

PANAMA
Programm zur Ausbildung in
Naturwissenschaften und Mathematik
der TU Hamburg-Harburg

Wolfgang Mackens*, Heinrich Voss*
und Rüdiger Bendlin°

*: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH

°: Vorstandsbereich Marketing der TUHH

Schwarzenbergstraße 95, 21073 Hamburg

URL: <http://www.tu-harburg.de/mat>

Tel.: (040) 42878 {3277, 3279, 3330}, Fax: (040) 42878 2696

5. Oktober 1999

Zusammenfassung

Vorgelegt wird die Skizze eines Konzeptes zur Verbesserung der Ausbildung in Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften im Einzugsbereich der Technischen Universität Hamburg-Harburg. Angestrebt werden zwei Ziele: Erstens die Gewinnung von mehr geeigneten Studierenden für technisch orientierte Studien und deren frühe, dauernde und leistungsangepaßte Förderung. Zweitens eine wesentlichen Erhöhung des Verständnisses der Wichtigkeit von Naturwissenschaften, Mathematik und Technik (NM&T) in allen gesellschaftlichen Bereichen.

Das Erreichen des ersten Zieles ist für das Funktionieren unserer technikbasierten Wirtschaft und deren internationale Konkurrenzfähigkeit unverzichtbar. Wirtschaft und Universitäten benötigen gut ausgebildete NM&T-Spezialistinnen und Spezialisten dringend. Auch mit dem Erreichen des zweiten Ziels erhöht man die technologische und ökonomische Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft wesentlich: Technisch naturwissenschaftliche Grundkenntnisse erleichtern den Umgang mit

modernen technischen Arbeits-, Informationsverarbeitungs- und Kommunikationsgeräten oder sie ermöglichen ihn gar erst. Darüber hinaus ist das erste Ziel ohne die Verfolgung des zweiten nicht erreichbar. Die allgemeine Akzeptanz von NM&T muß in der Bevölkerung erhöht werden, damit das Betreiben dieser Wissenschaften mit mehr Ansehen und Verständnis verbunden ist. Nur dann werden sich auch hinreichend viele Leistungsträger mit dem gebotenen Engagement einem Studium dieser Wissenschaftssparte widmen wollen.

Wie aus Berichten der amerikanischen National Science Foundation hervorgeht (s.u.), hat man diese Sachverhalte in den U.S.A. bereits lange Zeit verstanden. Seit mehr als zehn Jahren werden NM&T-Ausbildung dort massiv gefördert. Zugleich werden von den U.S.A. weltweit Spezialisten dieser Sparte abgeworben, was auch bei uns den Mangel an NM&T-Kräften noch verschärft. Auch dieser Abwerbung kann eine Erhöhung der allgemeinen NM&T-Akzeptanz entgegenwirken.

1 Gründe für das Programm

1.1 Gute Natur- und Ingenieurwissenschaftler werden knapp

Ein Blick auf internationale vergleichende Studien [3] zeigt, daß die Ausbildung in Naturwissenschaften, Mathematik und Technik (hinfort kurz NM&T) in den westlichen Industriegesellschaften quantitative und qualitative Probleme hat: Quantitative in Bezug auf die gemessen am tatsächlichen Bedarf ui geringe Quote an höhergebildeten Absolventinnen und Absolventen; qualitative hinsichtlich des Ausbildungsstandes von Schülerinnen und Schülern. Die relative aber auch absolute Anzahl der an NM&T interessierten Schülerinnen und Schüler ist in Deutschland (vgl. z.B. [8]), aber auch in anderen westlichen Ländern z.T. erheblich zurückgegangen. Zugleich hat die Ausbildungsqualität der Studienanfänger nachgelassen [14, 13, 7, 2, 3, 11, 22]. Selten werden diese Probleme allerdings beim Namen genannt. Stattdessen findet man viele widersprüchliche Berichte und ambivalente Beschreibungen der Ausbildungssituation. Im U.S.-amerikanischen „Science and Engineering Indicators 1998“ Report [32] wird z.B. berichtet, daß die NM&T-Abschlüsse in den U.S.A. kräftig zugenommen hätten. Gleichzeitig wird allerdings auch angegeben, die Belegung von Nachhilfekursen sei dabei (wesentlich stärker) gestiegen, und es wird die schlechte Ausbildung der Lehrer mit entsprechenden Konsequenzen für die Ausbildung der Lernenden beklagt. Im Bericht „The Learning Curve“ der amerikanischen National Science Foundation vom Januar 1996 [27] wird die starke Verbesserung der NM&T-Ausbildung hervorgehoben (z.B. auf den Seiten 1 und 2). Zugleich wird die Lehrerausbildung massiv bemängelt und der Lernerfolg von U.S.-Schülern im internationalen Vergleich (Seite 9) als

deutlich unterdurchschnittlich kritisiert.

