenwart vorrangig an ökonomischen Erfordernissen orientiert; eher zu wenig. Der tiefsitzende Reflex gegen die Orientierung an wirtschaftlichen Erfordernissen bei vielen Pädagogen und Bildungsakteuren ist gewissermaßen eine Fortsetzung des Verhältnisses von Bürgertum und Ökonomie aus dem 19. Jahrhundert.

Meine Forderung ist: Wir sollten nicht länger darum kämpfen, die Bereiche Bildung und Ökonomie gegeneinander abzugrenzen, sondern sollten sie in einen integrierenden Zusammenhang setzen. Wir sollten die Orientierung an wirtschaftlichen Entwicklungen neben politischen, emanzipatorischen, kulturellen und sozialen als gleichberechtigte und integrierende Konzepte entwickeln. Das heißt, wir brauchen eine stärkere Orientierung schulischer Inhalte an der Lebenswelt von Jugendlichen und an Kompetenzen, über die 15- und 16-jährige Jugendliche verfügen müssen, auch für ihre berufliche Zukunft. Jugendliche brauchen die Gewissheit, dass Schulen ihnen das notwendige Fundament zur Verfügung stellen. Schulische Inhalte müssen sich vor allem an der Lebenswelt auch von Migrant*innen orientieren, Anschlüsse zulassen und Einstiege erleichtern. Wirtschaft gehört wie Kultur, Politik, private Lebensgestaltung zu den Gesellschaftsbereichen, die in der Schule einen selbstverständlichen Platz brauchen. Die Teilhabe in diesen Feldern ist für Jugendliche lebensnotwendig, und es braucht mehr Wissen davon in der Schule. Hier Distanzen abzubauen gelingt auch durch konkrete Partnerschaften zwischen Betrieben und Schulen.

Die begonnenen Reformen hinsichtlich der Entwicklung von Standards und klarer Leistungsorientierung sind richtig und sollten weiter entwickelt werden. Sie müssen aber ergänzt werden durch Fortbildungen für Lehrkräfte, die helfen, Potenziale von Jugendlichen zu erkennen und zu ermutigen. Hier sind vor allem Kooperationen mit Dritten in Feldern, die nicht nur kognitiv orientiert sind, Tanz, Bewegung, Musik etc. hilfreich. Nur Jugendliche, die Gelegenheiten zu Erfolgen bekommen, können sich auch an ihre Schwächen herantrauen.

Bildungsreformen müssen aber flankiert werden durch gesellschaftliche Programme, die helfen sollen, Distanzen zwischen Schichten in Bewegung zu bringen. Dazu können Ansätze wie die *affirmative action* der USA oder Quotierungen beim Zugang zu bestimmten Positionen helfen. Der Ansatz der Hertie- oder der

Vodafone-Stiftungen, begabte Migranten und Migrantinnen zu fördern, ist für dieses Anliegen wegweisend und sollte auf die Berufseinstiege und die Begleitung der Karrieren ausgeweitet werden. Es sollten mehr Mentoring-Programme eingerichtet werden, die Kinder aus benachteiligten Schichten sowohl in der Schule als auch darüber hinaus begleiten. Kinder unterer Schichten, Migrantenkinder müssen erleben, dass sich Anstrengungen lohnen.

Abschließend heißt dies: Bildung kann sich nicht am wirtschaftlichen Bedarf im Sinne einer Planwirtschaft orientieren. Dies hat ohnehin nie funktioniert. Bildung muss aber Jugendliche ermutigen, wirtschaftliche Entwicklungen sorgfältig zu beobachten und als eigenen zu gestaltenden Lebensraum zu begreifen.



Sybille Volkholz ist Mitglied der Grünen Akademie und ehemalige Bildungssenatorin für Bündnis 90/Die Grünen in Berlin. Sie war über mehrere Jahre Vorsitzende der Bildungskommission der Heinrich-Böll-Stiftung.

Handlungsfelder aus politischer Sicht

Wenn sich die verschiedenen Akteure schon so lange mit dem Thema Bildung beschäftigen und seit Jahren wissen, was man machen müsste – warum hat man dann so wenig Erfolg?

Etwas dazugelernt haben wir sicher beim Thema frühkindliche Bildung. Wir müssen schon vor der Schule anfangen und die Kinderbetreuungseinrichtungen ausbauen, z. B. Richtung «Early Excellence Centres», wie es sie in Großbritannien gibt, die ganz gezielt frühkindliche Förderung betreiben. Ich habe vor einiger Zeit eine solche Einrichtung in Hamburg besucht, die hauptsächlich Mütter mit Migrationshintergrund und ihre Kinder als Zielgruppe hat. Ich fand es sehr interessant, wie dort die Mütter angeleitet wurden, jeden Tag bestimmte kleine Übungen mit ihren Kindern zu Hause zu machen, die nicht länger als 15 Minuten dauern sollten. Das waren Übungen, in denen es darum ging, Zahlen aus der Lebenswelt der Kinder zu begreifen, Gegenstände und Stoffe zu beobachten, wie sie sich in unterschiedlichen Umgebungen verhalten, Erwartungen und Hypothesen zu formulieren und zu überlegen, warum etwas so ist, wie es ist. Das war mir neu, dass es solche Programme für Kinder vor der Schule gibt und dass sie in einem solchen Umfeld mit großem Erfolg eingesetzt werden.

Von einem bedarfsgerechten Angebot solcher Einrichtungen sind wir in Deutschland weit entfernt. In Deutschland ist in großen Teilen der westdeutschen Flächenländer noch immer die Vorstellung verbreitet, dass es das Beste für alle Kinder sei, wenn sie möglichst viel Zeit mit ihrer Mutter zu Hause verbringen; wenn man sie möglichst vor dem dritten Lebensjahr gar nicht mit anderen Leuten konfrontiert und danach nur halbtags: Halbtags in den Kindergarten und halbtags in die Schule. Aber unsere Kinderbetreuungseinrichtungen haben nicht nur die Intention, Familie und Beruf miteinander vereinbar zu machen, sondern sollen frühkindliche Förderung im Sinne von Bildung von Anfang an ermöglichen.

Besonders gute Schulen lösen sich vom 45-Minuten-Takt und arbeiten mit individuell förderndem Unterricht, wo eigene Verantwortung, eigenes Tun und das Lernen durch Tun in den Vordergrund treten. In unserem Schulsystem ist es bisher nicht vorgesehen, dass Kinder besser lernen, indem sie etwas praktisch tun. Das hat man Kindern früher zugebilligt, die weniger intelligent sind, nach dem Motto: Die begreifen das sonst nicht. Den intelligenteren Kindern hat man abverlangt, dass sie still sitzen und sich vom Lehrer die Dinge erklären lassen. Gute moderne Schulen haben inzwischen erkannt, dass das nicht der Weg erfolgreichen Lernens ist. Aber auch hier stellt sich die Frage: Was ist das Hindernis?

Meine These lautet: In einem dreigliedrigen Schulsystem, das der Ständegesellschaft des 19. Jahrhunderts nachgebildet ist, lässt sich an alten Dingen viel länger festhalten. Man kann viel länger schlechten Unterricht machen, weil man an der

These festhält: Man muss die Kinder solange sortieren, bis sie zum Unterricht passen. Also ist es nicht nötig, modernen, besseren Unterricht zu machen. Meine Mutter hatte einen Realschulabschluss, konnte mir aber, während sie kochte, zum Beispiel erzählen, wie im *Ring des Nibelungen* die Handlung verläuft. Aber wenn ich sie fragte, warum das Wasser rechts herum und nicht links herum in den Ausguss fließt, war klar: Für die Beantwortung ist höchstens ein Handwerker zuständig. Es gibt Fragen in der Welt, die fürs Fußvolk sind; auf der anderen Seite gibt es Fragen, die muss man beantworten können, wenn man als zivilisierter Mensch angesehen werden möchte. Im Gymnasium geht es los mit Latein und Griechisch und allem, was fürs Leben sonst noch wichtig ist. Auf der anderen Seite gibt es die duale Ausbildung, wo man hinkommt, wenn man nicht so gut ist.

Ich glaube, es ist zu kurz gegriffen, wenn man sagt, es gibt nur diese Abschottung gegenüber der Wirtschaft. Die tatsächlichen Hindernisse sind andere. Dass man sich stärker auf die Wirtschaft einlassen muss, wird schon lange gepredigt. Nur: Das macht noch keinen besseren Unterricht. Das zentrale Problem ist in erster Linie, dass unsere Schulen schlecht sind, dass sie Kinder schlecht fördern.

Wenn wir das Potenzial für Natur- und Ingenieurwissenschaften stärken wollen, müssen wir den Blick auf die Mädchen richten, dem stimme ich zu. Da müssen wir früh anfangen. Ich habe in der Zeit, als ich Senatorin für Gleichstellung in Hamburg war, eine Untersuchung machen lassen, die gezeigt hat: Um das Alter von zehn bis zwölf Jahren herum verdichtet sich die Vorstellung dessen, was Mädchen in der Welt tun können und wollen, so, dass man das kaum noch in eine andere Richtung drehen kann. Das ist das Zeitfenster; entscheidende Bedeutung kommt hier den Eltern zu. Ohne Einbeziehung der Eltern wird man keine großen Veränderungen vollziehen können. Das fängt damit an, dass bei einem Mädchen eine «2» in Physik von Eltern anders wahrgenommen und bewertet wird als eine «2» in Englisch. Bei Physik haben die Eltern das Gefühl: Ein blindes Huhn findet auch mal ein Korn. Bei der «2» in Englisch haben sie sofort die Vorstellung, dass das mal berufsrelevant werden könnte.

Wichtig sind in diesem Zusammenhang Bilder, zum einen Vorbilder. Frauen, Mädchen, die erfolgreich in diese Richtung gegangen sind, müssen sichtbar sein. Zum anderen: die Bilder des Tätigkeitsfeldes, das Bild der Jugendlichen vom Studium und von der Tätigkeit. Da kommen wir zum wichtigen Thema Kooperation. Das ist entscheidend für die Frage der Öffnung von Lernorten. Unter Kooperation verstehe ich nicht nur die Kooperation mit Wirtschaftsunternehmen, sondern auch die Kooperation mit Forschungseinrichtungen, Hochschulen und Universitäten. Meine Erfahrung ist: Niemand kann Leuten so gut etwas nahe bringen wie derjenige, der es am meisten durchdrungen hat. Ein Beispiel ist der Leiter von DESY¹ in Hamburg. Er kann sein Feld jedem so erklären, dass man denkt: Ich bin ganz dicht an der theoretischen Physik dran. Deswegen sind solche Kooperationen sehr wichtig.

Wichtig ist, den jungen Lehrerinnen und Lehrern das entsprechende Rüstzeug zu geben. Da sehe ich ein Hindernis: Ich halte es für fatal, dass man heute in Deutschland das Emblem «Elite-Universität» bekommen kann, ohne nachgewiesen zu haben, dass man exzellent in der Lehre ist. Wenn man als Universität in der eigenen Lehre nicht exzellent sein muss, wird es schwer zu sagen: An unseren Schulen soll etwas ganz Exzellentes stattfinden. Das heißt, das Thema Lehren und Lernen muss einen

1 Deutsches Elektronensynchrotron in der Helmholtz-Gemeinschaft, Hamburg

anderen Stellenwert bekommen, sowohl in der Lehreraus- und -fortbildung als auch an den Universitäten selbst.

Zu den Kooperationen gehört aber auch, Frauen und Mädchen ihren eigenen Raum zu geben durch Summer Schools, Girls' Days, Schnupperangebote fürs Studium, für den Beruf, Praktika. Ich habe als erste Senatorin in der Bundesrepublik den Girls' Day in Hamburg in meiner Zeit als Gleichstellungssenatorin durchgeführt, und zwar in einer sehr engen Kooperation mit Airbus, die sofort darauf eingestiegen sind. Wenn man gesehen hat, wie die Mädchen durch die Flugzeuge geturnt sind und sich erklären ließen, was da passiert, dann weiß man genau: Wenn man mit einer gemischten Gruppe hingegangen wäre, wären sofort die Jungs nach vorne und hätten die Mitarbeiter in Beschlag genommen. Die Mädchen hätten hinten gestanden und hätten gewusst, sie sind gar nicht gemeint. Es war gut, dass diese Mädchen von Frauen begrüßt wurden, die in diesem Airbus-Unternehmen eine herausgehobene Stellung inne hatten. Für mich war das wirklich ein Erfolgserlebnis, als nachher eine kleine Muslimin mit Kopftuch, die elf oder zwölf Jahre alt war, fragte: Glauben Sie, dass ich hier eine Ausbildung machen könnte? Ich habe gesagt: Ja, warum denn nicht?

Das Beispiel Internationale Frauenuniversität – ein leider verschütt gegangenes Projekt: In Hamburg hatten wir den Teilbereich Information gemacht mit Frau Prof. Christiane Floyd als Informatikprofessorin. Allein das Sichtbarmachen ist wichtig: Es gibt eine Leiterin, die Professorin der Informatik ist, die ein internationales Projekt leitet, wo junge Frauen aus aller Welt zusammenkommen. Was dort an Enthusiasmus geboren wird, ist wirklich ganz enorm. Ich halte sehr viel davon, solche Ansätze weiterzuerfolgen.

Eines halte ich allerdings für zwingend: Man wird junge Mädchen, die schon «angefixt» sind von solchen Themen, an andere Bereiche verlieren, wenn man ihnen nicht auch plausibel machen kann, dass sie in den Bereichen ein erfülltes Erwerbsleben finden können. Wir haben inzwischen eine Mehrheit von Frauen bei den Medizinerinnen. Wir hatten schon immer eine Frauenmehrheit gehabt bei den Pharmazeuten. Inzwischen gibt es auch eine Frauenmehrheit bei den Biologinnen. Es kann niemand in Deutschland sagen, dass Frauen mit Technik und Naturwissenschaften nichts am Hut haben. Es ist offensichtlich so, dass hier andere Kriterien zu Buche schlagen. Eines scheint mir ganz zentral zu sein: Solange wir in Deutschland eine Politik machen, die es nicht als selbstverständlich ansieht, dass Erwerbstätigkeit für Frauen der Normalfall und nicht die Ausnahme ist und dass das auch für Mütter gilt; solange wir eine Politik machen, die daran vorbeiläuft – das ist real so –, werden Frauen, die sich für Naturwissenschaften interessieren, sich immer ein Umfeld suchen, in dem sie als Frau wenigstens nicht alleine sind. Das heißt, die Probleme, die den Frauen entstehen werden, müssen sie wenigstens nicht in einer Welt austragen, die von einem allzeit verfügbaren Alleinverdiener ausgeht. Die Frauen rechnen in einem anderen Umfeld eher mit Solidarität und Entgegenkommen.

Wir müssen unsere Politik darauf einstellen, dass Erwerbstätigkeit von Frauen der Normalfall wird, das Problem ist nicht gelöst. Alle Vorstöße zielen immer noch in eine andere Richtung. Es geht immer noch um die Erhöhung von Transferleistungen, Steuervergünstigungen, Reduzierung von Beitragssätzen für höhere Einkommen. Es geht immer noch um Fortsetzung von Klientelpolitik unter neuen Labels, aber es geht nicht um die Lösung der Kernprobleme.

Warum studieren Frauen offensichtlich lieber Medizin als Maschinenbau? Ich glaube, dass ein problemorientierter Ansatz, der eher sagt, wofür etwas gut ist, bei Frauen erfolgreicher ist als ein Ansatz, der von der Technik her kommt. Diese Begeisterung für Technik, weil die Technik so toll ist, ist bei Frauen weniger ausgeprägt. Dafür ist aber das Interesse bei Frauen sehr viel ausgeprägter, wenn es darum geht, wozu man etwas wissen soll oder wozu das gut sein soll. Das hat sich in den letzten Jahren immer wieder gezeigt: Wenn Sie etwas mit dem Prädikat «Umwelt» verbinden – Umwelttechnik –, werden Sie dafür mehr Frauen gewinnen, als wenn das Wörtchen «Umwelt» nicht davor steht. Wenn sie ein Projekt an einer Schule machen zum Thema Wasserversorgung für die Welt von morgen und sich damit beschäftigen, warum es immer noch Milliarden von Menschen gibt, die keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser und zu sanitären Einrichtungen haben, ist die Chance, dass ein Mädchen daraus die Motivation bezieht, sich in Zukunft damit zu beschäftigen, viel größer als über eine Technikbegeisterung.

Es ist sehr wichtig herauszustellen, dass man für diese Tätigkeiten eine hohe Kompetenz braucht in den sogenannten Schlüsselkompetenzen, so dass Mädchen nicht die Befürchtung haben, Ingenieursein ist, wenn zwei Männer im stillen Einvernehmen nebeneinander her basteln, sich höchstens durch einvernehmliches Grunzen verständigen und hinterher zusammen ein Bier trinken. Das hat viel mit dem Thema Bilder zu tun. Es ist wichtig, klar zu machen: Technische Berufe haben viel mit Teamarbeit und Kommunikation zu tun. Ohne Teamfähigkeit und Kommunikation läuft gar nichts. Mir erzählen Professoren von der Hamburger Fachhochschule, dass sie diese Schlüsselqualifikationen bei ihren männlichen Studenten zum Teil bitter vermissen. Wenn Frauen so gut Sprachen können, kann es nicht schädlich sein, dass man die Internationalität dieser Tätigkeiten in den Vordergrund stellt, also die Möglichkeit, dort die Neigung zu Sprachen unterzubringen. Auch Interdisziplinarität wird dazu beitragen, das Interesse für diese Studiengänge zu erhöhen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft versucht, einigen Unternehmen deutlich zu machen, dass «Discover Gender», den Gender-Ansatz zu erkennen, nicht nur gut ist, um Frauen eine Tätigkeit attraktiv zu machen, sondern dass darin ein Innovationspotenzial steckt, um Kunden zu gewinnen. Wenn man Gender-Gesichtspunkte unter dem Aspekt in den Vordergrund stellt, welche Bedürfnisse bei der Entwicklung von Dienstleistungen und Produkten eine Rolle spielen, kann man zu Innovationssprüngen kommen und Frauen für solche Tätigkeiten begeistern. Ein klassisches Beispiel: Volvo hat seinen weiblichen Mitarbeitern die Chance gegeben, ein Auto nur nach ihren Vorstellungen zu bauen. Alle haben gedacht: Jetzt machen die Frauen eine typische Familienkarre. Die haben aber einen ganz frechen, kleinen Flitzer fabriziert, der so gebaut war, dass man sich nicht so schnell eine Laufmasche holt. Es war ganz klar, dass der kleine Spiegel an der Sichtklappblende zum Lippenstiftnachziehen nicht an der Beifahrerseite war. Mit solchen Sachen fängt das an.

Sichtbarmachung funktioniert auch über Anerkennungsmechanismen, zum Beispiel über Prädikate, Preise oder Ähnliches: ob es der Gender-Dax ist für Unternehmen oder die Initiative D21 oder Geldpreise für Hochschulen, die es schaffen, viele Frauen in die naturwissenschaftlichen Studiengänge zu holen, oder Geldpreise für Unternehmen, die familienorientiert arbeiten.

Bei den Frauenanteilen gab es einen Anstieg in den Ingenieurwissenschaften, der wieder zurückgegangen ist. In der Hinsicht war die Föderalismusreform fatal. Wir

brauchen in diesem Bereich eine Verstetigung. Wir brauchen die Entwicklung von Best Practice, und wir brauchen dann die Verstetigung von Best Practice. Wir müssen beharrlich weitermachen und dürfen nicht glauben, dass das, was einmal als Best Practice erkannt ist, von alleine weitergehen wird.

Durch die Föderalismusreform gibt es keine Möglichkeiten mehr, Modellprojekte in Gang zu bringen und sie auf die Bundesebene zu hieven. Wir müssen stärker darauf setzen, dass die Eigenständigkeit der Hochschulen und Schulen mehr Best Practice entstehen lässt. Und dann müssen wir Wege finden, diese positiven Vorreiterrollen sichtbar zu machen und flächendeckend weiter zu verfolgen.