Insgesamt ist es jedenfalls auch in den U.S.A. (trotz der Anwerbung einer großen Zahl von Doktoranden aus dem Ausland, s.u.) zu einem Absinken der Doktorandenzahl im NM&T-Bereich gekommen [19].

In Deutschland wurden seit Anfang der siebziger Jahre insofern analoge Erfolge in der Ausbildung erreicht, als daß die Hochschulzugangsberechtigtenquote von 10% auf (in vielen Bundesländern) nahe 50% eines Jahrganges hochgefahren wurde. Wie die „Third International Mathematics and Science Study“ (TIMSS) gezeigt hat [3], hat sich dabei — nicht verwunderlich — die durchschnittliche Qualität des Abiturs in Mathematik und den Naturwissenschaften nicht halten lassen. Auf der Strecke geblieben sind dabei mit der Leistung auch der Leistungswille und das Gefühl der Verpflichtung zur Leistung gegenüber der fördernden Gesellschaft. Man sieht dieses Ideal heute häufig durch das ausgeprägte Konsumentenverhalten ersetzt, eine gute Ausbildung ohne großen persönlichen Einsatz zu erhalten (vgl.z.B. [1]) .

Eigene Erfahrungen mit Schülern und Studierenden aller Altersklassen und Gespräche mit Lehrerinnen und Lehrern dieser Lernenden lassen vermuten, daß insbesondere die Qualität der Ausbildung höher qualifizierter Schülerinnen und Schüler vernachlässigt wurde, was sich mit dem durch TIMSS festgestellten Befund des Fehlens von Spitzenleistungen deckt. Die TUHH (und auch alle anderen Technischen Universitäten des Landes) haben derzeit erhebliche Probleme bei der adäquaten Besetzung von Promotionsstellen.

1.2 NM&T-Kenntnisse werden ökonomisch immer wichtiger

Der Erwerb von Erkenntnissen im NM&T-Bereich ist nicht einfach und auch für leistungsstarke Lernende mit Arbeit und Bemühen verbunden. Da solch ein Verhalten an den Schulen heute den guten Schülerinnen und Schülerinnen möglicherweise nicht in genügendem Maße abverlangt werden kann, wird der Wille, sehr gute Leistungen durch Fleiß zu erreichen, heute gerade bei intellektuell Begabten seltener angetroffen. In Hamburg wählen z.B. nur 19% der Abiturienten einen Leistungskurs Mathematik, und einen Leistungskurs Physik besuchen gar nur 8% (vgl. [8]).

Zu allem Überfluß geht das Nachlassen der NM&T-Leistungen einher mit einer vermehrten Nachfrage nach Personen mit solchen Kenntnissen. Da von den Fähigkeiten dieses Personenkreises die internationale Konkurrenzfähigkeit unserer Ökonomie entscheidend abhängen wird, ist diese Entwicklung sicher extrem kontraproduktiv für unsere hochtechnisierte Gesellschaft.

In den U.S.A. ist die Bedeutung guter NM&T-Strukturen für die amerikanischen Ökonomie sowohl der Industrie [10] als auch der Politik seit langer Zeit bekannt. Die Ge-

fahren einer zu schwachen NM&T-Elite für die internationale Konkurrenzfähigkeit sind den Führungskräften bewußt. Für die amerikanische National Science Foundation NSF schreibt William E. Oden im Vorwort zum NSF-Bericht [30]: „If we wake up to discover that we have allowed the dominant position of U.S. mathematics to erode, we will pay a heavy price in foregone progress in technology, science, and economic productivity.“

Die Aufmerksamkeit der U.S.A. liegt nicht zuletzt daran, daß dort — anders als in Deutschland — die Entwicklung von NM&T samt der Einflüsse dieser Wissenschaften auf die Wirtschaft — durch Bundesgesetz vorgeschrieben — schon seit den fünfziger Jahren laufend durch die National Science Foundation verfolgt werden. Mit deren Informationen versehen sagt Präsident William J. Clinton zu dem Problemkreis u.a. das folgende [32]: „The force of scientific and technological innovation is helping to fuel and shape that new economy, but its impact goes beyond. These investments have surely paid off in higher paying jobs, better health care, stronger national security, and improved quality of life for all Americans. They are critical to America’s ability to maintain our leadership in cutting-edge industries that will power the global economy of the new century.“

In Deutschland wird es wohl erst die massive Erfahrung des Mangels an NM&T-Kräften sein, die manche Entscheidungsträger zu ähnlichen Einsichten bringen wird.

1.3 NM&T-Kenntnisse sind für alle wichtig

Seitens der amerikanischen Regierung werden schon seit Anfang der 90er Jahre große Anstrengungen unternommen, die naturwissenschaftliche Bildung auf allen Stufen zu verbessern. So ist inzwischen z.B. klar formuliert (vgl. [9]), daß alle Erwachsenen in Zukunft mehr elementare mathematische Fähigkeiten benötigen werden, wenn sie in die Lage versetzt werden sollen, einen hinreichend großen Teil der angebotenen Informationstechnologie produktiv zu verwenden.

Wie bei uns ist aber wohl der Mehrheit der amerikanischen Bevölkerung nicht ersichtlich, wie sehr sie durch das Fehlen adäquater NM&T-Kenntnisse in der gerade entstehenden informationsorientierten Gesellschaft eingeschränkt sein wird, von welchen wettbewerbsbestimmenden Arbeitstechniken sie durch das Fehlen mathematisch naturwissenschaftlicher Denkweisen abgeschnitten sein wird und welche arbeitsmarktpolitische Last sie für die Gesellschaft werden kann.

1.4 U.S.A. verschärfen NM&T-Mangel weltweit durch Abwerbung

Neben der Erkenntnis der enormen Bedeutung einer guten Grundausbildung aller in elementaren NM&T-Techniken herrscht in den U.S.A. aber auch keinerlei Zweifel an der herausragenden Bedeutung einer erstklassigen und hinreichend großen Forschungselite für die amerikanische Gesellschaft (vgl. etwa [32]). Neben der Verbesserung der Grundausbildung an den eigenen Schulen (insbesondere mit einer verbesserten Ausbildung der Lehrer im Hinblick auf deren Vermittlung der praktischen Bedeutung von Mathematik [9]) und der Verbesserung der Untergraduiereten-Ausbildung [26] der eigenen Studierenden versuchen die USA deshalb auch den Bestand an hochqualifizierten "human resources" durch die gezielte Abwerbung besonders qualifizierter Ausländer im Doktoranden- als auch Post-Doc-Status zu erhöhen [30]. Zwischen 1988 und 1996 wurden so 1.283 deutsche NM&T-Doktoranden in den U.S.A. promoviert [29]. Schon im Jahre 1995 waren mehr als 40% der NM&T-Doktoranden an U.S.-Universitäten keine U.S.-Bürger [18], in der Mathematik waren dies sogar über 50% ([30]). Von 1990 bis 1994 vergaben die U.S.-Universitäten mehr als die Hälfte ihrer Post-Doc-Stellen an Nichtamerikaner [32]. Das Bemühen, promovierte Wissenschaftler im Lande zu halten, ist deutlich. In der Tat hängt die Qualität der guten amerikanischen Universitäten und der dort ausgebildeten Führungskräfte stark von den Wissenschaftsimporten ab. So erhielten 58% der festangestellten Mitglieder (tenure-track) der mathematischen Fakultäten der 10 ranghöchsten amerikanischen Universitäten im Jahre 1998 ihr Diplom außerhalb der U.S.A. ([30]).

Die Anwerbung ausländischer Wissenschaftler muß gerade in den NM&T-Fächern in den letzten Jahren außerordentlich zugenommen haben. Lag nämlich der gesamte Ausländeranteil unter Amerikas promovierten NM&T-Wissenschaftlern (aller Altersstufen) im Jahre 1995 unter 19% (wobei die eingebürgerten Ausländer mitgezählt wurden) [31], so waren unter den 1991-92 an den U.S.-Universitäten angestellten promovierten Voll-Zeit Mathematikern schon 63% Nicht-Amerikaner [30].

Von amerikanischen Universitäten werden jungen Ausländern derzeit voll finanzierte Sommerschulen angeboten, um qualifizierten Graduierten Doktorandenstellen an U.S.-Universitäten schmackhaft zu machen.

1.5 Deutschland handelt zu langsam

In Deutschland und auch in Hamburg hat es bis 1998 keine vergleichbaren Initiativen gegeben. Die Ergebnisse des Ende 1997 ins Leben gerufenen „Diskussionsforum zwischen Hochschullehrenden und Lehrenden der gymnasialen Oberstufe sowie Berufsbildnerinnen

und Berufsbildnern aus Schulen und Betrieben“ [2] werden in diesem Jahr 1999 gerade den politischen Entscheidungsträgern vorgelegt. Mit der Anfrage der SPD-Fraktion an die Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg zur Ingenieurausbildung [8] deutet sich vielleicht erstmalig Aufmerksamkeit für die Bedeutung von NM&T an. Allerdings wird hier einerseits die für Erfolge und wissenschaftliche Spitzenqualität unerlässliche Grundlagenforschung völlig vergessen und andererseits die Ausbildung von Leistungsspitzen erneut ignoriert. Die Gründung eines Hamburger Naturwissenschaftlichen Zentrums für die Verbesserung der naturwissenschaftlichen Schulausbildung in diesen Tagen weckt Hoffnung und ist ein erster Schritt in die richtige Richtung. Die finanzielle Decke des Programmes scheint derzeit allerdings noch vergleichsweise dünn, zum Teil werden vorhandene Mittel nur umverteilt, und in der zugehörigen Projektskizze vom 18.01.99 [20] spielen Technik und Mathematik überhaupt keine Rolle. Die TUHH möchte sich zur Stärkung von Technik und Mathematik in das Projekt stärker einbringen und hofft dabei auch auf eine Unterstützung aus der Initiative PUSH [39] des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft, bei dem ein entsprechender Förderantrag eingebracht wird.