Krista Sager ist Mitglied des Deutschen Bundestages für Bündnis 90/Die Grünen und derzeit stellvertretende Fraktionsvorsitzende. Von 1997 bis 2001 war sie Zweite Bürgermeisterin der Freien und Hansestadt Hamburg und Senatorin für Wissenschaft und Forschung. Außerdem leitete sie das Senatsamt für Gleichstellung. Sie gründete den Arbeitskreis «Wissen und Generationen» der Bundestagsfraktion und ist Mitglied der Grünen Akademie.

Zur Perspektive der EU-Kommission

Es ist interessant, an dieser Stelle eine europäische Perspektive ins Spiel zu bringen. Krista Sager sprach an, dass nach der Föderalismusreform einiges noch schwieriger geworden ist. Man sieht aber, dass die EU parallel zur Entwicklung eines europäischen Hochschulraums im Schul- und im Bildungsbereich Initiativen ergreift zur Vereinheitlichung der europäischen Schullandschaft – besonders im Bereich Science Education, dem Bereich, der uns hier interessiert. Science Education bedeutet: naturwissenschaftliche, mathematische und technische Bildung. Die EU interessiert sich dafür, dass sich für die Bereiche Naturwissenschaft, Mathematik oder Ingenieurwissenschaften mehr Studierende einschreiben, besonders unter dem Gesichtspunkt «Gender Balance».¹ «Gender Balance» ist von fünf Benchmarks der wichtigste, wohl auch deshalb, weil es nicht nur ein deutsches, sondern ein EU-weites Problem ist, dass in den Bereichen Mathematik, Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften Frauen unterrepräsentiert sind. Dabei geht es nicht darum, dass in allen Bereichen statistisch gleiche Beteiligung erforderlich wäre, sondern darum, dass auf andere Weise demografisch bedingte Probleme nicht mehr zu beheben sind. Ohne die Steigerung des Interesses von Frauen können Frauen nicht in die sich auftuenden Lücken in der Ausbildung und auf dem Arbeitsmarkt vorstoßen, und bestimmte Bereiche werden einfach ausbluten. Um das Interesse von Frauen zu gewinnen, ist «Diversity» erforderlich. Das wird weitere Folgen haben. So kann man davon ausgehen, dass die Einführung von «Diversity» neue Sensibilitäten in den naturwissenschaftlichen, mathematischen und ingenieurwissenschaftlichen Fächern entwickelt. «Diversity» bringt eine Irritierbarkeit in die Studiengänge mit neuen Sensibilitäten für Umweltprobleme im weitesten Sinne. Man wird durch eine Erhöhung der Diversität insbesondere in den sehr einseitig männlich orientierten Studiengängen zu neuen Ergebnissen, neuen Produkten und zu neuen Märkten kommen. Das ist eine EU-Perspektive vor dem Hintergrund der Lissabon-Erklärung und des Versprechens, Europa zu einer der produktivsten Wirtschaftsregionen der Welt zu machen – bei einer sehr stark, das muss man kritisch sagen, technisch instrumentell ausgerichteten EU-Strategie.

Es gibt eine Reihe von Initiativen, die diese aus meiner Sicht einseitige Ausrichtung in Frage stellen. Die EU unternimmt mit einer Reihe von Projekten länderübergreifende Studien und fördert Vernetzungen, ähnlich wie wir sie auf nationaler Ebene verwirklichen: das Projekt «Science Education in Primary Schools» mit der dazugehörigen Website «Xplora» (www.xplora.org). Darüber hinaus gibt es eine große

¹ Siehe dazu auch das Papier «Education and Training 2010. Working Program», das 2001 im Nachgang zur Lissabon-Erklärung verabschiedet wurde und die dazu erstellte Zwischenbilanz unter: http://ec.europa.eu/education/policies/2010/doc/compendium05_en.pdf.

vergleichende Studie im Rahmen des Eurydike-Programms der Generaldirektion Bildung, die im September letzten Jahres veröffentlicht wurde. Diese Studie hat die «Science Education Trainings» an den Hochschulen verglichen sowie die «Science Education Curricula» an den Schulen vom Primärbereich bis in den Sekundar-II-Bereich, und zwar vor dem Hintergrund eines OECD-orientierten Kompetenzmodells. Dahinter steht eine Strategie, durch europaweites Benchmarking nationale Schulprogramme zu beeinflussen. Dieses europaweite Benchmarking löst positive Reformimpulse aus. Die Eurydike-Studie kann auch auf der Website des Programms abgerufen werden.² Sie kommt zu der klaren Aussage, dass das Studium im Bereich des Teacher-Trainings projektorientiert werden muss und dass auch die Curricula umgestellt werden müssen. Als kompetenzorientierte Curricula müssen sie projektorientiert im Sinne von lebensweltorientiert werden. Das ist mindestens eine Antwort auf die Frage der heutigen Veranstaltung: Was ist mit Bedarf gemeint? Nämlich: Ein Bedarf in der Hinsicht, dass Schülerinnen sich mit Zuversicht mit dem jeweiligen Fach, mit dem jeweiligen Projekt befassen müssen, welches für sie von Bedeutung sein wird, von Bedeutung jenseits der Schule.

Darüber hinaus wurden im Rahmen des Europäischen Forschungsrahmenprogramms Projekte gefördert, die sich in besonderem Maße mit Kooperation von Schulen, Forschungsinstituten und Hochschulen beschäftigen.³ Es gibt Hunderte solcher Kooperationen in der Bundesrepublik, in Großbritannien und in anderen EU-Ländern. Es gibt aber keine Aussicht auf Verstetigung. Es gibt keine Evaluation, welche Schlussfolgerungen aus den Projekten zu ziehen sind. Wie sehen die Kriterien guter Kooperationen aus? Welches sind die Erfolgsbedingungen guter Kooperationen? Was kann verstetigt werden? Was ist auch unter Kostengesichtspunkten anzustreben? Ich kenne zum Beispiel ein abgeschlossenes Projekt eines Karlsruher Fraunhofer-Instituts, das 300.000 Euro zur Verfügung hatte, um über zwei Jahre hundert Schüler an das Fraunhofer-Institut zu holen. Als Bildungspolitiker lässt sich absehen, dass so etwas nicht nachhaltig sein wird, weil das unglaublich teuer ist, für einen Ein-, Zwei- oder Dreitagesaufenthalt letzten Endes 3.000 Euro pro Schüler auszugeben. Man wird andere Projekte oder Projektformen brauchen, die Faktoren wie räumliche Nähe, regionale Schwerpunkte, Weiterbildungsbedürfnisse etc. für den Aufbau solcher Kooperationsbeziehungen nutzen. Aus dem Projekt des Fraunhofer-Instituts lässt sich jedoch etwas anderes lernen. Hier wurden zehn Prozent der Mittel eines vom BMBF geförderten Forschungsprojekts für die Kooperation mit Schulen abgezweigt. So etwas ist sehr kompliziert, weil hier Bundesmittel auf die Schulhoheit der Länder treffen. Aber es ist möglich. Hier ließe sich die grundsätzliche Frage anschließen, ob nicht generell die Möglichkeit geschaffen werden sollte, einen bestimmten Prozentsatz von Bundes- oder Europa-Mitteln für Forschungsprojekte in Forschungs-Schul-Kooperationen fließen zu lassen.

Fazit: Es werden mit europäischen Forschungsmitteln, erstens, Bestandsaufnahmen der Netzwerke durchgeführt, und es soll, zweitens, zu Empfehlungen kommen, wie mit den jeweiligen Projekten und Projekttypen umzugehen ist. Schließlich hat die Kommission eine Sachverständigenkommission berufen, die Empfeh-

² <http://www.eurydice.org/portal/page/portal/Eurydice/showPresentation?pubid=081DE>

³ <http://www.form-it.eu/>

lungen für den gesamten Bereich Science Education abgeben soll. Man sieht, die Kommission zieht Kompetenzen an sich. In meinen Augen ist das ein hoffnungsvolles Zeichen, gerade vor dem Hintergrund einer sehr provinziellen Föderalstruktur, wie wir sie in der Bundesrepublik verfestigt haben.



Dr. Andreas Poltermann ist Referent für Bildung und Wissenschaft der Heinrich-Böll-Stiftung. Seine Schwerpunkte: Wissensgesellschaft, Bildungs- und Wissenschaftspolitik, Innovationspolitik und Biopolitik. Er ist Mitglied der Grünen Akademie.

Wirtschaftsingenieurin, Medizintechnikerin, Rescue Engineering

Berufsfelder der Zukunft für Frauen?

Beginnen möchte ich mit einer rhetorischen Frage: Können wir uns Zukunftsberufe ohne eine ausreichende Beteiligung von Frauen überhaupt leisten? In einem zweiten Schritt möchte ich kurz an die Gender-Mainstreaming-Leitidee erinnern und danach Initiativen zur Attraktivitätssteigerung von ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen streifen. Anschließend werde ich auf ein Modellprojekt zum Thema: Frauenstudiengänge bzw. Monoedukation an den Hochschulen eingehen: Welchen Beitrag können solche, sehr exquisiten Modellprojekte zur Erhöhung des Frauenanteils in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen leisten?

Ich spreche für den Hochschulbereich, nicht für den Schulbereich. Hochschulen gehen zurzeit durch einen tiefgreifenden Modernisierungs- und Reformprozess. Innovationen sind gefragt. Man möchte die Orientierung an internationalen Hochschulentwicklungen konstruktiv gestalten und als eine Chance nutzen, Profil im internationalen Maßstab zu gewinnen. Auch an der verstärkten Beteiligung von Frauen in den Natur- und Technikwissenschaften werden sich die Hochschulen der Zukunft messen lassen müssen, wenn Hochschulmodernisierung unter Gender-Mainstreaming-Gesichtspunkten betrachtet wird. Die geringe Einbeziehung von Frauen in natur- und ingenieurwissenschaftliche Studiengänge, in Forschung und Technologieentwicklung allgemein wird heute nicht mehr als ein Defizit technikabgewandter Frauen gewertet, sondern als ein «Modernisierungsdefizit der Hochschulen» (Roloff 1999).¹ Den Hochschulen ist es bislang nicht in ausreichendem Maße gelungen, hochschulzugangsberechtigte Frauen mit attraktiven Studienangeboten anzusprechen.

Um die eingangs formulierte rhetorische Frage zu beantworten: Nein, wir können uns die hochschulische Ausbildung für Zukunftsberufe ohne eine ausreichende Beteiligung von Frauen nicht leisten. Warum also nicht vorhandene Potenziale nutzen, wie es auf EU-Ebene schon lange diskutiert wird? Potenziale, die mit der Erhöhung der Chancengleichheit von Frauen und Männern als einem wichtigen Kriterium für die Modernisierung von Studiengangprofilen und Fachkulturen verbunden sind und die ein Leitbild im internationalen und nationalen Hochschulranking sein können.

Die bislang nicht ausreichend einbezogenen fachlichen Kompetenzen von Frauen gilt es vor allem in den technischen Fachkulturen zu berücksichtigen, zu

1 Roloff, Christine: «Geschlechterverhältnis und Studium in Naturwissenschaft und Technik – vom ‚Problem der Frauen‘ zum Modernisierungsdefizit der Hochschule», in: Neusel, Ayla/Wetterer, Angelika (Hrsg.): *Vielfältige Verschiedenheiten. Geschlechterverhältnisse in Studium, Hochschule und Beruf*, Frankfurt M./New York 1999, S. 63 – 85.

fördern und für zukunftsweisende Berufszweige zu nutzen. Mit Appellen wie «Ingenieurinnen gesucht» oder Informationsbroschüren «Wie werde ich Ingenieurin?» wird zuweilen versucht, verstärkt junge Frauen für die Ingenieurwissenschaften zu begeistern. Denn nach wie vor lassen sich verhältnismäßig wenige weibliche Hochschulzugangsberechtigte für ein ingenieurwissenschaftliches oder Informatikstudium gewinnen. Kampagnen, wie sie vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gestartet wurden, wie zum Beispiel «Be.Ing: In Zukunft mit Frauen» (www.be-ing.de), oder wie «Be it» (www.werde-informatikerin.de) und andere Maßnahmen, die eine ausdrückliche Erwünschtheit des weiblichen wissenschaftlichen Nachwuchses signalisieren, sind als Informationskampagnen über Berufsprofile und mögliche Karrierechancen auf die Entscheidungsprozesse junger Frauen ausgerichtet. Derartige Appelle zielen stärker auf die Motivlage oder die Studienfachwahlen oder Berufsfindungsprozesse von Frauen und weniger auf die curriculare Veränderung der jeweiligen Fachinhalte oder -kulturen oder gar auf eine methodisch-didaktische Verbesserung der Lehrqualität. Trotzdem sind solche Kampagnen notwendige Bausteine für die gewünschte erhöhte Beteiligung von Frauen in den Ingenieurwissenschaften. Denn sie stellen Möglichkeiten dar, mit veralteten Berufsbildern aufzuräumen und darzustellen, dass diese Berufsprofile veraltet sind. Ich kann das nur unterstreichen, weil die Berufsfelder der Zukunft – Wirtschaftsingenieurwesen oder Wirtschaftsinformatik, Medizintechnik oder Rescue Engineering – auf Mischqualifikationen abzielen. Sie sind sehr berufsnah, auf zukünftige Tätigkeitsprofile ausgerichtet. Genau solche Berufe oder Ausbildungen sprechen Frauen besonders an.

Es zeigt sich immer wieder: Wenn Frauen den Sinn hinter dem Ganzen erkennen können, wenn Sie erkennen können, warum sie sich die «harte Logik der Mathematik» oder die «Technische Informatik» 'antun' sollen, dann machen sie das mit großer Begeisterung und Kompetenz. Aber nur, um mathematische Formeln ihrer selbst willen zu rechnen, das spricht Frauen in der Regel in der Tat nicht an.

Es hat in den letzten Jahren einen leichten Zuwachs an Studienanfängerinnen in den Fächergruppen Mathematik, Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften gegeben. Es sei dahingestellt, ob das eine Folge der eben zitierten Kampagnen sein kann. Leider lässt sich dieser Aufwärtstrend nicht weiter bestätigen. Im Gegenteil, im Moment ist ein allgemeiner Rückgang an Studierenden der ersten Fachsemester in den genannten Fächergruppen zu verzeichnen. Und es ist ein merklicher Rückgang der ohnehin schon unterrepräsentierten weiblichen Erstimmatrikulierten zu konstatieren.

So ist einer Pressemitteilung des Statistischen Bundesamtes vom März 2006 zu entnehmen: «Der Anteil der Studienanfängerinnen stagnierte in Mathematik, Naturwissenschaften nach vorläufigen Ergebnissen bei 40 Prozent, in den Ingenieurwissenschaften sank der Anteil der Ersteinschreibungen von Frauen um 1 Prozentpunkt auf 20 Prozent.» (Pressemitteilung des Statistischen Bundesamtes vom 07.03.06, <http://www.destatis.de/presse/deutsch/pm2006/zdw.htm>)

Ist in der Fächergruppe Ingenieurwissenschaften generell ein Rückgang der Studienanfänger zu verzeichnen, so liegt bei den weiblichen Erstimmatrikulierten im Studienjahr – das bezieht sich allerdings auf 2004 im Vergleich zu 2003 – ein Rückgang von fünf Prozent vor (Kompetenzzentrum 2006)². Das heißt, wir haben es, gemessen

² Kompetenzzentrum (2006): *Frauen in den Ingenieurwissenschaften. Daten und Fakten*, http://www.kompetenzz.de/vk06/daten_fakten.

an der Ausgangssituation im Moment mit einer stark rückläufigen Tendenz zu tun. Der stärkste Rückgang ist in der Fächergruppe Bauingenieurwesen mit elf Prozent zu verzeichnen. Das heißt, man hat es nicht nur nicht geschafft, Frauen anzusprechen, sondern man verliert zusätzlich potenzielle Kandidatinnen.

Auch der HIS-Studie (Hochschulinformationssystem Hannover) aus dem Jahr 2006 über die Studienfachwahlgründe im Bereich ingenieur- und naturwissenschaftlicher Studiengänge ist zu entnehmen, dass sich «der Frauenanteil in den Ingenieur- und Naturwissenschaften zwar in den letzten zwei Dekaden fast kontinuierlich erhöht hat, aber die Steigerungsraten doch sehr flach und zudem die Unterschiede zwischen den einzelnen Fächern sehr groß sind.»

Auffallend ist nach wie vor die Elektrotechnik, wo immer noch ein Frauenanteil von unter zehn Prozent zu verzeichnen ist. Andere Bereiche schwanken in der Regel bis um die 20 Prozent.

Die HIS-Studie hat zwei Arten von Maßnahmen vorgeschlagen, die diese Situation verändern könnten. Zum einen: Es müssen Maßnahmen entwickelt werden, die sich auf die Förderung des Interesses von Mädchen an Naturwissenschaften und Technik richten, zum Beispiel durch temporäre Monoedukation. An den Schulen ist das schon in mehreren Modellversuchen ausprobiert worden. Zum anderen sind Maßnahmen wie der «Girls' Day» oder «Girls go Informatik» ganz wichtige punktuelle Maßnahmen, die Mädchen an die Technik heranbringen und ihr Interesse fördern können.

Ferner schlagen sie – das ist ein Punkt, der mir sehr wichtig ist und der sich im Bereich meiner Arbeit bestätigt hat – die Verankerung von Gender-Themen in den technischen Disziplinen in den Hochschulen vor. Das ist schwierig, aber möglich und nach meiner Erfahrung sehr gewinnbringend.

Klar ist: Handlungsbedarf besteht nach wie vor. Wenn man die Zielgruppe Frauen ansprechen will, muss weiterhin etwas getan werden. Mehr noch als das, was bislang an Projekten und Initiativen gelaufen ist. So titelte das Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit anlässlich des «Tages der Technik» im Mai 2006: «Frauen in den Ingenieurwissenschaften – das Ende einer Erfolgsstory?» Ich habe mich gefragt, ob das mit der «Erfolgsstory» ironisch gemeint war, aber es bezog sich wohl auf den kurzfristigen leichten Aufwärtstrend. Das heißt, es geht auch in diesem Rahmen um eine Verstetigung oder – angesichts der allgemein zu konstatierenden Finanzlage – um die Rettung der Verankerung bereits bestehender, einzelner Initiativen. Das Ziel ist auch eine Verstetigung der Kooperationen zwischen Schulen, Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen.

Es bedarf weiterhin einer Förderung der technischen und naturwissenschaftlichen Interessen bei Jungen und Mädchen in den Schulen, um nachhaltig die gewünschten Kompetenzen entwickeln zu können.

Für den Hochschulbereich liegen Studien vor, die Hinweise dafür geben, dass vor allem männlich konnotierte, ingenieurwissenschaftliche Berufsprofile, männlich dominierte Fachkulturen und zu stark verengte Studiengangprofile wenig ansprechend auf junge Frauen wirken. Frauen haben andere Ansprüche.

Auch der Bedarf an Fachkräften in den ingenieurwissenschaftlichen Berufsfeldern legt eine besondere Ansprache der weiblichen Zielgruppe nahe. Damit bin ich beim zweiten Punkt meines Beitrags, bei der Erinnerung an den Gender-Mainstreaming-Auftrag. Beim Gender Mainstreaming geht es nicht mehr – wie bei

früheren Frauenförderprogrammen – darum, kompensatorische Maßnahmen zur Frauenförderung zu initiieren, um strukturelle Benachteiligungen ausgleichen zu können. Hier geht es um das Thema: Chancengleichheit generell. Das heißt, der Auftrag lautet seit dem Kabinettsbeschluss der Bundesregierung im Jahr 2000: Die Geschlechterverhältnisse als Perspektive in alle politischen Prozesse einzubeziehen und alle Prozesse für die Gleichstellung der Geschlechter nutzbar zu machen. Im Unterschied zu früheren Frauenförderprogrammen ist Gender Mainstreaming aktiv und nicht reaktiv. Es ist eine Querschnittsstrategie und eine Top-down-Strategie zur Gleichstellung von Frauen und Männern. Es ist notwendig, die unterschiedlichen Lebenszusammenhänge und Erfahrungen von Frauen und Männern zu erkennen – das ist der erste Schritt, der nicht selbstverständlich ist – und unterschiedliche Lebenskonzepte, Interessen und Bedürfnislagen zu berücksichtigen. Das Thema: Vereinbarkeit von Familie und Beruf ist in diesem Zusammenhang ein Standardthema. Es gehört auch dazu, Stereotypisierungen und geschlechtsspezifische Diskriminierungen zu vermeiden. «Diskriminierung» ist ein hartes Wort; ich möchte das noch ergänzen: Es geht um die Vermeidung von Zuschreibungen, die viel subtiler und viel schwieriger anzugehen sind. Schließlich gilt es, ein Wissen über die Wirkung von «Doing Gender» und strukturellen Benachteiligungsdimensionen zu entwickeln.