1.6 Ist eine adäquate Ausbildung von Leistungsspitzen in Deutschland nicht erwünscht?

Die politischen Programme aller regierenden Parteien in Deutschland schreiben Ausbildungsfragen eine große Bedeutung zu. Das Schwergewicht wird aber vorwiegend auf eine breite Basisausbildung und die Hinführung möglichst vieler junger Menschen zur Hochschulzugangsberechtigung gelegt. Verbunden ist damit häufig auch die Erwartung, durch breitere Bildung auch der strukturellen Arbeitslosigkeit zu begegnen. Dabei wird dann aber nie diskutiert, wie die geweckten Erwartungen der nun akademisch gebildeten breiten Masse auf eine gehobene Stelle in der Wirtschaft erfüllt werden können. Andererseits ist die Ausbildung von Begabten in diesen Programmen allenfalls von sekundärer Bedeutung. Wenn diese aber nicht hinreichend gefördert und vor allem auch gefordert werden, werden deren Fähigkeiten nicht hinreichend ausgebildet. Ihr Potential wird dadurch zu ihrem eigenen Nachteil und zum Nachteil der Gesellschaft nicht ausgeschöpft. Ein guter Teil der Leistungsspitze wandert zudem wegen fehlender Ausbildungschancen an Spitzenuniversitäten des (hauptsächlich englischsprachigen) Auslandes ab.

Die TUHH hat das erklärte Ziel, hervorragende Absolventen hervorzubringen und strebt simultan die zunehmende Verbesserung der Gruppe der Studierenden und der eigenen Ausbildung an.

Neben Anstrengungen, die eigenen Lehr- und Forschungsaktivitäten weiter zu verbessern,

will die TUHH daher auch frühzeitig sehr gute Schülerinnen und Schüler für Technik interessieren und ihnen Hilfe bei einer frühen NM&T-orientierten Ausbildung geben.

1.7 In Deutschland werden die Mißstände nicht hinreichend zur Kenntnis genommen

In Deutschland ist das schlechte Abschneiden der deutschen Mathematik-Ausbildung in der TIMSS [3] in Schule und Universitäten zunächst mit Erstaunen und Unglauben und von der Allgemeinheit mit Gleichgültigkeit aufgenommen worden. Beide Haltungen sind sicher in der grundsätzlich falschen Einschätzung der Bedeutung von NM&T (insbesondere Mathematik) für die technologische Gesellschaft begründet. Unterschätzt wird diese Bedeutung nicht nur durch die mit Mathematik nicht direkt befassten Teile der Bevölkerung, sondern wohl auch durch die Politik und — was verwundern mag — durch einen großen Teil der beruflich mit Mathematik befaßten Lehrer und Hochschullehrer. Bei Gesprächen mit Mathematiklehrern wird deutlich, daß die eminente technologische Relevanz z.B. von Mathematik auch vielen Mathematiklehrern fast unbekannt ist.

Statt die Ergebnisse zur Kenntnis zu nehmen und schnell auf Abhilfe zu sinnen, wurden zunächst Erklärungen angeboten und die TIMSS-Daten zu kleinlichen Abrechnungen zwischen parteipolitisch unterschiedlich dominierten Bundesländern mißbraucht.

Tatsächlich ist aber ein erheblicher Qualitätsabfall nicht zu leugnen. Interne Untersuchungen der TUHH ([22], siehe auch [5]) an Studienanfängern belegen das eindeutig.

1.8 Die Technische Universität Hamburg-Harburg braucht gute Studierende

Die TUHH ist unmittelbar und alljährlich mit dem Problem mangelhaft ausgebildeter und zu wenig motivierter Studienanfänger konfrontiert. Es muß deutlich zu viel Arbeit dafür aufgebracht werden, die Defizite der Studienanfänger aufzufangen. Damit fehlt es der TUHH an Aufmerksamkeit, diejenigen Studierenden optimal zu fördern, die die Voraussetzungen für ein erfolgreiches Studium an die Universität mitbringen. Dies birgt insgesamt die akute Gefahr, Niveau zu verlieren¹.

Wenn die TUHH unter den gegebenen Umständen weiter ihrem Auftrag entsprechen und für ein adäquates Angebot an qualifiziertem ingenieurwissenschaftlichem Nachwuchs im

¹Diese Beobachtung an der TUHH gilt übrigens in gleicher Weise für die vorangehenden Ausbildungsstufen, insbesondere schon für die ersten Jahre der gymnasialen Ausbildung.

Hamburger Metropolbereich sorgen will und wenn sie darüber hinaus innovative führungsfähige Persönlichkeiten ausbilden soll, kann sie nicht auf eine allgemeine Erholung der Situation warten und sich ausschließlich auf Aktivitäten anderer verlassen.

Von seiten der TUHH wird deshalb versucht, im Rahmen aller ihr zu Gebote stehenden Eingriffsmöglichkeiten und aller ihr in diesem Feld einsetzbaren Mittel frühen Einfluß auf die Ausbildung im NM&T-Bereich zu nehmen. Die Qualität der TUHH-Anfänger muß deutlich verbessert werden, um die Erfolgsquote der Anfänger zu erhöhen und damit das Niveau der Ausbildung insgesamt.

Es ist deshalb hier mit der Planung eines umfassenden Programms zur Verbesserung der NM&T-Ausbildung begonnen worden.

1.9 Zwei Hauptrichtungen des Programmes

Durch aufeinander aufbauende und miteinander abgestimmte Einzelmaßnahmen soll

- einerseits eine nachhaltige Verbesserung der allgemeinen NM&T-Ausbildungslage mit einer grundsätzlichen Erhöhung des Verständnisgrades mathematischer und natur- und ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen durch einen hohen Bevölkerungsanteil erreicht werden. Die zu vermittelnden Kenntnisse sind dabei so aufzubereiten und darzustellen, daß ihre allgemeine Nützlichkeit den Lernenden deutlich wird. Die TUHH kann dazu die Relevanz von Grundlagenfächern über die Demonstration von deren unmittelbarer Nützlichkeit in den Ingenieurwissenschaften vermitteln.

Herbert Hoover: „The more one observes, the more clearly does he see that it is the soil of pure science that are found the origins of all our modern industry and commerce. In fact, our civilization is wholly built upon our scientific discoveries.“ ([32])
Diese Erkenntnis aus den U.S.A. gilt analog für alle modernen industriell geprägten Gesellschaften.

- Andererseits zielt die TUHH mit ihrem Programm aber auch besonders auf das frühzeitige Erkennen und die frühzeitige Auswahl und eine angemessene Ausbildung von potentiellen Leistungsträgern besonders im NM&T-Bereich. Dabei wird einer frühzeitigen Sensibilisierung geeigneter Kandidatinnen und Kandidaten sowie der Vermittlung entsprechender Leistungsverpflichtung für die fördernde Gemeinschaft eine wichtige Rolle zugeschrieben.

Neal Lane, der Direktor der National Science Foundation, legt im 1998er Bericht „Science and Engineering Indicators“ [32] dar, daß der Weg zu naturwissenschaftlichen und technologischen Fähigkeiten einer jeden Nation über eine frühe und

gleichbleibende Ausbildung aller, wirklich aller Studierenden in Mathematik und Naturwissenschaften führe. Je eher sie beginne — so Neal Lane — und je länger sie anhalte, desto besser für den Einzelnen und seine Nation.

2 Das Programm

Im folgenden wird ein Katalog angestrebter Ziele genannt mit jeweils einer Gruppe dafür zu verwendender Aktivitäten.

Im Anschluß werden für jede der Aktivitäten eine Kurzbeschreibung gegeben sowie der Bearbeitungsstand und die vorwiegend innerhalb der TUHH dafür Verantwortlichen genannt.

Einige der Aktivitäten bestehen schon längere Zeit, andere sind in der Startphase, wieder andere werden im Zusammenhang mit der Initiative neu geplant und sind z.T. schon in der Vorbereitung. Insgesamt sind für das Verständnis aller genannter Projekte die beiden folgenden Anmerkungen wichtig.

- A. Die TUHH hat nicht Zugang zu allen Ausbildungsangelpunkten. So bildet die TUHH z.B. selbst keine Gymnasiallehrer aus. Sie kann daher bei Lehrern (und Schülern) nur an den Schulen Überzeugungsarbeit leisten. Die TUHH kann auch nichts aus dieser Initiative „verordnen“. Eine frühere Einflußnahme auf Lehrer (etwa schon während ihres Studiums) wäre allerdings sehr wünschenswert.
- B. Die TUHH hat als kleine Universität nur sehr eingeschränkte Ressourcen, um die vorgelegten Pläne zu verwirklichen. Die Aktivitäten werden derzeit vorwiegend durch Personen neben ihrer eigentlichen Lehr- und Forschungstätigkeit getragen, wobei diese Personen selbst schon stark durch den Einsatz in der Grundausbildung (und deren Neuorganisation) belastet sind.