Auf den Bildungssektor übertragen bedeutet das, dass Frauen und Männern gleiche Bildungschancen eingeräumt werden müssen. Dafür müssen folgende Fragen geklärt werden:

- Fragen nach gleichen Bildungschancen bzw. den fachlichen Zugangsvoraussetzungen, die sicherlich nicht nur nach Geschlecht, sondern auch nach Schichtzugehörigkeit u.s.w. differenziert beantwortet werden müssen.
- Fragen nach geschlechtsspezifisch unterschiedlichen kulturellen Zuschreibungen von fachlichen Befähigungen und Kompetenzen. Wir kennen das alte Klischee: «Frauen und Technik, das geht nicht zusammen!» Da gibt es nach wie vor viel Reflexionsbedarf. Es gibt den Bedarf darüber nachzudenken, welchen Technik-Begriff man zugrunde legt, weil auch Technik, die im Haushalt Anwendung findet, Technik ist.
- Es geht um Fragen nach technischen Fachkulturen und historisch gewachsenen Männerdomänen, in denen Konnotationen von Männlichkeit und Technik noch wirksam sind. Gibt es in diesen männlich dominierten Studiengängen und Fachkulturen – damit meine ich speziell an anwendungsorientierten Hochschulen –, Signale, dass Frauen mit ihrer fachlichen Kompetenz dort wirklich erwünscht sind?
- Man muss Studieninhalte unter gendersensitiven und didaktischen Gesichtspunkten neu formulieren. Es geht vor allem um die Neugestaltung von Studienangeboten mit Blick auf berufsorientierte Studiengangsprofile. Nach meinem Verständnis ist Gender Mainstreaming eine Leitlinie, die als Qualitätsmanagement und -sicherung eine Herausforderung für die Hochschullehre darstellt.

Damit habe ich den Punkt «Initiativen zur Attraktivitätssteigerung ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge» gestreift. Zur Entwicklung innovativer Maßnahmen gibt es immer wieder neue Ideen, neue Wege, die beschritten werden. Es gibt auch Wege,

die aufgrund der ökonomischen Rahmung und politisch neuer Kontexte nicht weiter verfolgt werden. Ein Beispiel sind Frauenstudiengänge, die bildungspolitisch nicht mehr in dem Maße gestützt werden wie zu Anfang. Das sind Brüche, die schade sind.

Ich möchte gerne Schleichwerbung machen für ein Buch, das ich herausgegeben habe, das gerade auf den Markt kommt. Es heißt *Hochschulinnovation. Gender-Initiativen in der Technik*. Es werden dort mögliche Wege zur Attraktivitätssteigerung ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge zur Diskussion gestellt, unter anderem die Frauenstudiengänge.

Was kann man tun, um gezielt Signale auszusenden, dass Frauen in den Ingenieurwissenschaften ausdrücklich erwünscht und gewollt sind? Frauenstudiengänge sind ein möglicher Weg. Zugegeben, eine radikale Maßnahme, weil Frauenstudiengänge ausschließlich für eine Genusgruppe sind. Ich möchte einige Ergebnisse der Begleitstudie vorstellen, die ich zusammen mit Frau Prof. Dr. Gudrun-Axeli Knapp an der Universität Hannover durchführen konnte. Wir haben in Wilhelmshaven dreieinhalb Jahre lang den bundesweit ersten Frauenstudiengang im Fach Wirtschaftsingenieurwesen begleiten können. Der Titel dieser veröffentlichten Studie heißt «Experiment bei Gegenwind. Der erste Frauenstudiengang in einer Männerdomäne». Der Titel bringt zum Ausdruck, dass der erste Studiengang enormen Gegenwind hatte. Mittlerweile gibt es mehrere Frauenstudiengänge: in Bremen, in Stralsund oder in Furtwangen. Alle Modellversuche haben sich zum Ziel gesetzt, die Zugangschancen für Frauen und damit den Frauenanteil zu erhöhen und die Schwellen, vielleicht die Hemmschwellen, niedriger zu setzen, um Zukunftsberufe für Frauen leichter öffnen zu können.

Im Mittelpunkt der Begleitforschung, die wir damals unternommen hatten, standen die Fragen nach den Motiven der Frauen, die sich in diesem Studiengang immatrikuliert hatten, ihre Erwartungen, aber auch ihre Erfahrungen im Studiengang und ihre Einschätzungen bezüglich der Zukunft des Studiengangs und schließlich ihrer eigenen beruflichen Zukunft. Wie werden Absolventen eines Frauenstudiengangs wahrgenommen? Dabei waren mehrere Unterfragen leitend:

■ Wie nehmen Frauen diesen Binnenraum Frauenstudiengang wahr?

Man muss sich das folgendermaßen vorstellen: Es ist ein Parallelangebot in einer Hochschule, eine Art Enklave im wahrsten Sinne des Wortes. In Wilhelmshaven war es anfangs so, dass die Frauen in dem einen Gebäude waren und die gemischten Studiengänge in einem anderen Gebäude. Es war in der Hochschule sichtbar eine Enklave, sozusagen ein Biotop.

■ Inwieweit gelingt es, durch geschlechtshomogene Bildungsangebote einen Raum zu eröffnen für ‚geschlechtsuntypische‘ Orientierungen und Interessen, um komplexere Bezugssysteme für Interessensentwicklungen zu schaffen.

Die Leitidee, die dahinter steckt, ist von Prof. Dr. Ulrike Teubner und Prof. Dr. Angelika Wetterer formuliert worden: Es ist eine «paradoxe Intervention». Man trennt nach Geschlecht und dramatisiert dadurch Geschlecht. Aber im nächsten Schritt soll im Binnenraum eine Entdramatisierung von Geschlechterkonstruktionen stattfinden, ganz banal in den alltäglichen Interaktionen. So dass junge Frauen nicht mehr sagen: Das kann ich nicht, aber mein Kommilitone zur rechten Seite weiß, wie die Formel geht. Diese Zuschreibungen von Kompetenzen an das andere Geschlecht und die Entwertung der eigenen Kompetenzen sollen dadurch wegfallen. Die Frauen haben einen Raum, in dem sie sich fachlich mit

der Materie und nicht mit Kompetenzzuschreibungen im Rahmen von Geschlechterinteraktionen auseinandersetzen sollen oder können.

- Unter welchen institutionellen Rahmenbedingungen lassen sich solche mono-educativen Studiengänge verstetigen? Auf welche Schwierigkeiten stoßen sie? Ist es ein Erfolgsmodell oder ist es kein Erfolgsmodell?

Fazit: Je nach bildungspolitischer Couleur gibt es unterschiedliche Einschätzungen, je nachdem, ob man eher monoeducative oder eher koeducative Studienangebote sinnvoll findet. Auch unser Ergebnis war nicht eindeutig. Es gibt sowohl Probleme als auch Erfolge. Ein Erfolg ist, dass sich der Anteil der Studienanfängerinnen erheblich erhöhen ließ. Als der Modellversuch 1997 gestartet wurde, lag der Frauenanteil unter den Ersteingeschriebenen im Fach Wirtschaftsingenieurwesen bei 7,5 Prozent. Er stieg mit der Implementation des Frauenstudiengangs drastisch an – fast auf 50 Prozent. Es hat sich dann eingependelt auf 35 Prozent, jetzt sind es 30 Prozent. Interessant war, dass sich der Frauenanteil im koeducativen Studiengang, der mit denselben Studieninhalten parallel gelaufen ist, ebenfalls erhöht hat. Das heißt, der Frauenstudiengang war ein Zugpferd auch für den gemischtgeschlechtlichen Studiengang.

Weiter war positiv, dass die Studentinnen den Lern- und Erfahrungsraum Frauenstudiengang als sehr positiv erlebt haben, als sehr kooperativ unter den Studierenden, aber auch im Kontakt mit den Professoren und Professorinnen. Die Studentinnen bilanzierten, fehlende technische Vorerfahrungen sehr gut ausgleichen zu können. Sie gaben an, das Zutrauen in ihre eigenen technischen Fähigkeiten und Kompetenzen erhöhen und stabilisieren zu können. Das sind qualitativ ganz gewichtige Momente.

Die Studentinnen im koeducativen Studiengang haben gesagt, dass sie das Frauenstudium als eine Art möglichen Rettungsanker gesehen und dies als sehr positiv empfunden haben.

Problematisch ist nach wie vor – das macht die bildungspolitische Debatte um die Monoeducation so brisant –, die Besonderheit, Frauen auf ein Podest zu stellen und zu sagen, sie erhalten ein exquisites Studienangebot, auch wenn es inhaltlich parallel organisiert ist. Das provoziert. Generell ist es eine Provokation, Geschlechtertrennung im Bildungsbereich einzuführen, die schnell zu Entwertungen führt. Die Feminisierung von Studiengängen führt zu einer Entwertung, zum Beispiel wurde gesagt: Das werden Ingenieurinnen für die Küche.

Ein grundsätzliches Problem ist die strukturelle Intransparenz zwischen den Studiengängen. Die Leistungsanforderungen in beiden Studiengängen waren gleich, das konnte man aber nicht überprüfen. Das heißt, es muss Möglichkeiten geben, Klausurergebnisse nicht nur öffentlich zu machen, sondern auch sichtbar auszuhängen, denn es sind dieselben Prüfungsleistungen erbracht worden. Nur dann kann keiner sagen, da sei ein WI-Light-Studium absolviert worden.

Die Projektleiterin, Frau Prof. Dr. Ulrike Schleier, hat nach sieben Jahren Frauenstudiengang Bilanz gezogen.³ Sie sagt: Der Frauenanteil unter den Neuimmatrikulierten

³ Schleier, Ulrike: «Der Frauenstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen in Wilhelmshaven. Eine Zwischenbilanz nach sieben Jahren», in: Gransee, Carmen (Hrsg.): *Hochschulinnovation. Gender-Initiativen in der Technik*, Hamburg 2006, S. 27 – 36.

hat sich deutlich erhöht. Im Laufe der Jahre ist die Akzeptanz des Studienangebots innerhalb der Hochschule deutlich gestiegen. Es wurden sehr klare Impulse für die Reformulierung von Studiengängen im Hinblick auf die Bedarfe formuliert. Leider wurden diese Impulse nicht umgesetzt. Das ist der springende Punkt in der Bilanz. Wilhelmshaven ist die einzige der genannten Hochschulen, die den Frauenstudien-gang kostenneutral umgesetzt hat, ohne zusätzliche Professoren- oder wissenschaftliche Mitarbeiterstellen. Das ist ein großes Problem gewesen. Inhaltlich ist die Weiterentwicklung des Frauenstudiums nur dann möglich, wenn die absolute Zahl der Studienanfängerinnen weiterhin erhöht wird, aber auch die Erwartungen und Bedürfnisse der Studentinnen als Antrieb für eine Veränderung der Lehrpraxis genutzt werden. Und das ist qualitativ das Entscheidende.

Ich füge noch hinzu: Frauenstudiengänge können in dem Maße einen Beitrag zur Erhöhung des Frauenanteils in den Ingenieurwissenschaften und schließlich in der Technikentwicklung leisten, wenn sie als *ein* Instrument betrachtet werden, das gezielt Frauen anspricht, und vor allem als ein *ganz normales* Studienangebot. Hierzulande ist das sehr ungewohnt, weil wir mit Monoedukation Frauenbildung oder Mädchenschulen assoziieren. In den USA haben die Women's Colleges, das wissen wir, eine ganz andere Tradition, und dies ist insofern nicht wirklich übertragbar. Aber wenn man weiß, dass es exzellente Ingenieurinnen sind, die aus solchen Studiengängen entlassen werden, dann ist es kein Malus, in so einem Studiengang studiert zu haben, sondern ein positives Etikett.



Dr. Carmen Gransee ist diplomierte Sozialwissenschaftlerin und Kriminologin. Sie ist Lehrbeauftragte an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg sowie Vertretungsprofessorin an der Fakultät Wirtschaft & Soziales: Schwerpunkte: Gender-Initiativen in der Technik, Gender- und Diversitymanagement in den Pflege- und Gesundheitswissenschaften.

II Best Practice

Konzepte und Kooperationsprojekte mit Zukunft

Das Berliner Netzwerk mathematisch-naturwissenschaftlich profilierter Schulen

Das Berliner Netzwerk mathematisch-naturwissenschaftlich profilierter Schulen ist eine Kooperation zwischen vier Berliner Gymnasien, dem Institut für Mathematik der Humboldt-Universität, von dem ich komme, und der entsprechenden Senatsverwaltung. Der Ausgangspunkt zur Gründung dieses Netzwerks war, eine Tradition aus DDR-Zeiten aufzunehmen, mathematisch interessierte und begabte Schülerinnen und Schüler zu fördern. Ich will kurz erinnern: Es gab bis 1991 an der Humboldt-Universität die sogenannten Mathematikspezialklassen mit Abitur. Das Abitur wurde an der Humboldt-Universität abgelegt. Die Schüler haben also nicht nur Mathematik gelernt, sondern sie haben Abitur gemacht.

Die Idee war, eine Begabungsförderung unter den neuen Bedingungen wieder aufleben zu lassen. Die Einsicht dahinter ist, dass man durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Schule und Hochschule sehr viele fruchtbare Dinge tun kann. Der Ausgangspunkt war die Begabungsförderung. Das ist nach wie vor ein Feld, das wir bearbeiten, aber mittlerweile haben sich unsere Arbeitsfelder erweitert.

Das eine ist die Begabungsförderung und damit verbunden die Nachwuchsgewinnung für die Mathematikstudiengänge oder für mathematikhaltige Studiengänge. Das Zweite ist die Verbesserung des Mathematikunterrichts. Das Dritte ist die Verbesserung der Lehrerausbildung.

Ich finde diese Erweiterung unserer Arbeitsfelder sehr gut, weil sie von der reinen Begabungsförderung wegführt und breiter strahlt. Das hatte etwas zu tun mit der Berufung von Prof. Kramer 1994 nach Berlin. Er hat versucht, so etwas mit den zuständigen Stellen im Senat wieder auf die Beine zu stellen. 1997 wurde die erste Mathematik-Spezialklasse an der Berliner Andreas-Oberschule eröffnet. Da manifestierte sich schon die Idee der engen Zusammenarbeit im Unterricht, «Tandem» haben wir das genannt. Ein Mathematiker vom Institut und ein Lehrer aus der Schule erteilen gemeinsam den Mathematikunterricht. Das war die Initialzündung für die Zusammenarbeit zwischen den Mathematikern und den Lehrern. Sie hatte folgende fruchtbare Konsequenzen:

Sie wissen genau, dass es sehr viele Brüche gibt beim Übergang von der Schule zur Hochschule – gerade im Mathematikstudium oder in den mathematikhaltigen Fächern eines naturwissenschaftlichen Studiums. Das hat etwas damit zu tun, dass das mathematische Weltbild, das ein Schüler in der Schule erfährt, etwas ganz anderes ist als das, was man später an der Universität erfährt.

Unser Anliegen ist es, diese Brüche zu mildern. Das ist ein gegenseitiger Verständigungs- und auch Aushandlungsprozess, weil die Leute an der Universität zu wenig wissen, was Schulrealität ist, was in den Rahmenplänen verlangt wird. Sie denken,

das müssten die Studienanfänger alles können und dann können sie das nicht. Das ergibt verschiedene Bruchstellen. In der engen Zusammenarbeit, die wir seit 1997 mit den Lehrern dieser vier Gymnasien pflegen, war das ein Prozess des gegenseitigen Voneinander-Lernens.

Es ist wichtig für einen lebendigen Mathematikunterricht, dass man die Perspektive öffnet, dass man wekommt vom kalkülorientierten Mathematikunterricht und dass man den Schülern mehr zutraut. Ich persönlich bin davon überzeugt, dass ein ganz wesentlicher Aspekt beim Lernen ist, dem Lernenden viel zuzutrauen und ihn nicht von vornherein als unmündig hinzustellen. Der Mathematikunterricht in diesen Mathematik-Spezialklassen verfolgt dieses Ziel: Einerseits ein solides fachliches Fundament zu bieten und andererseits die Schülerinnen und Schüler stärker an komplexe Probleme heranzuführen, das Verständnis zu erweitern, das Handwerkszeug in größeren Zusammenhängen kompetent anzuwenden.

Das heißt, ein wesentliches Element ist der gemeinsame Unterricht. Das kann man mit den begrenzten Ressourcen eines mathematischen Instituts nicht beliebig ausdehnen. Wir haben deshalb die Zusammenarbeit auf drei, später vier Gymnasien begrenzt, haben aber dann nicht mehr Unterricht erteilt, sondern wir haben uns regelmäßig mit den Lehrerinnen und Lehrern getroffen und über Unterricht gesprochen. Wir haben unter anderem einen gemeinsamen Rahmenlehrplan Mathematik für diese vier Schulen erarbeitet. Das war ebenfalls ein Aushandlungsprozess, bei dem wir viel voneinander gelernt haben. In diesen Gymnasien wird in der Sekundarstufe II nach unserem modifizierten Rahmenplan unterrichtet. Ein Bonbon dabei ist, dass Schülerinnen und Schüler, die bis zum Abitur besonders gute Leistungen erreichen, mit dem Abiturzeugnis zwei Leistungsnachweise für das Mathematikstudium ausgehändigt bekommen, das sind ungefähr 25 bis 28 Prozent der erforderlichen Leistungsnachweise. Für die betreffenden Schüler kann sich die Ausbildungszeit effektiv verkürzen.

Wir organisieren im Zusammenhang mit diesen Netzwerkschulen außerdem Sommerschulen. Ich bin besonders stolz auf die Nachhaltigkeit dieser Veranstaltungen. Wir treffen uns mit ungefähr 35 bis 40 Schülerinnen und Schülern außerhalb von Berlin in einem Lager. Wissenschaftler des Instituts, Professoren oder auch Nicht-Professoren arbeiten ganz eng in kleinen Gruppen zusammen. Das ist für mich äußerst wichtig. Das ist viel nachhaltiger, als wenn man an die Universität geht, einen Vortrag hört und anschließend wieder auseinander geht. So entsteht eine sehr intensive Arbeit mit den Jugendlichen zusammen. Die Arbeit wird so organisiert, dass viel Eigenständigkeit dabei ist, das heißt, es werden erst einmal Probleme hineingegeben, es wird zunächst eine gemeinsame Basis erarbeitet, dann arbeiten die Jugendlichen selbstständig. Man trifft sich wieder und bespricht die Dinge. Das ist eine Art wissenschaftlichen Arbeitens. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Leute kennen. Man redet in der Freizeit auch über andere Dinge als Mathematik. Diese Sommerschulen haben eine große Nachhaltigkeit. Wir haben sie 2001 zum ersten Mal durchgeführt, dieses Jahr wird die siebte Sommerschule stattfinden. Schade ist nur, dass solche Unternehmungen immer davon abhängen, dass wir genügend Drittmittel akquirieren können. Es gibt keine Möglichkeit, die Sommerschule permanent zu verankern oder dass die Hochschule dafür Geld gibt.

Was die Verbesserung des Mathematikunterrichts und die Verbesserung der Lehrerbildung angeht: bei der gemeinsamen Rahmenplanarbeit haben sie sich angenähert oder erweitert, beim gemeinsamen Unterricht ebenso. An den Sommerschulen sind

auch Lehrer beteiligt. In den Sommerschulen werden ausschließlich Themen behandelt, die über den Mathematikunterricht hinausgehen, die Anwendungscharakter haben. Wir öffnen uns, arbeiten mit Wissenschaftlern der TU, der FU oder aus dem DFG-Forschungszentrum in Berlin zusammen, so dass wir ganz aktuelle Themen einbringen und zeigen, wo überall Mathematik verborgen ist und gebraucht wird. Wir haben auf den Berliner Rahmenplan Einfluss nehmen können. Das hat Langzeitwirkung und nun sind Elemente integriert, die wir für sinnvoll halten. Ich halte das für ein wichtiges Feld der Zusammenarbeit zwischen Schule und Hochschule, bei der Erarbeitung der Rahmenpläne Fachleute zu befragen und zu beteiligen. Es gibt in der Berliner Schullandschaft diverse Fördermöglichkeiten für musisch oder sportlich interessierte Kinder. Diese Kinder haben die Gelegenheit, die Grundschule nach der vierten Klasse zu verlassen und eine weiterführende Schule mit einem speziellen Profil zu besuchen. Für die Mathematik gab es so etwas bis vor kurzem nicht. Wir haben erreicht, dass in zwei dieser vier Netzwerkschulen fünfte Klassen installiert wurden, in die Schülerinnen und Schüler aufgenommen werden, die ihre Stärken auf dem Gebiet der Mathematik und Naturwissenschaften sehen. Die Nachfrage ist sehr groß. Es ist nicht möglich, alle Interessierten aufzunehmen. Wir betrachten das als ersten Schritt in Anbetracht der Tatsache, dass Neigungen sich sehr früh entwickeln, und denken, dass es notwendig ist, in dieser Richtung weiterzugehen und es nicht bei diesen zwei Schulen zu belassen.

Ich möchte noch etwas über den Mädchenanteil sagen: Der liegt in diesen fünften, sechsten Klassen zwischen 20 und 30 Prozent. Das ist ausbaufähig. Das muss sich noch herumsprechen. Ich bin der Meinung, dass in diesen Klassen ein Mädchenanteil von 50 Prozent ohne weiteres realistisch ist.

Zum Thema Evaluation. Was wir tun, das tun wir zusätzlich zu unserer normalen Arbeit, es gibt kein zusätzliches Personal. Was wir leider nicht schaffen, ist die Evaluation des Projektes. Das würden wir gerne machen. Wir schaffen es aber noch nicht mal, die Abiturienten, die durch diese vier Schulen gegangen sind, weiterzuverfolgen. Wir würden gerne sehen, was aus ihnen wird. Viele sehen wir wieder auf den Gängen unseres Instituts oder des Nachbarinstituts, das ist die Informatik. Da sind viele Mädchen dabei. Wir haben leider keinen Überblick, was aus den Schülerinnen und Schülern wird. Wir hoffen, dass viele von ihnen sich für ein Studium der Mathematik oder der Naturwissenschaften entscheiden.

Wir pflegen eine kleine Kooperation mit dem Institut für Psychologie der Humboldt-Universität. Dort interessiert man sich für die Frage: Was macht mathematisches Denken aus? Was macht mathematische Begabung aus? Das ist für uns etwas ganz Neues, etwas sehr Interessantes.

Insgesamt ist das eine spannende Sache. Sagen Sie weiter, dass es so ein Netzwerk gibt und schicken Sie Ihre Kinder dorthin, wenn Sie meinen, dass sie mathematisch interessiert sind.



Dr. Elke Warmuth ist Mitarbeiterin am Institut für Mathematik der Humboldt-Universität zu Berlin und engagiert sich im Berliner Netzwerk mathematisch-naturwissenschaftlich profilierter Schulen.

Die Schulpartnerschaft des Fraunhofer-Instituts Berlin für Zuverlässigkeit und Mikrointegration

Die Initiative Partnerschaft Schule-Betrieb geht von der IHK Berlin aus und wird von Frau Volkholz betreut, der ich sehr dankbar bin dafür. Inzwischen sind etwa 160 Kooperationen abgeschlossen worden. Im Fraunhofer IZM bedurfte es nur eines kleinen Anstoßes von außen, diese Kooperation einzugehen. Wir bilden selbst im dualen System aus und haben ca. zehn Auszubildende im Institut. Ich stehe vor der Situation – es ist gerade Bewerbungszeit –, dass die Bewerbungen um einen Ausbildungsplatz in den letzten zwei Jahren um rund 75 Prozent zurückgegangen sind. Das ist Anlass genug, als Institut aktiv zu werden.

Was machen wir in der Schulpartnerschaft konkret? Ganz wichtig ist, den Schülern dieser Partnerschule, die bei uns ganz in der Nähe angesiedelt ist – die kurzen Wege erweisen sich als sehr hilfreich –, die Möglichkeit zu geben, das Institut zu besichtigen. Wir arbeiten auf dem Gebiet der Mikroelektronik und haben dafür einen relativ großen Reinraum. Allein, dass eine Gruppe von Schülern sich einmal Reinraumkleidung anziehen und dort durchgehen kann, sorgt bei den Schülern in der Regel für große Begeisterung. Lehrer haben berichtet, dass die Schüler teilweise noch ein Jahr später darüber reden. Da müssen wir erst einmal gar nicht viel dazu tun, um Begeisterung für unsere Tätigkeit zu wecken. Unsere Partnerschule, das Diesterweg-Gymnasium im Wedding mit einem hohen Migrantanteil, ist ein Gymnasium mit naturwissenschaftlicher Ausprägung. Allerdings gibt es dort auf naturwissenschaftlichem Gebiet nur eine einzige Arbeitsgemeinschaft, die anderen sind meines Wissens sportlich oder musisch orientiert. Gemeinsam haben wir mit einer Physiklehrerin und Schülern des Physikleistungskurses eine Elektronik-AG initiiert. Diese wird an der Schule, im Institut und teilweise auch im Elektroniklabor der TU Berlin durchgeführt.

Als direkten sichtbaren Erfolg werte ich, dass wir einen Schüler der Elektronik AG für die Ausbildung an unserem Institut gewinnen konnten.

Über die Schulpartnerschaft hinaus bestehen verschiedene Netzwerke im Bereich der Mikrosystemtechnik. Wir versuchen, diese Netzwerke den Lehrkräften sowie Schülern und Schülerinnen zu öffnen. Um ein Beispiel zu nennen: Wir hatten ein Projekt, an dem einige mittelständische Berliner Unternehmen beteiligt waren. Ein Ergebnis des Projekts war, durch Auszubildende des Ausbildungsverbunds hergestellt, ein mikrosystemtechnischer Sensorbaustein. Dieser Sensorbaustein ist ziemlich klein, und man muss ihn normalerweise mit Hilfe von Aufbau- und Verbindungstechnik in ein peripheres System einpassen. Die Idee des Projektes war, den

Baustein so zu verdrahten, dass man diesen Baustein in der Schule mit den dort in der Regel vorhandenen Materialien wie Bananenstecker und großen Messgeräten zum Arbeiten bringen und im Unterricht verwenden kann. Dazu gibt es ein Begleitheft, das dem Lehrer die didaktische Vor- und Nachbereitung ermöglicht. So kann dieser Elektronikbaustein den Schülern Physikunterricht erlebbar und nachvollziehbar machen.

Was von den Lehrkräften sehr dankbar angenommen wird, ist unser eintägiges Bewerbungstraining. Wir haben es inzwischen schon für eine ganze Reihe von Klassen durchgeführt. Hier konnten wir neben Tipps für die Bewerbung unsere Sicht als Ausbildungsbetrieb an die Jugendlichen herantragen. Unser Ziel war, das Wissen übereinander zu verbessern und den Schülern zu zeigen, worauf es uns ankommt.

Wir haben auch an Veranstaltungen der Schule teilgenommen und dort die Arbeit unseres Instituts vorgestellt. Das ist sicherlich noch verbesserungsbedürftig, denn wir müssen uns erfahrungsgemäß anwendungsorientierter präsentieren, mit Beispielen, die man anfassen kann, die sich bewegen, die erlebbar sind. Nicht zuletzt ist das Schülerpraktikum zu nennen, bei dem Schüler der neunten Klasse für 14 Tage in einen Betrieb gehen. Soweit ich weiß, ist dieses Schulpraktikum aktuell zwei Jahre lang an der Schule nicht durchgeführt worden, weil der organisatorische Aufwand sehr groß ist und es schwierig ist, Firmen zu finden, die mitmachen. Wir haben mehrfach zwei Schülerpraktikanten am Institut eingesetzt.

Das neue Berliner Schulgesetz sieht für die Schulkonferenz einen externen Vertreter vor. Im Zuge der Schulpartnerschaft nimmt ein IZM-Mitarbeiter diese Funktion wahr, um unsere Sicht als Ausbildungsbetrieb oder Teil der Wirtschaft darzustellen und an der Entscheidungsfindung aktiv teilzunehmen.



Dipl.-Ing. Stefan Ast ist Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) Berlin und betreut die Schulpartnerschaft des Instituts.

Das Schulprojekt Roberta des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme

Das «Roberta»-Projekt ist ein dreijähriges vom BMWF gefördertes Vorhaben, das Ende letzten Jahres zu Ende gegangen ist und vom Fraunhofer-Institut zusammen mit Frau Prof. Schelhove von der Universität Bremen als Begleitforscherin durchgeführt wurde. Wir haben von Anfang an versucht, das, was wir in den Schulen machen, auf seine Effekte hin zu analysieren, um einen empirisch validen Beleg über das zu haben, was da geschieht. Am Anfang waren vier Schulen im Projektplan vorgesehen, mit denen wir zusammenarbeiten wollten. Schon nach dem ersten Jahr sind wir vom übergroßen Interesse seitens der Schulen überrollt worden. Wir haben den Projektplan umgeschrieben und haben dort, wo das Interesse besonders groß war, sukzessive «Roberta-RegioZentren» eingerichtet.

Unsere Überlegung war, ein professionelles Konstruktionssystem zu nutzen und dieses durch didaktisches Material anzureichern. Das didaktische Material ist so gestaltet, dass der einfachste Handgriff und der simpelste Fehler exakt und genau beschrieben werden, so dass jemand, der keine Ahnung davon hat, sich zuverlässig daran wagen kann, diese Experimente durchzuführen. Das war wichtig, um Lehrer zu gewinnen. Denn zum Teil haben wir gar nicht die Fachlehrer gewonnen, sondern – in einem extremen Fall – zum Beispiel eine Religionslehrerin an einem Gymnasium, die etwas Gutes für ihre Mädchen machen wollte. Sie hatte keine Ahnung vom Thema und brauchte so ein Material, um das trotzdem zu machen. Das Material umfasste nicht nur die Konstruktion und die Experimente, sondern auch die Programmierung.

Im Augenblick gibt es 16 solcher «RegioZentren», über ganz Deutschland verteilt. In fast jedem Bundesland befindet sich mindestens ein solches RegioZentrum. Wir haben das unterschiedlich organisiert: Es sind nicht nur Fraunhofer-Institute, sondern auch Fachhochschulen, Universitäten, Museen wie zum Beispiel das Deutsche Museum Bonn oder andere Einrichtungen, wo interessierte Menschen sind, die das Projekt voranbringen wollen. Im Moment machen wir das ehrenamtlich. Häufig sind es Studentinnen, die als Mentorinnen in diesen RegioZentren arbeiten, oder Wissenschaftlerinnen, die das unterstützen. Unser Anliegen ist, die Lehrerinnen und Lehrer zu befähigen, einen projektorientierten Robotik-Konstruktionsunterricht zu geben. Wir führen nicht den Unterricht durch, sondern wollen die Lehrerinnen und Lehrer befähigen, es selbst zu machen und über einen Multiplikatoreffekt möglichst breit zu streuen. Das war für uns so erfolgreich, dass wir das nach einer BMWF-Förderung nicht einfach beenden wollten. Leider kann der BMWF nur solche Projekte fördern und keine Infrastruktur finanzieren, weil Bildung Länderhoheit ist. Deshalb haben wir den nächsten Schritt getan: Europa. Wir haben ein EU-Projekt beantragt und haben dafür fünf erstklassige Forschungslaboratorien im

Bereich Künstliche-Intelligenz-Robotik in Europa als Partner gewonnen. Das Projekt hat Bestnoten bei der Evaluierung bekommen. Das ist die Basis, um in Schweden, Italien, der Schweiz, Österreich und England dasselbe Konzept aufzusetzen und insbesondere die Lehrmaterialien zu regionalisieren. Das heißt, diese in andere Sprachen, vor allem ins Englische, zu übersetzen. Die nächsten Partner stehen vor der Tür. Wir haben Kontakte nach Japan, China und Indien aufgebaut, um dort dieselben Konzepte zu realisieren. Das ist alles noch ehrenamtlich. Die einzelnen Regio-Center müssen sehen, wie sie das umsetzen.

Es gibt in den USA einen Industriellen an der Ostküste, der vor Jahren auf eine ähnliche Idee gekommen ist und das ebenfalls mit LEGO zusammen umgesetzt hat. Über dieses Projekt sind inzwischen über 500 Schulen in den USA mit solchen Materialien ausgestattet, um den Ingenieur Nachwuchs in den USA zu organisieren. Das ist unser Vorbild: Wir wollen Public Private Partnerships organisieren, haben uns mit der Hannover Messe zusammengetan und uns im internationalen Wettbewerb mit fußballspielenden Robotern engagiert, dem so genannten «RoboCup». Robo-Cup German Open ist de facto der Europawettbewerb. Die Hannover Messe hatte großes Interesse, diesen Wettbewerb zur Messe zu organisieren. Wir haben mit den Messeleuten überlegt, Sponsor-Pakete zu schnüren, um Firmen einer Region mit den Regio-Zentren zusammenzubringen und sie zu ermutigen, diese zu finanzieren. Wir machen das qualitätsbezogen. Das heißt, ein «Roberta»-Zentrum kann nur so heißen, wenn es von uns zertifiziert wurde. Schulunterricht darf «Roberta»-Kurs heißen, wenn die Lehrerinnen und Lehrer einen entsprechend zertifizierten Kurs mitgemacht haben.

Es geht uns nicht nur um die Schulen, sondern auch um berufliche Bildung. Wir haben beim BMWF ein Projekt für die Mechatronikerausbildung beantragt, einen professionellen mobilen Roboter-Baukasten zu entwickeln, so dass Azubis in der sehr modernen Mechatroniker-Facharbeiterausbildung den Baukasten benutzen können, um alles, vom Metallfeilen bis hin zur Programmierung von Embedded Systems oder der Sensordatenauswertung machen zu können. Wir haben inzwischen Berufskollegs gewonnen, die das machen, auch Unternehmen, die Mechatroniker-Ausbildung durchführen. Wir selbst realisieren einen solchen Baukasten für Zwecke der Forschung und Entwicklung, damit die Auszubildenden, die wir eingestellt haben, an der Realisierung lernen. Es gibt die Idee, ein umfassendes Konzept zu entwickeln: Robotik von der Wiege bis zur Bahre. Wir haben bei der Forschung angefangen, bei den Studierenden, sind in die Schulen gegangen und gehen jetzt in die Berufsausbildung.

Ich sage das aus dem Grund so pointiert: «Roboter» ist nicht nur ein Gegenstand von Science Fiction. Die Robotersysteme sind die technischen Systeme des 21. Jahrhunderts. Automobile, Flugzeuge, der ICE, Schiffe, Produktionsanlagen – das sind alles sensomotorische Systeme mit Tausenden von Prozessoren. In einem Auto gibt es circa 240 Embedded Systems. Bei dieser Entwicklung ist kein Ende in Sicht. Das heißt, ein Roboter ist *das* prototypische Engineering-System. Deswegen liegt es nahe, ein solches System als Referenzsystem zu nutzen, um Ingenieurwissenschaften zu transportieren. Es steckt aber noch viel mehr drin. Wir sind Informatiker, das ist nur eine Ingenieurdisziplin. Es kommen noch Maschinenbau, Elektrotechnik, Materialwissenschaften und Nanotechnologie dazu.

Die Lehrunterlagen für «Roberta» vertreiben wir über «Christiani», mit denen wir einen Vertrag geschlossen haben, so dass alles professionell realisiert wird: mit CD-

ROM und Simulationssystem, so dass die Jugendlichen auch am PC erst einmal ihre Roboter aufbauen und in der Simulation ausprobieren können. Weiter sind wir in Verhandlungen mit LEGO und Fischer-Technik, um alles als Produkte zu realisieren und damit Geld für das System zu bekommen und es zu befördern.

Eine letzte Idee möchte ich erwähnen: Wir haben uns Gedanken gemacht, warum es sinnvoll ist, dass ein angewandtes Forschungsinstitut wie das Fraunhofer-Institut sich darum kümmert, dass solche Bildungsinhalte in die Schulen kommen. Wir befinden uns im internationalen Wettbewerb. In Korea, China und Indien werden genauso kluge Ingenieure ausgebildet wie hier. In China sind es im Augenblick jedes Jahr 250.000 Ingenieure, die die Hochschulen verlassen. Das sind deutlich mehr Ingenieure als in der gesamten EU. Die Frage ist: Was wollen wir in Europa machen? Ich sage extra Europa, denn Deutschland alleine spielt da keine Rolle mehr. Es kann darum gehen, Forschungsergebnisse, die in einer speziellen Tradition in Europa entwickelt worden sind, mit einer deutlichen Zeitverkürzung zu Bildungsinhalten in Schulen zu machen. Differential- und Integralrechnungen sind ein Beispiel. Sie sind insbesondere von Newton entwickelt worden, und es hat 150 Jahre gedauert, bis sie als Lehrstoff in der gymnasialen Oberstufe angekommen sind. Heute ist das der Stand der Technik in den Curricula. Das heißt, esoterische Mathematik, die nur wenige Leute gekonnt haben, ist nach wenigen Generationen so aufgearbeitet, dass sie zum Inhalt von Unterricht wird.

Man könnte die Topexperimente in Europa zusammenholen zum Thema Robotik und sie didaktisch «runterbrechen». Das hieße, die Topexperimente so zu analysieren, dass man an den Kern kommt, diesen Kern didaktisch herauschält und so aufbereitet, dass man ihn an Schülerinnen und Schüler vermitteln kann. Damit erreicht man eine Beschleunigung um 20 Jahre. Das bedeutet, dass man Schüler und Schülerinnen in der Schule so ausgebildet hat, dass sie in der Innovation weiter sind. Das ist ein auf lange Zeit angelegtes Vorhaben, aber ich habe keine Angst davor.



Prof. Dr. Thomas Christaller ist Mitglied der Grünen Akademie und Leiter des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS), St. Augustin; Schulprojekt «Roberta. Mädchen erobern Roboter».

Aus der Diskussion

Anne Ulrich (Moderation) Wie kann das Verhältnis zwischen traditionell kulturellem und technischem Wissen, lebensfähig machendem Wissen für die berufliche Zukunft beschaffen sein, und wie kann es transportiert werden? Das sind umfangreiche Herausforderungen an das Bildungssystem und an die Lehrerqualifikation. Eine weitere Frage richtet sich an die Politik: Was sind Aufgaben der Politik und was Hinderungsgründe für dringend notwendige bildungspolitische Maßnahmen?

Annemarie Cordes Ich arbeite seit sieben Jahren bei Life e. V. als wissenschaftliche Mitarbeiterin, einer Organisation, die es seit Mitte der 80er Jahre gibt und sich zum Ziel gesetzt hat, mehr Frauen und Mädchen für Handwerk, Technik, Ingenieurberufe und Naturwissenschaften zu gewinnen. Eines bringt mich schier zur Verzweiflung: Auf allen Fachkonferenzen, auch auf Bundesebene, werden hervorragende Beispiele und Modellversuche diskutiert und wissenschaftlich evaluiert. Wenn ich mir aber die Regelsysteme und deren Arbeitsweise anschau, kommen mir die Tränen. Es verändert sich nur wenig. Die Abkehr vom Bildungskanondenken ist auf der Ebene der Bundesländer nicht in Sicht. Ein Blick auf die Alltagspraxis an den Schulen zeigt: Bis zur Wahl der Leistungskurse an den Gymnasien ist schon viel passiert. Wenn man Jugendliche nach ihren Mathematik- und Physiklehrern befragt, sind das in der Regel die unbeliebtesten Lehrer. Die Frage ist: Wer unterrichtet das mit welcher Motivation und welcher Didaktik? Da ist ganz viel zu tun und es passiert ganz viel Abschreckendes. In der Regel ist die Durchschnittsnote im Abitur ein zentrales Kriterium für die Wahl der Studienfächer und die späteren Möglichkeiten. Da gelten Mathematik und Physik als eher schwierige Fächer und werden vorzugsweise abgewählt. Es gibt noch ganze drei Leistungskurse Physik an Berliner Gymnasien. Das heißt, die Mehrzahl der Jugendlichen hat gar nicht die Möglichkeit, einen Leistungskurs Physik zu besuchen. Diese Zahlen sind katastrophal.