2.1 Die Ziele und die Maßnahmen

1. Verbesserung des Niveaus aller Lernenden

- Technik-Kurse für die Schule
- Fachübergreifende Schulkurse
- „Mathe (Physik,..) ist überall“-CDROM
(Antrag im Aktionsprogramm „PUSH“ des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft)

- Ferien-Computer-Tage
- „Software für Schüler“, die TUHH-CDROM zu den Computer-Tagen
- Lehrmaterial (Technik) im Internet
- Vorträge an Schulen
- **Überprüfung des Erfolges**

2. Hilfen für die Lehrenden der Schulen

- Technik-Kurse für Mathe-(Physik,..)Lehrer
- Technik-Kurse für die Schule
- Vorkurs-Skripten an die Schulen (Erwartungen der TUHH klarmachen)
- Fachübergreifende Schulkurse (Vermittle Anwendungsbezug)
- Forum „Schule“ an der TUHH
- „Mathe (Physik,..) ist überall“-Skripte
- **Überprüfung des Erfolges**

3. Bewußtseinsänderung bei Schülern und Lehrern (NM&T ist wichtig!)

- Fächerorientierte Führungen
- Vorträge an den Schulen (Schulpatenschaften)
- „Mathe (Physik,..) ist überall“ Material
- Geführte Besuche bei ingenieurwissenschaftlich orientierten Firmen in Norddeutschland
- Geführte Besuche von einschlägigen Messen (z.B. NORTEC)
- „Tage der offenen Tür“ an der TUHH
- **Überprüfung des Erfolges**

4. Bewußtseinsänderung bei der Bevölkerung.

- Jährlicher „Tag der offenen Tür“
- CDROM: „Was machen eigentlich Ingenieure?“ (in der Planung)
- TUHH-Plakataktion

- **Überprüfung des Erfolges**

5. Information über technikorientierte Studiengänge

- Schüler-CD-ROM
- „Schnupperstudium“
- „Tag der offenen Tür“
- „TU for You“
- „TU on Tour“
- Plakataktionen und Anzeigen
- Vorträge an Schulen (Schulpatenschaften)
- **Überprüfung des Erfolges**

6. Verbesserung aller Studierenden

- Vorkurse Mathematik und EDV
- Evaluation und Optimierung der Vorlesungen
- Modularisierung des Grundstudiums
- Tests der Anfänger
- Evaluation des Lernerfolges inklusive Erfolgsstatistiken
- **Überprüfung des Erfolges**

7. Ausbildung von Spitzenkräften.

- Begabten-Kurse „Technik“ an der TUHH für
 - * Unterstufen-,
 - * Mittelstufen- und
 - * Oberstufen-Schülerinnen und Schüleraus Schulen des Hamburger Metropolbereiches
- Begabten-Kurse an der TUHH (Mathe+ etc.)
- HISIS (Hamburg International Student Information System): Hilfe bei Aus-
landaufenthalten und internationalem Austausch
- Sommerschulen Numerische Software für Graduierte aus Hochschulen und In-
dustrie
- **Überprüfung des Erfolges**

2.2 Kurzbeschreibung einzelner Aktivitäten:

- **Statistiken über Studienerfolg (im Aufbau)**

Um die Aktionen bewerten zu können, müssen Änderungen im Erfolg der Studierenden erfaßt werden. Daten über den Studienerfolg der Studierenden der TUHH werden seit ca. 5 Jahren sicher erfaßt, so daß eine Kontrolle inzwischen möglich wird.

Mitarbeit: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH.

Verantwortlich: Vizepräsident Lehre, Controlling der TUHH

Stand: Daten sind seit September 1999 abrufbar.

- **Studierenden-Anfangstest**

Seit dem Wintersemester 1998 werden Anfängerbefragungen hinsichtlich ihrer Mathematik-Kenntnisse durchgeführt, vgl. [22]. Dies Vorgehen ist konsistent mit Empfehlungen der Evaluationskommission „Mechanical Engineering“ des Jahres 1998 ([35]) und sollte auf die Kontrolle der Kenntnisse in anderen Schulfächern ausgedehnt werden.

Mitarbeit: im WS98/99: FB Mathematik, Uni HH.

Verantwortlich: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH.

Stand: Befragungen in der Mathematik laufen und werden 1999 in zweiter (verbesselter) Form vorgenommen. Befragungen in anderen Fächern sind noch in der Planungsphase.

- **Technik-Kurse für die Sekundarstufe II**

Ein erster Kurs „Technik im Mathematik-Unterricht: Modellieren mit Funktionen“ ist in Arbeit, vgl. [4].

Mitarbeit: Lehrer von mehreren Gymnasien.