Schauen wir uns die Studienabbruchquoten in den ersten Semestern an. Als zentrale Begründung wird – auch in Fächern wie Umwelttechnik, die Frauen erst einmal attraktiver erscheinen – seitens der Frauen, aber auch seitens der jungen Männer das «Horrorfach» Mathematik genannt, das hohe Abstraktionsniveau und die hohen Anforderungen, die dort gestellt werden, die nicht auf der Basis von Anforderungen der Realität stehen und die Frage beantworten: Wofür ist das gut? Darüber hinaus haben Frauen nach dem erfolgreich absolvierten Studium wesentlich schlechtere Chancen als Männer, einen angemessenen Arbeitsplatz zu finden, und sie sind durchschnittlich länger arbeitslos als Männer nach dem Studium. Die Zahlen sind alarmierend, die Benachteiligung von Ingenieurinnen ist offensichtlich.

Burghilde Wieneke-Toutaoui Ich bin Vizepräsidentin der Technischen Fachhochschule in Berlin und derzeit Sprecherin des Bereichs «Frauen im Ingenieurberuf» innerhalb des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI). Ich bin Maschinenbauingenieurin und jetzt Professorin für das Fachgebiet Industrial Engineering. Ich bin im VDI und in anderen

Organisationen seit über 20 Jahren damit beschäftigt, den Frauenanteil zu steigern und gelegentlich ähnlich frustriert wie meine Vorrednerin. Alles, was hier diskutiert wird, höre ich seit 25 Jahren. Schon 1982 wurde die erste Ingenieurinnen-Studie in Deutschland gemacht. Damals wurde zum ersten Mal systematisch untersucht: Was bewegt Frauen dazu, Ingenieurwissenschaften zu studieren?

In den Hochschulen schimpfen wir auf die Schulen. Die Industrie schimpft auf die Universitäten und Fachhochschulen, weil sie nicht zufrieden sind mit der Quantität und Qualität der Ausbildung. Wir beschimpfen die Politik, weil sie die nötigen Rahmenbedingungen nicht schafft. Die Politik beschimpft die anderen. So dreht sich das immer im Kreis.

Ich bin in der glücklichen Lage, dass ich durch meine Kinder das französische Bildungssystem von innen kennenlernen. Ein Hauptproblem in Deutschland ist das geringe Ansehen von Mathematik, Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften. Ich erinnere an eine Talkshow, wo jemand gefragt wurde: Was machen sie beruflich? – Ich bin Mathematiker oder Mathematikstudent. – Der Moderator sagte zu diesem Mann: Aber so sieht doch kein Mathematiker aus! Das ist kaum zu glauben! Das ist eine Sache, die in Frankreich nicht passieren würde. In Frankreich wird es sowohl für Mädchen als auch für Jungs als Ehre betrachtet, in Mathematik gut zu sein. Es ist positiv besetzt, mathematische Grund- und Spezialkenntnisse zu haben. In Deutschland schämt man sich geradezu dafür, wenn man Ingenieurwissenschaftler oder Naturwissenschaftler ist. Ich denke, daran sollten wir arbeiten.

Berit Heintz Ich bin Bildungsreferentin beim Deutschen Industrie- und Handelskammertag. Von daher wird es Sie nicht wundern, wenn ich hinter die Frage, die diskutiert worden ist: Bildung für den Bedarf – Fragezeichen, ein Ausrufezeichen setze. Bildung für den Bedarf sollte man nicht nur als Bildung für den Bedarf der Wirtschaft betrachten, denn die Kompetenzen, die von der Wirtschaft als Anforderung formuliert werden, entsprechen dem Bedarf der Jugendlichen. Diese müssen sich letztlich nach ihrer Ausbildung in diesem Berufs- und Wirtschaftssystem zurechtfinden. Sie müssen diese Kompetenzen erfüllen können, um individuell Erfolg zu haben. Ein großer Teil unserer Lebenszufriedenheit definiert sich über die berufliche Zufriedenheit. Insofern sage ich ganz klar: Bildung für den Bedarf – ja! Aber ich plädiere dafür, nicht einseitig den Bedarf der Wirtschaft zu sehen, sondern auch den Bedarf der Individuen, die in diesem Wirtschaftssystem bestehen müssen.

Wir haben vor zwei Jahren eine Umfrage gemacht, welche Kompetenzen die Unternehmen von Hochschulabsolventen erwarten. Das Ergebnis war für uns nicht überraschend: Insbesondere Schlüsselkompetenzen sind es, die bei Absolventen vermisst werden, weniger die fachlichen Kompetenzen. Die sind für die meisten Unternehmen akzeptabel, gewünscht und anerkannt. Befragt nach den Ursachen für fehlende Schlüsselkompetenzen gaben die Unternehmen an, dass die Defizite schon vor dem Hochschulstudium entstanden sind, nämlich in den Schulen, aber auch in den Familien, bei den Eltern, wo Schlüsselkompetenzen ausgebildet werden müssen. Hochschulen können nicht Reparaturen erbringen, weil die Grundlagen für Persönlichkeits- und Charakterbildung zum großen Teil schon gelegt sein müssen. Das heißt nicht, dass man sich nicht weiterentwickeln kann – auch in den Hochschulen. Es hätte aber vieles schon vor dem Eintritt in die Hochschule geleistet werden müssen.

Thomas Christaller Ausbilden für den Bedarf: Ich glaube nicht, dass man für den Bedarf von Wirtschaft oder Industrie ausbilden kann. Ich halte das für völlig unrealistisch, weil die Unternehmen selber nicht wissen, wen sie brauchen. Wenn sie sagen: Sie brauchen viele Leute mit einer bestimmten Qualifikation, dann starten sie mit der Ausbildung. Nach der Regelstudienzeit von vier Jahren kommen die Leute dort an, dann heißt es: Jetzt brauchen wir andere. Deswegen meine ich: Keine Planwirtschaft an der Stelle. Das Allerwichtigste ist, dass man versucht, anderen Menschen Prinzipien der Naturwissenschaft, der Mathematik oder der Ingenieurdisziplin zu vermitteln. Dann kann sich dieser Mensch selbst helfen, wenn er interessiert ist. Ich habe jahrelang Lehramtskandidatinnen ausgebildet, die Germanistik und Anglistik studiert haben. Mein Credo war immer, dafür zu sorgen, dass sie anschließend programmieren konnten und verstanden haben, was sie gemacht haben.

Schlüsselkompetenzen: Bei einem projektorientierten Unterricht werden automatisch Schlüsselkompetenzen mitgelernt. Wir haben bei unseren Robotik-Projekten gelernt, dass die Kinder ihre eigenen Fähigkeiten entdecken und dann in die Gruppe einbringen. Einer ist ein guter Akquisiteur von seltenen Komponenten in einem Bauladen. Ein anderer ist in der Lage, in den Läden rings herum das Geld zu besorgen, um ein Computerbord kaufen zu können. Ein anderer ist in der Lage, gut zu dokumentieren. Der andere sorgt dafür, dass die Meilensteine erreicht und die Zeiten eingehalten werden. Ich glaube, bei einem projektorientierten Unterricht kommt das automatisch, da muss man sich gar keine Gedanken machen.

Es wird unglaublich viel Energie aufgewendet, um Best Practices zu erzeugen. Ehrlich gesagt: Ich kann alle verstehen, die sagen, das haben wir seit 20 Jahren. Ich habe nach sieben Jahren schon die Nase voll von Best Practices. Ich möchte gerne eine Infrastruktur haben, in der das Beste, was möglich ist, Alltag werden kann. Deswegen bin ich als Leiter des Fraunhofer-Instituts das Risiko eingegangen, obwohl ich auf Wirtschaftlichkeit achten muss, ein westeuropäisches Netz aufzubauen für Lehrerfort- und -weiterbildung. Man darf nicht nachlassen. Jemand ist an entscheidender Stelle derselben Meinung, und dann geht es voran. Das dauert vielleicht eine oder zwei Generationen, aber eines Tages sind wir so weit.

Krista Sager Ich bin froh, dass Thomas Christaller gesagt hat, dass die Unternehmen nicht wissen, was sie brauchen. Er hat vollkommen recht. Das deckt sich mit meinen Erfahrungen aus meiner Zeit als Wissenschaftssenatorin. Am ehesten konnten die Forscher, die im Bereich Informatik geforscht haben, definieren, wie eine Ausbildung angelegt sein muss, damit sie den ständigen Wandel überlebt, damit sie den Leuten ein Rüstzeug mitgibt, auf dem sie später aufbauen können. Ich glaube, dass «Bildung für den Bedarf» uns nicht wirklich weiterhilft. Man sagt gegenüber jungen Leuten ganz schnell: Macht nicht das, was euch Spaß macht, sondern das, was man braucht. Das wird sicher nicht die Lösung sein. Wenn wir nicht in der Lage sind, Lernprozesse so zu organisieren, dass die Kinder und die jungen Leute Spaß am Lernen bekommen, dann werden wir es nicht schaffen, sie durch das Hochhalten des Bedarfs in etwas «hinein zu prügeln», worauf sie keine Lust haben. Wir müssen anfangen, Lernprozesse intelligent zu organisieren. Ein Anfang wäre, wenn ein Teil der Erzieher und Erzieherinnen eine Fachhochschulausbildung hätte, damit das, was wir in der Bildungsforschung über Lernprozesse im frühkindlichen Bereich wissen, eine Chance hat, in die Praxis Einzug zu halten. Ohne eine Aufwertung

dieses Bereichs wird es nicht gelingen, mehr Männer in die Erziehungs- und Lehrberufe zu bringen.

Sybille Volkholz Ich hoffe nicht, dass ich mit meinem Beitrag so verstanden worden bin, dass ich eine platte Orientierung Richtung Bildung am Bedarf befürworte. Die Tatsache, dass wir bei der Wahl der Ausbildungsberufe von Mädchen – bei Jungs im Übrigen auch – immer nur ein sehr enges Spektrum finden, zeigt, dass die Neugier auf unbekannte Bereiche in der Schule zu wenig geweckt wird. Entwicklungen in den anderen gesellschaftlichen Bereichen neugierig zu beobachten und sich selber als kompetent dafür zu fühlen und dann so kompetent zu werden, diese zu gestalten, das ist es, was ich meine; keine platte Planwirtschaft, wie sie in der DDR versucht wurde.

Carmen Gransee Wenn ich sage, ich implementiere einen Frauenstudiengang, ist das Ziel die gleiche Qualifikation. Ein weiteres Ziel ist, dass ein Raum zur Verfügung gestellt werden soll, in dem Frauen ihre Kompetenzen genauso entwickeln können wie Männer, ohne dass das Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten immer wieder gestört wird.

Ein anderer Ansatz wäre es, Gender-Aspekte in der regulären Lehre zu berücksichtigen. Ich erlebe das im koedukativen Rahmen an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, an der ich Technikbewertung und Gender Studies für Studierende der Verfahrenstechnik, Umwelttechnik, Bio- und Medizintechnik und Informatik unterrichtet habe. Das ist ein ganz anderer Ansatz: Im regulären Curriculum bin ich als Hochschullehrerin genötigt, Gender-Aspekte an den entsprechenden fachlichen Stellen einzubringen. Das ist ein Vorteil, wenn es gelingt, interdisziplinäre Bezüge herzustellen.

Zum Beispiel baut Medizintechnik sehr stark auf informatischen Gehalten auf, betrifft aber in der Produktentwicklung auch Diversity- und Geschlechterdimensionen, die im Studium gelehrt werden können.

Anne Ulrich Kann es sein, dass sich Frauen stärker am Bedarf orientieren, als wir das bisher thematisiert haben? Wie empfindlich reagieren Frauen in ihren Ausbildungswahlen darauf, was der Arbeitsmarkt «sagt»? Wie korreliert die Studien- oder Ausbildungswahl von Frauen mit dem, was auf dem Arbeitsmarkt passiert? Die Frage ist die nach dem Zusammenhang von Arbeitsmarktentwicklung und Berufswahlentscheidung von Frauen, insbesondere in diesem ingenieurtechnischen Bereich. Wenn es einen Zusammenhang gibt, sollten wir berücksichtigen, dass es spezielle Ingenieurstudiengänge sind, um die es hier geht. Dann wird der Zusammenhang zwischen dem, was der Arbeitsmarkt braucht und bietet, und dem, was Schulen an Motivation und Ermöglichung für junge Frauen und Mädchen im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich leisten sollen, noch einmal neu beleuchtet.

Burghilde Wieneke-Toutaoui Ich kann das beantworten, weil ich schon aus eigenem Interesse für meine Hochschule diese Statistik intensiv verfolge, auch für den VDI. In absoluten Zahlen ist der Anteil der Frauen in allen ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen bis vor kurzem kontinuierlich angestiegen, unabhängig von

konjunkturellen Schwankungen. Deswegen hatten wir manchmal einen größeren und manchmal einen geringeren Frauenanteil, immer dann, wenn die männlichen Studienanfänger aus konjunkturellen Gründen eher seltener Bauingenieur oder Maschinenbau gewählt haben. Man kann sagen, dass Frauen, die sich für Ingenieurwissenschaften entscheiden, sich weniger von der Konjunktur haben abschrecken lassen. Als ich vor 30 Jahren angefangen habe zu studieren, habe ich gedacht: In 30 Jahren gibt es 50 Prozent Frauen. Jetzt bin ich immer noch die einzige Frau im Hörsaal, was ziemlich frustrierend ist. Aber statistisch geht es ganz langsam nach oben. Die Frauen orientieren sich nicht stärker am Arbeitsmarkt als die Männer, eher weniger.

Am Anfang war ich extrem gegen Frauenstudiengänge und immer für Koedukation. Ich habe in meinem Leben ein halbes Jahr in einer Frauenklasse verbracht. Das hat meine Entscheidung für ein männerdominiertes Studium eher befördert. Was mich fasziniert hat an den monoedukativen Studiengängen, ist, dass sie andere Frauen herangezogen haben. Die Frauenstudiengänge haben anderen Hochschulen nicht die Frauen abgegraben, sondern sie haben andere Frauen zu diesem Studium bewegt. Das ist es, was wir machen müssen. Das ist das Faszinierende. Ich möchte noch einmal betonen: Es haben dezidiert andere Frauen im Frauenstudium angefangen als normalerweise in den gemischten Studiengängen – bei gleichen Curricula wohlgeerntet.

Carmen Gransee Ich glaube, was für Frauen wirklich entscheidend ist, ist weniger die Orientierung am Arbeitsmarkt, sondern die Frage: Was interessiert mich? Ich warne davor, das alte Klischee zu wiederholen, Frauen hätten kein Interesse an Technik. Das stimmt so nicht. Wenn die Technik ihnen so unattraktiv angeboten wird, ist es ein Problem auf der anderen Seite, nämlich der Anbieter und nicht auf der Seite der vermeintlich technikabgewandten Frauen.

Die Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg hat einen neuen Bachelor-Studiengang «Rescue Engineering» eingeführt. Dieser Studiengang zielt auf eine Lücke zwischen Berufsfeuerwehren und Rettungsassistenten, die im mittleren Dienst im Katastrophen- und Zivilschutz arbeiten, und dem höheren Dienst, das heißt den Führungskräften im Rettungswesen. Der Studiengang soll ganz gezielt diese Mischqualifikationen produzieren: Psychologie, juristisches Wissen und ingenieurwissenschaftliches Wissen. Es hat mich sehr erschreckt, dass die Berufsfeuerwehren bundesweit, auch in Hamburg, einen Frauenanteil von ca. 0,7 Prozent haben – also quasi gegen Null tendieren –, dass aber knapp 20 Prozent Frauen unseren Studiengang wählen. Das heißt, Frauen fühlen sich sehr wohl von einem attraktiven Angebot angesprochen. Ich glaube, dass das ein spannendes Berufsfeld der Zukunft sein wird, ein ingenieurwissenschaftliches Berufsfeld, das sehr stark auf menschliche und soziale Belange zugeschnitten ist. Es wird sehr attraktiv auch für Frauen sein.

Wenn es um die Frage der Modernisierung von Studiengängen geht, empfehle ich, sowohl auf die Bedarfe abzu zielen als auch auf die Interessen und Bedürfnisse von weiblichen Studierenden einzugehen. Natürlich auch von männlichen Studierenden. Nur so funktioniert es. Es geht nicht mehr – wie bei den Frauenförderkonzepten – darum, ungleiche Strukturen auszugleichen und in dem Sinne kompensatorisch Frauen den Zugang zu bestimmten Positionen zu ermöglichen, sondern es geht

darum, die Interessen und Kompetenzen von Frauen als Chance zu nutzen, um für Hochschulen und Schulen innovative Prozesse in Gang zu bringen und damit Profil zu gewinnen.

Elke Warmuth Natürlich erwähne ich gerne die Namen der anderen Schulen: die Georg-Forster-Oberschule in Lichtenberg, die Heinrich-Hertz-Oberschule in Friedrichshain und die Herder-Oberschule in Charlottenburg. Die Andreas-Oberschule: Das war ein Wettbewerb, den die Senatsverwaltung ausgeschrieben hatte. Sie hat Schulen gesucht und zwei haben sich gemeldet, von denen die Andreas-Oberschule ausgewählt wurde.

Es sind noch andere Schulen auf uns zu gekommen. Das ist eine Art Qualitätsstempel, was wir machen, denn für dieses Zertifikat muss abgesichert sein, dass der Unterricht auf entsprechendem Niveau durchgeführt werden kann. Weitere Qualitätsmerkmale sind, ob die Schule nur für sich sein oder ob sie Input in das Netzwerk geben will. Wir haben eine kleine Warteliste, sind aber generell daran interessiert, das Netzwerk zu erweitern. Wir haben die feste Absicht, diese besondere Form der Zusammenarbeit auf die Naturwissenschaften auszudehnen. Über die Geisteswissenschaften haben wir jedoch noch nicht gesprochen.

In dem Moment, in dem das DFG-Forschungszentrum Matheon nach Berlin kam, gab es die Möglichkeit, Abordnungen von Mathematiklehrern an die Humboldt-Universität zu realisieren. Das ist eine ganz tolle Sache! Wir profitieren davon in der Lehrerbildung. Unsere Studierenden klagen darüber, dass die Lehrerbildung zu praxisfern ist und diese abgeordneten Lehrer bringen eine starke Praxiskomponente in die Ausbildung. Dadurch, dass wir zusammenarbeiten, lernen wir viel voneinander. Ich denke, das hilft uns allen.

Die Abordnung der Lehrer werden wir nur ungern wieder hergeben. Sie hängt aber von der Existenz des Matheon ab, das es noch maximal fünf Jahre lang geben wird. Der Senat hat sich verpflichtet: Solange es das Matheon gibt, finanziert er eine Abordnung. Wenn es das Matheon nicht mehr geben wird, wird diese Zusage vermutlich hinfällig und dann fehlt uns die Abordnung. Das wäre ein herber Verlust.

Sybille Volkholz Ich habe eine Frage an Herrn Ast und Herrn Christaller. Beobachten Sie in Ihren Projekten eine Haltungsänderung der Pädagogen zugunsten einer stärkeren Anwendungsorientierung? Ich meine, wenn man eine stärkere Form von Anwendungsorientierung will und diese mit außerschulischen Partnern realisieren möchte, muss man sich noch mehr Gedanken darüber machen, mit welchen Unterstützungssystemen man die Kooperationspartner beieinander halten kann. Das ist kein Selbstläufer.