Verantwortlich: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH

Stand: Erster Kursentwurf wird im September 1999 diskutiert.

- **Fachübergreifende Schulkurse**

Mit Lehrern des Gymnasiums Rissen wurden Vorteile fachübergreifender Kurse für den Schulunterricht diskutiert. Die fachübergreifende Behandlung eines Themas (Beispiel: „Haus“) hätte den Vorteil, den Schülern vielfache Anwendungen schulischer Lerninhalte (auch von Naturwissenschaften und Mathematik) in einem großen Kontext zu zeigen. „Eingekleidete Aufgaben“ verlieren so das (bei Lernenden so ungeliebte) Image des „Aufgesetzten“.

Mitarbeit: Lehrer mehrerer Schulen.

Verantwortlich: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH

Stand: Entwurfsphase

- **Diskussionsforum zwischen Hochschullehrenden und Lehrenden der gymnasialen Oberstufe sowie Berufsbildnerinnen und Berufsbildnern aus Schule und Betrieben**

Mitarbeit: Die TUHH war an zwei Arbeitsgruppen beteiligt. In der AG3 war der Arbeitsbereich Mathematik der TUHH federführend bei der Erstellung des Abschlußberichtes [2].

Verantwortlich: Initiiert und koordiniert werden die Arbeitsgruppen durch die Behörde für Schule, Jugend und Berufsbildung.

Stand: Berichte werden in Kürze den politischen Entscheidungsträgern vorgelegt.

- **Schulfächer und Ingenieurstudium**

Eine regelmäßige jährliche Vortragsreihe an der TUHH [23].

Mitarbeit: Professoren und Mitarbeiter vieler TUHH-Arbeitsbereiche.

Verantwortlich für die Organisation: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH.

Stand: Läuft seit März 1999

- **Geführte schulfachorientierte Besuche an der TUHH.**

Regelmäßige halbjährliche Veranstaltung, vgl. [24]. Bei Bedarf Führungen auch zwischen den Halbjahresterminen nach Vereinbarung.

Mitarbeit: Zahlreiche Arbeitsbereiche.

Verantwortlich für die Organisation: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH

Stand: Läuft seit März 1999

- **cd-rom für Schülerinnen und Schüler**

Alles für Studieninteressierte Wissenswerte über die TUHH auf CDROM.

Redaktion: Studierendende der TUHH mit Pressestelle der TUHH

Verantwortlich: TUHH Pressestelle/Marketing, www.tu-harburg.de

Stand: Liegt seit Herbst 1998 vor, wurde schon zweimal aktualisiert und verbessert.

- **Vorkurs Mathematik**

Seit 1989 wird Schülerinnen und Schülern, welche ihr Studium an der TUHH aufnehmen wollen, die Gelegenheit gegeben, ihre Mathematikkenntnisse aufzufrischen oder zu verbessern, [21]. Die Studierendenbefragung des Jahres 1998 hat belegt, daß Teilnehmer des Vorkurses in der Tat besser vorbereitet sind, [22]. Seit 1999 wird der Vorkurs modularisiert zusammen mit dem EDV-Kurs angeboten vgl. [25]) und

http://www.tuhh.de/mat/LEHRE/vk_plan.htm), was eine noch bessere Anpassung des Arbeitseinsatzes an die eigenen Bedürfnisse ermöglicht.

Verantwortlich: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH

Stand: Entwickelt sich seit 1989

- **Vorkurs EDV**

Seit 1996 können Studienanfänger vor Beginn des Studiums Grundkenntnisse der EDV erwerben: [36]. Ab 1999 wird dieser Kurs modularisiert angeboten.

Verantwortlich: Rechenzentrum der TUHH

Stand: Konsolidiert.

- **Information der Schulen über die Vorkurse**

Um den Schulen die Erwartungen der TUHH zu verdeutlichen, sollen ab 2000 den Schulen des Hamburger Metropolbereiches die Vorkursskripten zur Verfügung gestellt werden. Die Finanzierung dieses Projektes muß noch geklärt werden.

Mitarbeit: NWZ und die Behörde für Schule, Jugend und Berufsausbildung wird um Mitarbeit bei der Versendung gebeten werden.

Organisation: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH.

Stand: Interne Diskussion.

- **Forum „Schule und Technik“**

Diskussion mit den Lehrern, Schülern und den Behörden über NM&T-Ausbildung.

Mitarbeit: NWZ um Mitarbeit bitten.

Verantwortlich: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH

Stand: Interne Diskussion

- **Ferien-Computer-Tage**

EDV-Kurse für Schüler,

siehe [37] und http://www.tu-harburg.de/studium/studienint/ferien_computer_tage.html

Verantwortlich: Rechenzentrum der TUHH

Stand: Läuft seit 1996

- **„Software für Schüler“**

CDROM mit Inhalt der Ferien-Computer-Tage (Teleteaching). Eine Sammlung frei verfügbarer Software ermöglicht das Selbststudium zu Hause oder in der Schule. Hinweise auf weitere Software sowie auf interessante Links im Netz ergänzen die CDROM.