Stefan Ast Ich möchte bei der Beantwortung der Frage die Schule als Gesamtheit betrachten. Ich muss feststellen, dass die Schulen auf eine Reihe unserer Angebote im Prinzip nicht reagieren. Das ist schade. Ich habe das Gefühl, dass wir Input geben und von unserem Kooperationspartner relativ wenig zurückkommt, obwohl der Vorbereitungsaufwand für die von uns vorgeschlagenen Aktivitäten eher bei uns liegt. Ich denke aber, das liegt nicht an den Lehrern. Als Vertreter in der Schulkonferenz habe ich erfahren müssen, dass Zusatzaufgaben wie zum Beispiel das Anbieten einer Arbeitsgemeinschaft oder das Kontakthalten zu einem Partnerbetrieb, wegfallen

müssen, um den «Normalbetrieb» der Schule aufrechtzuerhalten. Das sehe ich persönlich als einen Grund für diese Funkstille.

Anja Tempelhoff Ich bin aus der Praxis und betreibe genau das, was Herr Christaller vorgestellt hat, nämlich das «Roberta»-Projekt an meiner Schule. Ich bin Biologie- und Informatiklehrerin und 2004 als erste Lehrerin in Berlin für «Roberta» ausgebildet worden. Jetzt bilde ich selbst Lehrer aus, die im Unterricht oder in Arbeitsgemeinschaften «Roberta» einsetzen. Es läuft sehr erfolgreich. «Vorbilder» sind genau das, was bei mir an der Schule funktioniert. Ich habe mit Neuntklässlern angefangen, die haben durch ihre Vorbildfunktion Siebentklässler motivieren können, sich mit «Roberta» auseinanderzusetzen. Wir nehmen an Wettbewerben teil, zum Beispiel dem «RoboCup Junior». Wir konnten uns für die Weltmeisterschaft qualifizieren und waren 2005 mit einem Mädchenteam in Osaka. 2006 war die Weltmeisterschaft in Bremen, wo wir mit zwei Mädchenteams dabei waren. «Roberta» ist wirklich eine Sache, die die Mädchen im Selbstbewusstsein und in ihrer ganzen Kommunikationsfähigkeit sehr unterstützt und sie für Technik begeistert. Sie gewinnen nicht nur in Fragen der Technik, sondern entwickeln Kompetenzen im sozialen Bereich. Hohe Motivation und Selbstbewusstsein gehen damit einher.

Elke Warmuth Ich bin für die sechsjährige Grundschule. Ich finde es nicht gut, dass so früh selektiert wird. Aber die Verhältnisse sind so, wie sie sind. Fakt ist, dass diesen mathematisch profilierten Schulen der Nachwuchs dadurch entzogen wird, dass andere Schulen vorher Zugriff haben. Ich bin sehr dafür, dass in den Grundschulen substanzielle Verbesserungen stattfinden. Ich sehe sie momentan noch nicht. Was ich interessierten Eltern und Kindern anbieten kann, ist: Wenn sie zum Beispiel eine Klassenfahrt machen, kommen Sie doch auf uns zu und sagen: Schickt uns jemanden, der uns begleitet und etwas über das Berufsbild eines Mathematikers erzählt. Da gibt es bestimmt eine Möglichkeit. Es ist dann spezifischer, als die Kinder irgendwohin ins Praktikum zu schicken, wo sie ganz artfremde Sachen machen müssen.

III Anhang

Roberta. Mädchen erobern Roboter

Ein Projekt zur Förderung der naturwissenschaftlich-technischen Bildung von Mädchen an der Wolfgang-Borchert-Schule (Realschule), Berlin

Um den in Deutschland bestehenden Fachkräftemangel in technischen Berufen zu beheben, muss falschen Vorstellungen entgegengewirkt und sollten mehr junge Menschen für technische Fächer und Berufe interessiert werden. Aus diesem Grund müssen Mädchen gezielt angesprochen werden, um das bisher weitgehend vernachlässigte Potenzial von Frauen in technischen Bereichen zu nutzen.

In der Tat ist es bislang in den vergangenen Jahren kaum gelungen, Mädchen und junge Frauen für Technik oder Informatik zu begeistern. Nur rund 10 bis 12 Prozent beträgt der Anteil an Frauen, die sich an deutschen Universitäten im Fach Informatik immatrikulierten. In den Informatikkursen an meiner Schule nehmen im Allgemeinen höchstens 20 Prozent Mädchen teil. Woran kann das liegen?

Im Informatikunterricht in der Realschule muss ich immer wieder feststellen, dass Mädchen und Jungen eine völlig unterschiedliche Herangehensweise an Computer besitzen. Während Mädchen verstärkt den kommunikativen Aspekt der Technologie erlernen und nutzen wollen wie Chatrooms und E-Mail oder sich für Homepages von Popstars interessieren, wollen sich die Jungen verstärkt mit den technischen Aspekten beschäftigen. Tauschen Jungen Erfahrungen über Computer aus, so schließen sie dabei häufig Mädchen aus, indem sie – sicherlich zum Teil unbewusst – technische Fachtermini verwenden, ohne diese weiter zu erklären. Außerdem zeigen sich viele Jungen beinahe «ritterlich», indem sie Mädchen schnell bei Computerproblemen helfen oder beraten. Mädchen reagieren bei Fehlermeldungen auch häufig ängstlich und unsicher, zum Teil sogar frustriert, während Jungen ohne Zögern versuchen, die Probleme selbstständig zu lösen. Informatik als mathematisch-technische Disziplin ist für viele Mädchen schlichtweg belastet mit Vorurteilen.

An dieser Stelle setzt mein Projekt an, das diesen Zustand ändern soll. Wir haben das Ziel, an unserer Schule die naturwissenschaftlich-technische Mädchenbildung zu fördern. Mehr Mädchen als bisher sollen sich für wissenschaftlich-technische Inhalte interessieren und in ihrer Ausbildung sowie Berufswahl entsprechende Schwerpunkte setzen.

Folgende Indikatoren legen wir für unseren Erfolg an:

- Der Anteil der Mädchen in den I-Kursen (mathematisch-naturwissenschaftlich) entspricht mindestens ihrem prozentualen Anteil an der Gesamtzahl der Schülerinnen und Schüler des entsprechenden Jahrgangs.

- Pro Jahr wird mindestens eine naturwissenschaftlich-technische Arbeitsgemeinschaft nur für Mädchen angeboten.
- Mindestens 15 Prozent aller Mädchen formulieren einen naturwissenschaftlich-technischen Berufswunsch bzw. lassen sich von der Arbeitsagentur/BIZ schwerpunktmäßig beraten.
- Mindestens 20 Prozent der Mädchen wählen ihr 4. Prüfungsfach (Mittlerer Schulabschluss) aus dem naturwissenschaftlich-technischen Fächerkanon.

Hierbei spielt das Projekt «Roberta» eine wesentliche Rolle. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme verfolgt mit seinem Konzept Ziele, die ich für mein Vorhaben nutzen kann: «Ziel des Projekts ist, Roboterkurse, die auch für Mädchen attraktiv sind, als Teil des Bildungsangebots zu etablieren. Lehr- und Lernmaterialien werden erarbeitet und verfügbar gemacht, so dass Kursleiter und -leiterinnen Roboterkurse mit vertretbarem Aufwand selbstständig durchführen können» (Fraunhofer-Institut IAIS, Dezember 2004, S. 3).

Die Technik von Roberta

Das Prinzip von LEGO-Steinen ist allen Schülerinnen und Schülern bekannt. Viele Kinder besitzen selbst LEGO-Steine oder haben zumindest schon einmal bei Freunden damit gespielt. Die Anwendung ist einfach und ohne zusätzliches Werkzeug einsetzbar. Das Mindstorms Robotics Invention System (RIS) bietet einen kostengünstigen und einfachen Zugang zur Entwicklung kleiner, handlicher Roboter (vgl. Fraunhofer-Institut Autonome Intelligente Systeme, Einführung für KursleiterInnen, S. 16). Das Zentrum des LEGO Mindstorms Systems bildet der so genannte Robotics Command Explorer (RCX). Der RCX ist eigentlich ein überdimensionaler LEGO-Stein mit besonderem Inhalt. Dieser LEGO-Stein besitzt drei Ein- und drei Ausgänge zum Anschluss von Licht- und Berührungssensor und von zwei Hochleistungsmotoren sowie sechs Batterien. Neben der grafischen Programmierung mit Hilfe der RIS-Oberfläche, die keine Vorkenntnisse erfordert, ist auch eine anspruchsvolle Programmierung in C oder C++ möglich.

Ein LEGO-Mindstorms für Schulen Erfinder Set mit RIS-Programmierung sowie Infrarot-Transmitter für serielle oder USB-Schnittstellen beinhaltet LEGO 9V Getriebemotoren, LEGO Sensoren, LEGO RCX-Fernsteuerung und LEGO 9V Transformatoren. Diese Sets lassen sich über die in Deutschland bereits eingerichteten Regio-Zentren verbilligt bestellen.

Warum mit Hilfe von Robotern?



Roboter faszinieren. Sie halten immer mehr Einzug auch in den Alltag von Schülerinnen und Schülern und besitzen für sie eine besondere Attraktivität, um sich technisches Wissen anzueignen. Die Abbildung zeigt einen Aibo von Sony. Roboter sind aber nicht nur im Entertainment-Bereich im «Kinderzimmer» zu finden. So lassen sich mit Hilfe

von Robotern beispielsweise die Grundlagen der Programmierung in der Informatik begreifbar machen.

Im Roberta-Projekt werden LEGO-Roboter verwendet, da diese ein hohes Maß an Kreativität ermöglichen und jedes Mädchen und jeder Junge Erfahrungen im Umgang mit LEGO aus der Kindheit besitzt. Häufige Vorurteile der Schülerinnen: «LEGO ist doch nur etwas für kleine Kinder», werden schnell aufgehoben, wenn sie erfahren, welche technischen Möglichkeiten ihnen die Programmierung des Roboters ermöglicht.

Roboter machen Programmierung begreifbar

Bereits in der Sekundarstufe I bieten Roboter die Möglichkeit, Schülerinnen und Schülern Programmierung «begreifbar» zu machen. Grafische Programmieroberflächen wie RIS (Robotics Invention Systems) bieten den Vorteil, dass insbesondere Schülerinnen und Schüler ohne Vorkenntnisse schnell Erfolge erzielen und keine aufwändige Einführung in den Aufbau eines Programms notwendig ist.

Die Aufgaben, die Roboter erfüllen können, sind so vielfältig, dass auch die Programmierlösungen sehr unterschiedlich aussehen können, so dass es keine Standardlösungen gibt, was damit eine gute Möglichkeit zur Binnendifferenzierung bietet.

LEGO-Roboter haben drei Ein- und drei Ausgänge, der Anschluss von Motoren, Lampen, Licht- und Berührungs-, Temperatur- und Rotationssensoren ist möglich.

Roboter zu konstruieren und zu programmieren macht Spaß!

Roboter bieten einen handlungsorientierten und praxisnahen Unterricht, der zu FLOW-Effekten beim Lernenden führt. Die Schülerinnen und Schüler gewinnen im Umgang mit Robotern Selbstvertrauen und Spaß an der Programmierung und Konstruktion von Robotern. Vorurteile gegenüber dem Fach Informatik werden aktiv abgebaut.

Roboter fördern die Kreativität

Mit Hilfe von Robotern ist interdisziplinäres Arbeiten möglich. Die Fächer Kunst, Musik, Technik, Arbeitslehre, Physik und Informatik fließen in die Arbeit mit Robotern ein.

Roboter fördern die Sozialkompetenzen sowie Kommunikations- und Dokumentationsfähigkeiten

Im Fachunterricht hat die Dokumentation der Arbeitsergebnisse eine große Bedeutung, da damit handelnd am Objekt – dem Roboter – die Fachsprache im Sinnzusammenhang entwickelt und angewendet wird. Die gesammelten Erfahrungen bei der Entwicklung von Robotern und deren Programmierung werden an andere Schülergruppen weitergegeben. Der Weg von der Idee zur Konstruktion und Programmierung wird veranschaulicht. Dies geschieht sowohl mittels Plakaten als auch durch Projektstagebücher.

Besonders bei der Teilnahme an Wettbewerben wird die Dokumentations- und Kommunikationsfähigkeit – bei internationalen Wettbewerben auch in Englisch – durch die damit verbundene Ankündigung des eigenen Beitrages gefördert. Da die Präsentation der Gruppenergebnisse immer wieder ein fester Bestandteil der Arbeit mit Robotern ist und da viele Lösungen einer Aufgabe möglich sind, wird die Arbeit jeder Gruppe somit gewürdigt und das Selbstwertgefühl jedes Teilnehmenden gesteigert.

Bei der Arbeit mit Robotern ergeben sich zum Teil längere selbstbestimmte Arbeitsphasen. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in Gruppen zusammen, gegenseitiges Helfen und Unterstützung stehen dabei im Vordergrund, die gemeinsame Arbeit mit Freundinnen und Freunden ist möglich. Besonders der letzte Punkt ist für Mädchen im Zusammenhang mit der Wahl von Informatik als Wahlpflichtkurs in der Realschule oft ein entscheidender Faktor. Es ist für die Mädchen nämlich häufig ein Hindernis, dass ihre Freundinnen die Wahl von Informatik nicht anerkennen. Das Vorurteil, dass ein Informatiker alleine und nächtelang vorm Computer sitzt und keinen Kontakt zu seiner Umwelt pflegt, besteht immer noch, entspricht allerdings nicht den Anforderungen der Firmen, die verstärkt Teamarbeit ihrer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter als selbstverständlich voraussetzen.

Roboter eignen sich für die Mädchenförderung

Es gibt bisher kaum Unterrichtsmaterial, das insbesondere die Interessen und Fähigkeiten der Mädchen im Fach Informatik berücksichtigt. Obwohl bekannt ist, dass Mädchen eine andere Herangehensweise an Computer und Technik haben, wird in der Informatikdidaktik dieses Problem weitgehend außer Acht gelassen. Das Fraunhofer-Institut versucht, auf diesem Gebiet mit ihrem Roberta-Projekt Abhilfe zu schaffen. Das Fraunhofer-Institut hat in ihren Roberta-Kursen bereits die Erfahrung gemacht, dass Mädchen erst dann bereit sind, sich mit einem Thema auseinanderzusetzen, wenn sie einen Grund dafür akzeptieren können (vgl. Fraunhofer-Institut AIS, Juli 2004, Kapitel 1, S. 13). Diese Erfahrung kann ich bestätigen: Es war zu beobachten, dass die Mädchen meiner Roberta-Teams viel stärker an Fragestellungen interessiert waren, die den Robotern «sinnvolle» Aufgaben abverlangten. Darüber hinaus stellte das Fraunhofer-Institut fest, dass das Vertrauen der Mädchen in die eigenen technikbezogenen Fähigkeiten meist sehr viel geringer ausgeprägt ist als bei Jungen, selbst wenn sie objektiv betrachtet besser sind (vgl. Fraunhofer Institut AIS, Juli 2004, Kapitel 1, S. 13). Es ist bekannt, dass positive Erfahrungen in einem Fach motivierend wirken und das Interesse an diesem Fach dadurch steigern. Roboter können diese intrinsische Motivation bei Mädchen, nach meiner Überzeugung, für die Informatik auslösen.

«Die Chance der Schulinformatik liegt auch darin, durch Wahl geeigneter Fragestellungen und durch soziales Lernen Menschen für technikahe Probleme zu interessieren und ihnen so technische Kompetenz zu verleihen, die sonst eher an «schöngestigen» Fragen interessiert sind» (Modrow, 1991, S. 66). Mädchen sind zum Beispiel stärker an Themen aus dem Bereich der Biologie, der Musik oder dem Tanz interessiert als Jungen. Roboter lassen sich für diese Themenbereiche nutzen. So haben die Mädchen meiner Schule Roboter passend zur Musik des Musicals Cats konstruiert und programmiert.

Zum Roberta-Projekt ist ein Film an meiner Schule entstanden, der auf folgender Seite anzusehen ist: <http://www.forschungsrahmenprogramm.de/919.htm>

Wie wurde das Projekt eingeführt?

Zunächst stellten wir im August 2004 für Mädchen der 9. Klasse einen ersten Kontakt mit Robotern her. Alle Mädchen der 9. Klasse einer Realschule absolvierten einen achtstündigen Roberta-Kurs. Die Mädchen verhielten sich auf meinen Vorschlag, mit Robotern zu arbeiten, zunächst zurückhaltend, viele trauten sich das technisch nicht zu. Jedoch wurden sie während des Kurses zunehmend begeistert und von ihren Leistungen überzeugt.

Am Tag der offenen Tür im Bundeskanzleramt im August 2004 wurde ein Teil der Mädchen vom Fraunhofer-Institut eingeladen, um dort ihre Erfahrungen mit Roberta und der Konstruktion von Robotern und der Programmierung zu präsentieren.

Die sportliche Motivation: Teilnahme an Roboter-Wettbewerben (RoboCup Junior)

Seit einigen Jahren schon finden an verschiedenen Orten und international mit steigender Resonanz Roboter-Wettbewerbe für Kinder und Jugendliche bis 18 Jahren statt. Die Beteiligung daran hat bei den Mädchen zu einer zusätzlichen Motivation geführt, sich intensiver mit der Programmierung und Technik von Robotern auseinanderzusetzen. Sie waren erfolgreich und konnten sich sowohl im Jahr 2005 als auch 2006 und 2007 für die jeweiligen RoboCup-Weltmeisterschaften in Osaka (Japan), Bremen und Atlanta (USA) qualifizieren.

Der Gewinn des Wanderpokals des Fraunhofer-Instituts für das beste Roberta-Team bei den German Open (Deutsche Meisterschaften der Roboter-Wettbewerbe) führte an der Realschule dazu, dass die Arbeitsgemeinschaft für immer mehr Mädchen interessant wurde und die Teilnehmerzahlen stark angestiegen sind.

Dank an die Sponsoren!

Die Teilnahme am RoboCup Junior 2005, 2006 und 2007 war nur durch die finanzielle Unterstützung von Firmen möglich: Cisco Systems, BSS (Bau-System-Schalungsbau), Intel und der Initi@tive D21. Die Teilnahme an der Qualifikation in Magdeburg und den German Open 2007 in Hannover war dank der finanziellen Unterstützung von Cisco Systems durchführbar.

Der Dank gilt deshalb den Sponsoren, die unter anderem die Reisen nach Japan, Bremen, Magdeburg und Hannover für die Schülerinnen realisierbar gemacht haben! Sponsoren werden für diese Initiativen immer aufs Neue gebraucht.

2006/07: Die Wolfgang-Borchert-Schule wird Pilotschule im Rahmen des eEducation Masterplans Berlin

Im Schuljahr 2006/07 wurde die Wolfgang-Borchert-Schule schließlich Pilotschule im Rahmen des eEducation Masterplans Berlin und erhält dankenswerterweise Hardware-Unterstützung durch die Senatsverwaltung für Bildung, Forschung und Wissenschaft. Im Rahmen des Projektes wird erprobt, inwieweit sich die Förderung

von Mädchen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich mit Hilfe von Robotern erfolgreich fördern lässt.

Nachhaltigkeit des Projektes

Die Schülerinnen sind insbesondere durch die Teilnahme am RoboCup Junior so motiviert, dass sie bereits kurz nach den Sommerferien 2006 mit der Vorbereitung auf die deutsche Meisterschaft 2007 begonnen haben, um sich dort für die WM in Atlanta (USA) im Sommer 2007 zu qualifizieren. Die Schülerinnen spornen sich untereinander an, die Jüngeren lernen von den Älteren.

Außerdem werden durch das positive Beispiel unserer Schule weitere Schulen in Berlin angesprochen, sich für die technische Fortbildung der Mädchen einzusetzen, um sich mit ihnen ebenfalls am Wettbewerb zu beteiligen. In Roberta-Fortbildungen werden interessierte Kolleginnen und Kollegen, unterstützt von der Senatsverwaltung, von mir für die Durchführung von Roberta-Kursen an der eigenen Schule in neun Zeitstunden fortgebildet.

Ergebnisse

Einige der oben angeführten Indikatoren sind bereits jetzt erfüllt worden. Bei der Wahl des 4. Prüfungsfaches beim MSA (Mittleren Schulabschluss) haben im letzten Jahr 45,8 Prozent der Mädchen Biologie, 6,3 Prozent Physik und 4,2 Prozent Chemie gewählt.

Eine Roberta-Arbeitsgemeinschaft wird auch in diesem Schuljahr angeboten, und die Nachfrage der Schülerinnen wächst stetig weiter.

Von zwei Roberta-Teams, die am Qualifikationsturnier 2007 in Magdeburg teilgenommen haben, qualifizierten sich beide Teams für die German Open in Hannover. Ein Team erhielt dort einen Sonderpreis für besondere Vielfalt bei den Robotern, das zweite Team erreichte den 2. Platz im Bereich Dance Secondary und den Wanderpokal, den Altkanzler Schröder signierte, als bestes deutsches Roberta-Team.

*Die erfolgreichen Teams
«Cisco Cats» und «Cisco Dogs»
mit ihren Betreuern
nach den German Open 2007
in Hannover
(Foto: A. Tempelhoff)*



Anja Tempelhoff ist Realschulkonrektorin und unterrichtet an der Wolfgang-Borchert-Schule in Berlin die Fächer Biologie und Informatik. Sie ist eine der ersten Lehrerinnen, die in der Ideenwerkstatt der Humboldt-Universität zu Berlin, einem der Roberta-RegioZentren, als Kursleiterin ausgebildet wurde.

Programmieren, Mathe und ein bisschen Hardware ...

Wen lockt dies Bild der Informatik?

Seit mehr als 30 Jahren ist die Informatik an deutschen Universitäten etabliert. Wie jede neue Disziplin musste sie in ihrer Anfangszeit um ein Selbstverständnis ringen. Unterschiedliche Wege der Entwicklung schienen offen, Grenzziehungen waren noch nicht vollzogen. Mit der Aufbruchstimmung der neuen Disziplin korrespondierte in der Öffentlichkeit ein unklares Bild. Für viele klang Informatik nach Informationswissenschaften oder Journalismus.

Der vergleichsweise hohe Frauenanteil in frühen Informatik-Jahrgängen (1978: 20,5 Prozent gegenüber 1994: 12,1 Prozent, 2003: 16,9 Prozent) wird häufig auf dieses Bild zurückgeführt. Mit der Verfestigung der technisch-ingenieurwissenschaftlichen Ausrichtung in den 80er- und 90er-Jahren und dem Einzug des PC in Schulen und Haushalte ging die Beteiligung von Frauen am Fach zurück.¹ Gleichzeitig wuchs die Zahl ausländischer Studierender und unter ihnen besonders der Frauen.

Das gesellschaftliche Bild der Informatik hat offenbar einen starken Einfluss auf das Studienwahlverhalten und damit auf die Zusammensetzung der Studierenden, ihre Interessen, Motivationen und Erwartungen. Angesichts der zunehmenden Verwobenheit der Gesellschaft mit Informatiksystemen und des starken Bedarfes an Informatik-Experten und -Expertinnen ist zu fragen: Welches Bild von Informatik herrscht aktuell – speziell bei potenziellen Studienanfängern und -anfängerinnen? Wer entscheidet sich für ein Informatikstudium, wer nicht?

1 Fragestellung und Ausgangsthese

Diskussionen um das Selbstverständnis der Disziplin werden in Deutschland seit langem geführt. Die Fragen: «Was ist Informatik? Welches sind ihre Grundlagen? Gibt es eine Theorie der Informatik?» wurden im Diskurs der 90er-Jahre recht unterschiedlich beantwortet: Informatik erschien zugleich als Formal-, Ingenieur-, Geistes- und auch Arbeitswissenschaft. Übereinstimmung herrschte jedoch darüber, dass die Informatik den zunehmenden Einfluss ihrer Produkte auf Arbeitsprozesse, soziale und gesellschaftliche Entwicklungen kritisch zu reflektieren habe. Von Informatikern und Informatikerinnen wurde die Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung sowie ethisches Handeln eingefordert [vgl. 2, 3].

Die damals teils politisch, teils wissenschaftstheoretisch motivierte Debatte um Inhalt, Umfang und Grenzen der Disziplin wurde 1997 im April-Heft des Informatik-Spektrums aufgenommen und fand schließlich 1999 Niederschlag in einer GI-Empfehlung «zur Stärkung der Anwendungsorientierung in Diplom-Studiengängen

¹ http://www.kompetenz.de/daten_und_fakten/studium_daten_und_fakten

der Informatik an Universitäten». Dort wird festgestellt: «Als dienstleistende Ingenieurinnen und Ingenieure werden Informatik-Absolventen großenteils im Rahmen der Einbettung von Informatiksystemen in komplexe Strukturen tätig, in denen Mensch und Technik, Unternehmen und Gesellschaft zusammenwirken. Zusätzlich zu den zentralen Informatik-Kenntnissen und besonderen informatischen Fähigkeiten benötigen Absolventen der universitären Informatikstudiengänge deshalb auch allgemeines und spezifisches Anwendungswissen sowie soziale Fähigkeiten.» [4, S. 3]

Gegen Ende der 90er-Jahre begannen aufgrund der guten beruflichen Prognosen viele Interessierte ein Informatik-Studium. Zeitgleich blieb bundesweit der Frauenanteil der Neueingeschriebenen im Fach Informatik gering, und die Studienabbruchquote stieg an. Was stellten sich die vielen Studienanfänger/innen unter Informatik vor? Als wesentlichen Grund für Studienabbrüche vermuten wir u. a. die großen Widersprüche zwischen dem öffentlichen Bild und dem Anspruch der Disziplin, zwischen den Annahmen der Anfänger/innen und ihren späteren Studienerfahrungen.

Unser Beitrag diskutiert das öffentliche Bild der Informatik, das wir durch Befragungen von Schüler/innen und Studienanfänger/innen erhoben haben. Wir lenken damit die Aufmerksamkeit auf die Phase des Übergangs von Schule zum Studium und fragen: Welches Bild haben Schüler und Schülerinnen sowie Studienanfänger und Studienanfängerinnen von der Informatik? Was zieht sie an? Inwiefern passen ihre Vorstellungen mit den tatsächlichen Anforderungen und Inhalten des Faches zusammen?

Lockt das Fach «die richtigen» Interessenten und Interessentinnen an? Wird das Potenzial an intelligenten jungen Leuten für die Informatik ausgeschöpft, oder werden geeignete junge Männer und Frauen womöglich durch ein einseitiges Informatik-Bild abgeschreckt?

Der vorliegende Artikel erhebt keinesfalls den Anspruch, vollständige Antworten auf diese Fragen zu geben. Vielmehr soll durch diesen Beitrag eine Diskussion angestoßen werden, ob die Außendarstellung des Faches Informatik mit dem für die Studierenden vorzufindenden Bild der Informatik übereinstimmt. Unsere im Bremer Kontext erhobenen Ergebnisse haben eher qualitativen Charakter und dienen zur ersten Thesenbildung und Diskussion.

In den Abschnitten 2 und 3 präsentieren wir die Ergebnisse zweier empirischer Studien, die in den Jahren 2000 und 2001 an der Universität Bremen durchgeführt wurden.² Der Abschnitt 4 basiert darüber hinaus auf vertieften Diskussionen, die wir 2003 mit einer Gruppe von Hauptstudiums-Studierenden des untersuchten Jahrganges führten, um ihre Erfahrungen in den ersten vier Studiensemestern zu erfragen. Kurz gefasst: Schüler und Schülerinnen und Informatik-Anfänger und Anfängerinnen erwarten von einem Informatikstudium primär das Erlernen von Programmieren und Mathematik sowie Hardware-Kenntnisse. Damit sind sie allerdings auf viele Aspekte des Informatikstudiums (und Anforderungen des Berufslebens) nicht gefasst. Unsere Interpretation der Ergebnisse und unsere Folgerungen möchten wir zur Diskussion stellen.

² Wir danken Dipl. Inf. Bettina Heise für die Auswertung der Daten.

2 Schüler/ Schülerinnen und Informatik-Studienanfänger/-anfängerinnen: zwei empirische Untersuchungen

Unsere *Schüler-/Schülerinnen-Studie* wurde 2001 im Rahmen eines Lehreprojektes von Studierenden im Bremer Informatik-Hauptstudium durchgeführt. Das Projekt zielte darauf ab, nach einer gründlichen Anforderungsanalyse Informationen über das Studienfach Informatik im Internet anzubieten. Gegenüber den gängigen Bildern zu Informatik und Informatikern/Informatikerinnen wollten die Studierenden ein vielfältiges und realistisches Bild der Informatik entwerfen. (Ein Folgeprojekt überarbeitete die Website 2004 vollständig, siehe www.isi-uni-bremen.de)

Um den Informationsbedarf zum Ausgangspunkt ihres Informationsangebotes zu machen, befragten die Studierenden Schüler und Schülerinnen der 11. bis 13. Klassenstufe zu ihren Vorstellungen über das Informatikstudium. Insgesamt 216 Schüler/Schülerinnen aus Wahlpflicht-Informatikkursen einer Bremerhavener Gesamtschule füllten den halbstandardisierten Fragebogen aus. Die Mädchen (42 Prozent) und Jungen (58 Prozent) waren zu je einem Drittel im 11., 12. und im 13. Jahrgang.

Eine *Erstsemester-Studie* entstand im Rahmen des Bremer HWP-Verbundprojektes «Frauen studieren Naturwissenschaft und Technik». Ziel des Projektes war u. a. die Steigerung des Frauenanteils in den naturwissenschaftlichen und technischen Fächern und die Senkung der Studienabbruchquote insgesamt. In einem besonders großen Jahrgang mit über 400 Studienanfängern/-anfängerinnen wurde 2000/2001 eine Erstsemesterbefragung durchgeführt [vgl. 6]. Im Mittelpunkt standen die Erwartungshaltung und die persönlichen Voraussetzungen für das Informatikstudium. Der Rücklauf des halbstandardisierten Fragebogens von 72 Männern und 12 Frauen spiegelte das Geschlechterverhältnis im Informatikstudium in etwa wider (86 Prozent: 14 Prozent).

Unser Blick auf die Phase der Orientierung und des Übergangs zwischen Schule und Studium legte Auffassungen offen, die noch nicht von eigenen Studienerfahrungen überlagert waren. Die Daten beider Studien wurden geschlechtersensitiv analysiert.³ Wir berichten zunächst über die fachlichen Neigungen und das Vorwissen der Studienanfänger/-anfängerinnen und beschreiben die Annahmen von Schülern/Schülerinnen über die Eigenschaften und Begabungsprofile von Informatik-Studierenden. Im Anschluss daran werden ihre Erwartungen an die Studieninhalte und ihre Vorstellungen zur Berufstätigkeit dargestellt.

Ergebnisse aus beiden Studien werden im Folgenden aufeinander bezogen zur Diskussion gestellt.

3 Vorwissen, Neigungen, Erwartungen

Was wissen *Schüler/innen* über das Informatikstudium und das Berufsbild «Informatiker/Informatikerin»? Offenbar nicht viel: 50 Prozent der befragten Jungen und 68 Prozent der Mädchen gaben an, darüber keine Informationen zu haben. In der Schule erhielten sie selten gezielte Hinweise auf ein Informatikstudium. Ihre Informationsquellen waren in erster Linie nicht-schulischer Art, z. B. Hochschultage, Freunde,

³ Unsere Ergebnisse entstanden in Diskussionen mit Dipl. Math. Corinna Bath.

Bekannte und das Internet. Bei der Frage, wo sie sich ggf. über ein Informatikstudium informieren würden, stand das Internet an erster Stelle, gefolgt von Lehrer/innen und Freund/innen.

In der *Erstsemester-Studie* wurden zunächst die Leistungskurswahlen der ehemaligen Schüler/Schülerinnen erhoben, um zu eruieren, aus welchen fachlichen Neigungen heraus sie sich für das Studienfach Informatik entschieden. Da diese Kurse prüfungsrelevant sind und ein hohes Stundenaufkommen beinhalten (6 Stunden pro Woche), handelt es sich offenbar um favorisierte Fächer.

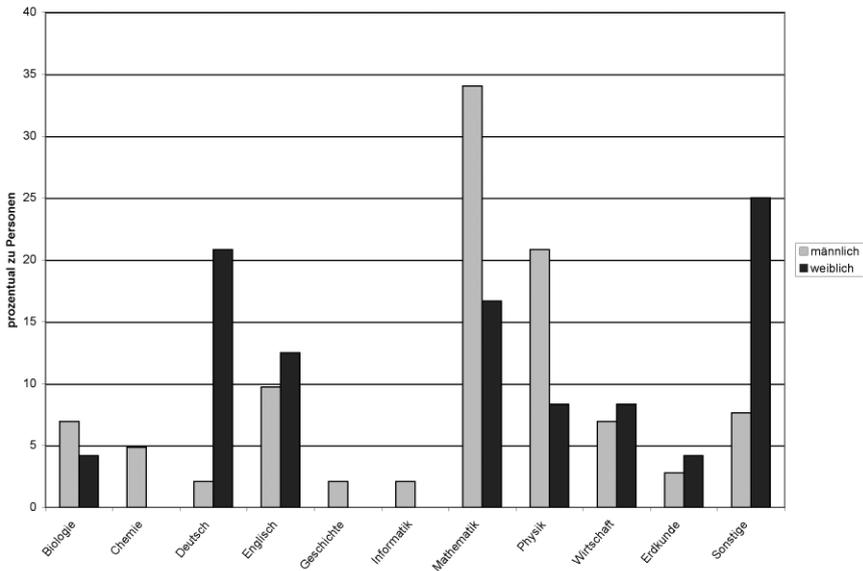


Abb. 1 Leistungskurse der Informatik-Anfänger/-Anfängerinnen

In Abb. 1 fällt als erstes das Fach Mathematik ins Auge. Über ein Drittel der männlichen Informatikanfänger wählte Mathematik als Leistungskurs (LK) – bei den Frauen war es ein Fünftel. Mathematik scheint für beide Geschlechter die Zugangsschneise für die Informatik zu sein. Mit Blick auf das Geschlechterverhältnis ist jedoch hervorzuheben, dass bei den Männern häufig an zweiter Stelle ein Physik-LK stand, während das Spektrum bei den Frauen sehr viel breiter war: Sie wählten auch Deutsch, Englisch und Fächer wie Musik, Kunst, Sport als Leistungsfächer und entschieden sich dann für ein Informatikstudium.

Auf die Frage nach den notwendigen Vorkenntnissen für ein Informatikstudium nannten die Befragten der *Schüler-/Schülerinnen-Studie* an erster Stelle Computerkenntnisse, an zweiter Programmierkenntnisse (vgl. Abb.2). Oftmals wurde angenommen, dass Programmieren bereits richtig beherrscht werden muss: «mindestens eine Programmiersprache», «Java, C++». Weiter gingen sie davon aus, dass Informatik-Anfänger/-Anfängerinnen Interesse oder sogar Begeisterung für den PC zeigen. Von den Mädchen wurden diese Voraussetzungen noch deutlich häufiger als von den Jungen genannt. Auch gute Mathematikkenntnisse wurden für erforderlich gehalten.

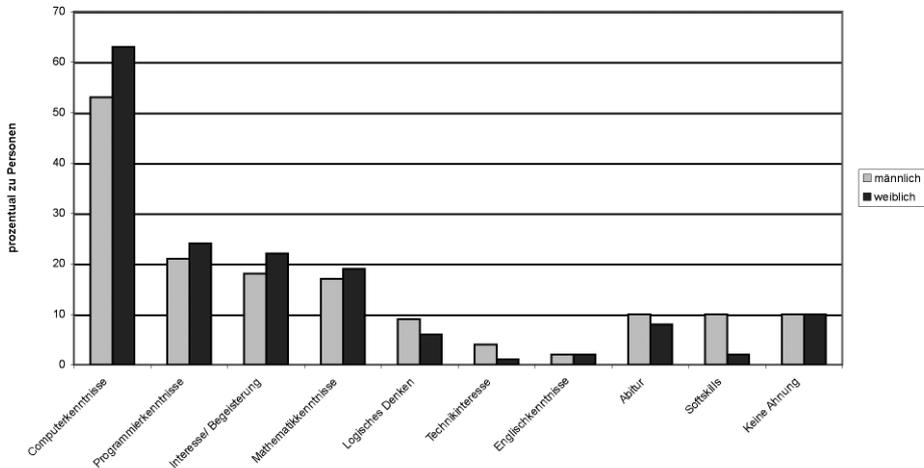


Abb. 2 «Voraussetzungen für ein Informatikstudium» (Schüler/Schülerinnen) (Mehrfachantworten möglich; induktive Kategorienbildung)

Dieser Befund findet in der *Erstsemester-Befragung* Bestätigung. Auch dort wiesen die Frauen spontan in wesentlich höherem Maße als Männer auf ihr besonderes Interesse an Informatik hin. Die Betonung des Zugangs über das persönliche Interesse könnte implizit auf eine gesellschaftliche Barriere hindeuten, die Frauen und Männer bestimmten geschlechtskonnotierten Berufsfeldern zuweist. So wurde auch direkt formuliert: «Ich möchte beweisen, dass auch Frauen Informatik studieren können!»

Auf die Frage, welche der von ihnen benannten notwendigen Voraussetzungen sie selbst als Erstsemester mitbrächten, wurde am häufigsten auf Programmierkenntnisse und andere primär fachliche Aspekte verwiesen (vgl. Abb. 3).

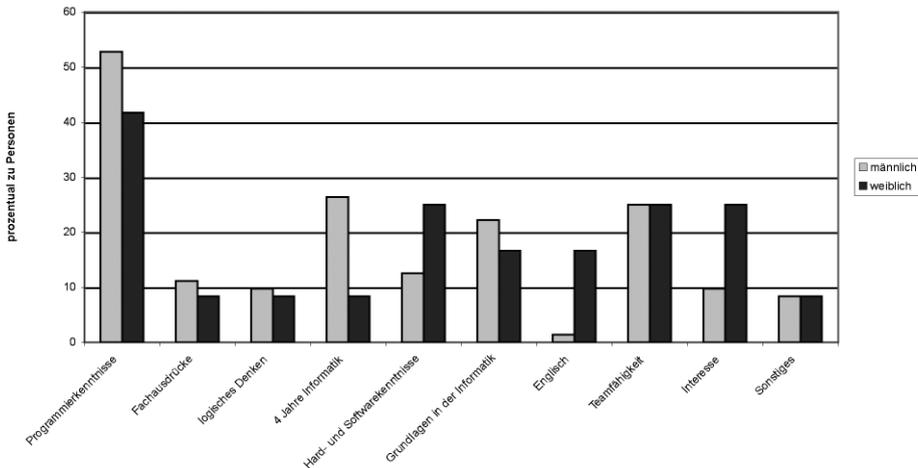


Abb. 3 «Mitgebrachte Voraussetzungen und Kenntnisse» der Erstsemester (Mehrfachantworten möglich; induktive Kategorienbildung)

Die gängige Annahme, dass Frauen kaum Programmierkenntnisse in das Studium einbringen, kann nicht bestätigt werden. Immerhin verfügten knapp 42 Prozent der Frauen über solche Kenntnisse. Doch das Geschlechtergefälle bleibt

bestehen: mit 53 Prozent lag die Quote bei den Männern deutlich höher. Auch hielten viele Befragte (insbesondere Frauen) ihre Kenntnisse für nicht ausreichend. Dem Programmieren wurde also ganz offensichtlich in Bezug auf das Studium eine hohe Wichtigkeit beigemessen.

Wird hier die *Schüler-/Schülerinnen-Studie* vergleichend hinzugezogen, ergibt sich folgendes Bild. Auf die allgemein gehaltene Frage «Wer studiert Informatik?», mit der insb. Annahmen über persönliche Eigenschaften und Orientierungen der Studienanfänger/innen erfragt werden sollten, antworteten die Schülerinnen und Schüler spontan sehr unterschiedlich: Die Schüler (34 Prozent) waren am häufigsten der Meinung, dass «jeder» Informatik studieren kann. Aussagen, wie «alle möglichen Menschen», «intelligente Personen» wurden diesem Antworttypus zugerechnet. Auch 21 Prozent der Schülerinnen teilten diese Einschätzung. Doch während 18 Prozent der Schülerinnen meinten, dass Informatik hauptsächlich von Männern studiert wird, teilten nur 4 Prozent der Schüler diese Erwartung.

Aber auch das alte Bild vom «unsozialen Informatiker» wurde reproduziert: 16 Prozent Mädchen und 10 Prozent Jungen vermuteten, dass sehr spezielle Charaktere in der Informatik anzutreffen sind. Als eine typische Aussage kann der Ausspruch «komische Streber mit Brille und unmöglicher Frisur» gewertet werden.

Aufschlussreich waren die Erwartungen der Schüler/Schülerinnen an das Studium: Sie erwarteten Tiefergehendes und «möglichst alles» über den PC und seine Programmierung zu erfahren: «Lösung komplizierter Probleme am PC», «absolutes Beherrschen des Computers», «Umgang mit allen Programmiersprachen» und «mit allen Betriebssystemen», «alle Windows-Funktionen», «Programmieren von A – Z», Aufbau des Computers, Hardware, Elektrotechnik. In 76 Prozent aller Antworten war vom Programmieren die Rede. 38 Prozent der Befragten hatten allerdings überhaupt keine Vorstellung.

Die Tätigkeit von Informatikern bleibt für Schüler und Schülerinnen offenbar nebulös: 33 Prozent der Mädchen und 16 Prozent der Jungen konnten gar nichts dazu sagen. Am häufigsten war die Annahme vertreten, dass sie nach Abschluss des Studiums als Programmierer arbeiten.

4 Studienbeginn, Studienerleben

Übereinstimmend ergeben beide Studien, dass die meisten Befragten ihre Studienfachwahl in geradliniger Fortsetzung der bisher in Schule und Freizeit erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten treffen. Schüler/Schülerinnen wie Studienanfänger/-anfängerinnen glauben, dass Mathematik, Erfahrungen mit und Spaß am Programmieren und PC-Umgang die notwendigen Begabungen, Neigungen oder Vorkenntnisse für ein Informatikstudium sind.

Nach unserer Auffassung ergeben sich dadurch drei Gruppen:

a) «Passt genau!»: Die erste Gruppe fühlt sich vom Informatikstudium angezogen, da es genau zu ihren Vorkenntnissen und Neigungen zu passen scheint. Bei Studienbeginn weisen allerdings die Männer dieses «Idealprofil» weit häufiger auf als die Frauen.

b) «Nichts für mich!»: Für die zweite Gruppe kommt ein Informatikstudium überhaupt nicht in Frage. Die Befragten vermuten, dass ihnen die Voraussetzungen fehlen, der erwartete Stoff erscheint ihnen nicht interessant und die zu erwartenden

Mitstudierenden nicht attraktiv. Angesichts des geringen Frauenanteils bei Studienbeginn ist zu vermuten, dass dies für die meisten Abiturientinnen zutrifft.

c) «Klingt interessant!»: Die dritte Gruppe steht dem Studiengang neutral bzw. offen gegenüber. Sie sind neugierig auf das Fach, auch ohne über – aus ihrer Sicht – einschlägige Vorkenntnisse zu verfügen (Leistungskurse, Informatikunterricht, Programmiererfahrung). In diese Kategorie sind die meisten Frauen einzuordnen, die mit Informatik beginnen.

Gerade eine differenzierte Betrachtung der Aussagen von Männern und Frauen zeigt, wie unterschiedlich die Ausgangssituationen derer sind, die sich letztlich für ein Informatikstudium entscheiden: Ein deutlicher Schwerpunkt der schulischen Leistungskurse lag bei den Männern auf Mathematik/Physik, während die Frauen ein breiteres Spektrum von Leistungsfächern mitbrachten. Wesentlich mehr Männer als Frauen hatten Informatikunterricht gehabt. (Dies scheint sich seit der Studie von Schinzel im Zeitraum 1993 bis 95 zumindest in Bremen nicht geändert zu haben, [8]). Darüber hinaus hielten fast alle Frauen ihre eigenen Programmierkenntnisse, falls vorhanden, für nicht ausreichend, bei den Männern kamen weniger als die Hälfte zu dieser kritischen Selbsteinschätzung. Ein Drittel der Jungen (gegenüber einem Fünftel der Mädchen) schätzte das Fach als für «jeden» geeignet ein, viel mehr Mädchen als Jungen hielten Informatik für ein «Männerfach». In keinem anderen europäischen Land lässt sich diese starke geschlechtskonnotierte Einschätzung finden; gleichzeitig ist in fast allen europäischen Ländern der Frauenanteil in der Informatik deutlich höher als in der BRD.

Um die tatsächlichen Studieninhalte und -anforderungen am Beispiel der Bremer Informatik aus Betroffenen­sicht betrachten zu können, führten wir vertiefende qualitative Gruppendiskussionen mit 30 Informatikstudierenden im Hauptstudium (zehn Frauen, 20 Männer). Diese stellten übereinstimmend fest, dass das Studium und die Mitstudierenden völlig anders waren als zunächst vermutet. Generell hatte sie der hohe Abstraktionsgrad des Lehrstoffes überrascht: «Ich dachte, Mathe und Physik sind abstrakt – Informatik auch!» Im Einzelnen beschrieben sie die ambivalente Rolle von Programmierkenntnissen und hoben die Vielfalt der Inhalte, der Arbeitsformen und Menschen hervor, denen sie begegnet waren.

Programmierkenntnisse spielten im Studium eine geringere Rolle als angenommen, denn es ging in den Veranstaltungen in erster Linie um abstrakte Konzepte von Software und Programmierung. Die Studierenden berichteten jedoch, dass praktische Programmiererfahrung häufig implizit vorausgesetzt wurde, was denjenigen, die solches Vorwissen besaßen, deutliche Vorteile beim Stoffverständnis und bei der Aufgabenbearbeitung verschaffte. Entgegen ihren Erwartungen mussten sie im Grundstudium aber nicht permanent am Rechner arbeiten. Auch elektrotechnische Praxis wurde nicht geboten.

Das Bremer Grundstudium, das weitgehend auf Gruppenarbeit ausgelegt ist, verlangte enge Kooperation mit anderen Studierenden. Die Teamarbeit half ihnen bei der Bewältigung des Pensums und stellte große und unerwartete soziale Anforderungen an sie, denn aus der Schule waren sie meist Einzelarbeit und Konkurrenz gewohnt. Die Notwendigkeit von Gruppenarbeit passte nicht zu ihrer anfänglichen Vorstellung vom individualistischen «Computerfreak». Sie betonten die sehr heterogene, wenn auch sehr männlich geprägte Zusammensetzung der Studierenden und erinnerten sich an ihre Erleichterung: «Auch normale Menschen studieren Informatik.»

Positiv überrascht zeigten sich die fortgeschrittenen Studierenden von den «sozialen Themen» der Angewandten Informatik und des Bereichs Informatik und Gesellschaft, die in Bremen obligatorisch behandelt werden [7]. Diese Aspekte hatten sie im Studium nicht erwartet. Sie erlebten die Teilgebiete der Informatik als sehr vielfältig und zogen für sich das Fazit: Ein Informatikstudium ist überraschend anders als erwartet, tatsächlich aber noch viel interessanter als zunächst vermutet! Doch leider gelangen viele Anfänger nicht bis ins Hauptstudium. Auch der Jahrgang der Befragten war im 5. Semester bereits von 426 auf 281 Studierende geschrumpft, was einer Abbruchquote von 34 Prozent entspricht.

Die Frage, an welchen Anforderungen Studierende genau scheitern oder was sie zum Studienabbruch veranlasst, wird durch diese Studien sicherlich nicht vollständig beantwortet. Sie legen aber die Vermutung nahe, dass die beschriebene Differenz zwischen dem Außenbild der Informatik und den tatsächlichen Studienanforderungen zu einer hohen Abbruchquote beiträgt. Weiter könnten sich die unterschiedlichen Voraussetzungen und Selbsteinschätzungen der Anfänger/Anfängerinnen auswirken.

Aus der Geschlechterforschung ist bekannt, dass Frauen häufig ein geringeres informatisches *Selbstbewusstsein* haben als Männer, auch wenn objektiv kein Unterschied in den fachlichen Voraussetzungen und Leistungen auszumachen ist [8, 9]. Gerade die Einschätzung der eigenen Programmierkenntnisse könnte in diesem Kontext eine wesentliche Rolle spielen.

Diejenigen, die sich aufgrund ihrer Vorkenntnisse als «die normalen Informatik-Studierenden» fühlen (oben Gruppe a), können dadurch eine große Selbstsicherheit entwickeln. Es besteht die Gefahr, dass hieraus eine Definitionsmacht abgeleitet wird, was (und wer) zur «richtigen» Informatik gehört. Im Grundstudium lehnen z. B. viele Studierende Lehrstoff ab, der nicht in ihr Informatik-Bild passt und ihnen schwer fällt. Kommunikation mit Anwendern im Rahmen der Anforderungsanalyse, Ergonomie und Arbeitsgestaltung, Methoden des Projektmanagements oder die sorgfältige und klare Darstellung von Sachverhalten in Wort und Schrift stufen sie als weniger relevant ein. Wer sein Interesse für solche Aspekte bekennt, wird selbstbewusst von ihnen belehrt: «Wenn du *das* interessant findest, bist du hier falsch!»

Dies erinnert an die bekannte Studie von Håpnes und Rasmussen [5], die ergab, dass «Computerfreaks» im norwegischen Institute of Technology trotz ihrer geringen Zahl das Bild des idealen Computer-Science-Studenten prägten. Diese Dominanz führten die Autorinnen u. a. auf den Mangel an alternativen Werten und Vorstellungen bei den Lehrenden und bei der Mehrzahl der Studierenden zurück.

Doch welches ist das «richtige» Informatik-Bild?

5 Ein facettenreiches Bild der Informatik

Unsere Studien fanden im Bremer Kontext statt, wo in der Lehre traditionell Wert auf die gesellschaftliche Einbettung informatischen Handelns gelegt wird. Schon im Studium werden die unterschiedlichen Aspekte der Informatikertätigkeiten sichtbar. Doch auch an anderen Informatik-Standorten dürften die Studierenden die Erfahrung machen, dass das Studium nicht auf sog. Technikfreaks ausgelegt ist oder der Vertiefung von Hobbykenntnissen dient. Die GI-Empfehlung [4, S. 4] stellt fest: «Der überwiegende Teil der Informatik-Absolventen arbeitet an der Weiterentwicklung

und Anpassung von Anwendungssystemen oder erbringt verschiedenste Dienstleistungen für Anwender.» Informatiker/Informatikerinnen leisten die Übersetzung von wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen in organisatorisch-technische Lösungen. Die Qualität ihrer Systeme hängt in hohem Maße von einem Verständnis der Gegenstandsbereiche, von erfolgreicher Kommunikationsmethodik und gutem Projektmanagement ab. Für all diese Aspekte sind sie primär selbst zuständig.

Es soll hier keineswegs um das (Bremer) Curriculum und auch nicht um die Frage gehen, «was Informatik (wirklich) ist». Vielmehr soll unser Bericht generell zum Nachdenken anregen: Wie sollte sich die Informatik nach außen präsentieren und welche Aspekte sollten dabei sichtbar werden, damit das Fach vielseitige Menschen mit angemessenen Fähigkeiten und Neigungen anzieht?

Informatik-Fachbereiche, die sich angesichts hoher Bewerberzahlen und gestiegener Abbruchquoten ihre Studierenden selbst aussuchen wollen, sollten diese Fragen geklärt haben, bevor sie Interessierte auf ihrer Website zu einem «Selbsttest» einladen. Mit Aufgaben zur Überprüfung von Logik, Abstraktionsvermögen, algorithmischem und analytischem Denken tragen sie zu einem einseitigen Informatik-Bild bei.⁴ Auch sprachliche und kommunikative Fähigkeiten sind für Informatiker wichtig, lassen sich aber nicht auf diese Weise abprüfen.

Praxis und Erfahrungen von Informatik-Fachbereichen wie dem der TU München, die heute mit großem Aufwand Aufnahmeverfahren erproben, verdienen eine breite fachöffentliche Diskussion. Wer nimmt die Hürde des Selbsttests und bewirbt sich? Wer passiert das Aufnahmeverfahren? Wie und in welcher Hinsicht sind diese Studierenden beim Lernen erfolgreich(er)? Lässt sich die Eignung für ein Informatikstudium tatsächlich auf diese Weise feststellen?

Informatik ist mehr als Programmieren, Mathe und ein bisschen Hardware. Ein eingeschränktes einseitiges (Außen)-Bild der Informatik erscheint vor diesem Hintergrund nicht wünschenswert. Wir plädieren dafür, die bisherigen Konzepte der Außendarstellung, etwa bei Schnuppertagen, Tagen der Offenen Tür oder Girls Days, kritisch in Frage zu stellen. So betont die Präsentation von Laboren, Geräten oder Robotern das wenige Materielle und Handfeste, das doch im Studium meist gar nicht im Vordergrund steht. Zusätzliche Vorträge zu Programmierung und Mathematik erschließen nicht die Vielfalt der Studieninhalte zwischen Datenmodellierung und Datenschutz, Netzwerkprotokollen und Prototyping mit Benutzern, Grafikalgorithmen und visueller Oberflächengestaltung. Hier müssen konzeptionell neue Wege beschritten werden.

Wie wäre es, wenn, da den Schülern/Schülerinnen Vorstellungen von möglichen Berufsbildern völlig fehlen, Informatik-Absolventen über ihre alltäglichen Aufgabenstellungen und ihr Arbeitsumfeld berichten würden? Wie erstellen sie ein Angebot für Individualsoftware? Mit wem haben sie bei der Projektakquise zu tun? Wie erschließen sie sich neue Anwendungsbereiche? Wie finden sie heraus, welches die wirklich relevanten Probleme sind, die durch das neue Produkt zu lösen sind? Wer definiert die Anforderungen? Wie werden Softwareentwicklungsprojekte geplant und organisiert? Davon ausgehend lassen sich notwendige Kompetenzen veranschaulichen: z. B. Analysemethodik, Daten- und Prozessmodellierung, Notationsformen,

4 <http://www.pms.ifi.lmu.de/eignungstest/> z.B.

Verwendung von Softwaretools, Projektmanagement, schriftliche und mündliche Präsentation. Die wissenschaftlichen Teilgebiete der Informatik lassen sich benennen: Praktische, Technische, Theoretische und Angewandte Informatik.

Wie wäre es, aktuelle soziale, politische oder wirtschaftliche Projekte und Fragestellungen auf ihre informationstechnischen Aspekte hin zu beleuchten: Toll Collect, e-Voting oder die Videoüberwachung öffentlicher Räume. Was haben Informatiker damit zu tun? Mit welchen Interessen und Perspektiven, organisatorischen und technischen Gegebenheiten müssen sie sich auseinandersetzen? Wie sichern sie die Qualität ihrer Lösungen? Welche Kompetenzen werden hier gebraucht?

In der Diskussion von konkreten Fällen kann die soziale Einbettung des informatischen Tuns genauso deutlich werden wie die Notwendigkeit zu Abstraktion und Formalisierung. Almstrum [1] fasst diese beiden Aspekte unter «Benefit» und «Science». Nach ihrer Studie sind sie die beiden wichtigsten «Attraktivitätsfaktoren» für die Informatik. Vielleicht gelingt es mit solcher Darstellung der Informatik, die richtige Mischung von neugierig-sensiblen und mutig-verantwortungsvollen, exakt denkenden und kreativen jungen Männern und Frauen für ein Informatikstudium zu gewinnen, das sie auch erfolgreich zu Ende bringen.

Aus: Informatik-Spektrum 2006, Heft 1, S. 125-132. Abdruck mit freundlicher Genehmigung der Autorinnen und des Verlages.



Prof. Dr. Susanne Maaß ist Leiterin der Arbeitsgruppe Frauenforschung und Technik und Professorin am Zentrum für feministische Studien der Universität Bremen.



Prof. Dr. Heike Wiesner ist seit April 2006 Gastprofessorin im Harriet Taylor Mill-Institut an der Fachhochschule für Wirtschaft Berlin. Zuvor war sie Gastprofessorin an der Fachhochschule Wilhelms-haven im Studiengang Wirtschaftsinformatik.

Literatur

1. Almstrum, V. L.: What is the attraction to computing? Communications of the ACM, 46, 9, Sept. 2003, S. 51-55.
2. Coy, W., Nake, F., Pflüger, J. M., Rolf, A., Seetzen, J., Siefkes, D., Stransfeld, R. (Hrsg.): Sichtweisen der Informatik. Vieweg, Braunschweig, 1992.
2. Friedrich, J., Herrmann, Th., Peschek, M., Rolf, A. (Hrsg.): Informatik und Gesellschaft. Spektrum, Heidelberg, 1995.
4. GI-Empfehlung 1999: <http://www.gi-ev.de/informatik/publikationen/index.html> unter Empfehlungen.

5. Håpnes, T., Rasmussen, B.: The production of male power in computer science. In: Lehto, A.M., Eriksson, I. (Hrsg.): 4. IFIP-Conference on Women, Work and Computerization, Helsinki, Finnland, 1991, S. 407-423.
6. Komoss, R., Wiesner, H. : Informatik und Geschlecht. In: Alles unter einem Hut. Dokumentation 28. Kongress von Frauen in Naturwissenschaft und Technik. Frauen in der Technik, FiT-Verlag, Darmstadt 2002, S. 201-208.
7. Maaß, S.: Technikgestaltung im Kontext. Grenzgänge und Verbindungen. In: Heinz, K., Thiessen, B. (Hrsg.): Feministische Forschung – Nachhaltige Einsprüche. Studien interdisziplinäre Geschlechterforschung, Band 3, Leske + Budrich, Opladen 2003, S. 211-235.
8. Schinzel, B., Kleinn, K., Wegerle, A., Zimmer, Chr. : Das Studium der Informatik: Studiensituation von Studentinnen und Studenten. *Informatik Spektrum* 22, 1, Februar 1999, S. 13-23.
9. Wiesner, H.: Die Handlungsträgerschaft von Robotern: Robotik zur Förderung von Chancengleichheit im schulischen Bildungsbereich. *Historical Social Research/Historische Sozialforschung*, 29, 4, 2004, S. 120-153.

Folgende Dokumentationen der Grünen Akademie sind in der Reihe Schriften der Grünen Akademie in der Heinrich-Böll-Stiftung erschienen:

- **Band 1** Lagertheorien und Lagerpolitik. Sozialwissenschaftliche Befunde und politische Argumente zur Strategie der Bündnis-Grünen (*vergriffen*)
- **Band 2** Amerika wohin? Die US-amerikanischen Wahlen 2004 und die Zukunft der transatlantischen Allianz (*vergriffen*)
- **Band 3** Der Streit um die Toleranz. Deutung und Konsequenzen eines moralisch-politischen Leitbegriffs
- **Band 4** Arbeit der Zukunft. Wie weiter nach Hartz? (*vergriffen*)
- **Band 5** Die neue «rechte» Herausforderung. Rechtsextremismus in Deutschland und Europa
- **Band 6** Religion und Säkularisierung. Rückkehr des Religiösen in die Politik?
- **Band 7** The State of the State. Zukunft des Staates – Zukunft der Demokratie
- **Band 8** Transformation des Politischen durch Gender Mainstreaming? Eine kritische Revision aus frauenpolitischer Sicht



Der Verband deutscher Ingenieure schlägt seit langem Alarm; und auch der Europäische Rat warnt: Deutschland bildet zu wenige Ingenieure und Naturwissenschaftler aus. Vor allem Frauen sind in diesen Berufssparten deutlich unterrepräsentiert. Wenn sich daran nichts ändert, hat das fatale Folgen für die Wirtschaft wie auch die Wissensgesellschaft. Wo liegen die Ursachen für dieses Missverhält-

nis? Wie kann Abhilfe geschaffen werden, welche politischen Schritte sind nötig? Und: Wie weit soll und kann sich das Bildungssystem am Bedarf der Wirtschaft orientieren? Die Dokumentation eines Werkstattgesprächs der Grünen Akademie versucht Antworten auf diese Fragen zu geben. Mit Beiträgen u. a. von Thomas Christaller, Krista Sager, Sybille Volkholz, Andreas Poltermann und Elke Warmuth.

Heinrich-Böll-Stiftung

Die grüne politische Stiftung

Hackesche Höfe, Rosenthaler Straße 40/41, 10178 Berlin
Telefon 030 285340 info@boell.de www.boell.de

ISBN 978-3-927760-72-1