Verantwortlich: Rechenzentrum der TUHH

Stand: Eine erste Test-Version wird im WS 99/00 erscheinen.

- **Modularisierung der Mathematik Anfänger-Ausbildung**

Vom WS 1999/2000 an wird die mathematische Anfänger-Ausbildung an der TUHH modularisiert durchgeführt. Dies macht die Ausbildung kontinuierlicher, bietet zugleich aber interessierten und leistungsfähigen Studierenden die Möglichkeit, ihr Studium den eigenen Interessen entsprechend zu erweitern.

Mitarbeit: FB Mathematik, Uni Hamburg; alle Studiendekanate der TUHH.

Verantwortlich für die Planung und Einführung: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH

Stand: Startet im Oktober '99.

- **Informatik-Ingenieur**

1996 eingeführtes Studium mit interdisziplinärem Charakter. Schafft Absolventinnen und Absolventen auf der gemeinsamen Schnittstelle von Ingenieurwissenschaften, Informatik und Mathematik, die zur allgemeinen „Kommunikationsfähigkeit aller drei beteiligten Wissenschaften“ beitragen können.

Verantwortlich: Studiendekanat Elektro- und Informationstechnik

Stand: Der Studiengang hat im dritten Jahr regen Zuspruch.

- **Techno-Mathematik**

Studium der Universität Hamburg mit interdisziplinärem Charakter ab WS 1999 / 2000: Verbindung von Technik und Mathematik.

Mitarbeit: Die TUHH stellt die Anteile Technik und Informatik dieses Studienganges (ca 40% des Gesamtumfanges) bereit. Der Arbeitsbereich Mathematik bietet im Rahmen des Informatik-Anteils Vorlesungen zum Wissenschaftlichen Rechnen an.

Verantwortlich: Fachbereich Mathematik, Universität Hamburg

Stand: Startet im Oktober '99.

- **Lehrer Technik-Fortbildung**

Geplante Lehrerweiterbildung für Mathe-, Physik-, Chemie- und Biologie-Lehrer in technischen Aspekten ihrer jeweiligen Fächer.

Geplante Mitarbeit: Arbeitsbereiche der TUHH, neues Hamburger NW-Zentrum am Mümmelmannsberg, [20]

Koordination an der TUHH: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH

Stand: Diskussionsphase

- **Schüler-Begabtenkurse „Technik“**

Um begabte Schüler besonders zu fördern (und auf die Studienmöglichkeit Technik hinzuweisen) sollen an der TUHH Begabten-Kurse für Unter-, Mittel-, und

Oberstufen-Schülerinnen und Schüler durchgeführt werden.

Mitarbeit: Lehrer verschiedener Schulen (beratend), Arbeitsbereiche der TUHH, NWZ.

Organisation in der ersten Anlaufphase: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH

Stand: In der Diskussion

- **Begabten-Kurse für Studierende**

(Frühe) Zusatzkurse an der TUHH für besonders leistungsfähige Studierende.

Mitarbeit: Mehrere Arbeitsbereiche der TUHH.

Organisation: Arbeitsbereich Mathematik.

Stand: In der Diskussion.

- **„Mathe (Physik,...) ist überall“-CDROM**

CDROM zur Demonstration der praktischen Anwendbarkeit und der gesellschaftlichen Bedeutung und Wichtigkeit der NM&T-Fächern.

Geplante Mitarbeit: Mehrere Hochschullehrer der TUHH. Wissenschaftsjournalist Dipl.-Phys. Frank Grotelüschen, NWZ, Redaktion der TUHH Schüler-CD.

Verantwortlich: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH

Stand: Förderung wird am 15.10.99 beantragt bei der PUSH-Initiative der Stiftung für die Deutsche Wissenschaft, [39].

- **Lehrmaterial (Technik in Schulfächern) im Internet**

Lehrmaterial zu den Technik-Kursen soll im Internet zur Verfügung gestellt werden.

Mitarbeit: Noch nicht geklärt.

Planung: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH

Stand: Erste Planungsarbeiten laufen.

- **Schulpatenschaften**

Betreuung von Schulen durch ProfessorInnen der TUHH.

Organisation und Koordination: Vizepräsident für Lehre der TUHH

Stand: Läuft seit 1997

- **TU for You**

Jährliche tutorengestützte, mehrtägige Informationsveranstaltung für Studieninteressierte.

Verantwortlich: Studienberatung der TUHH

Stand: Läuft seit 1998

- **TU on Tour**
 Studierende organisieren Betriebsbesichtigungen für Schülerinnen und Schüler.
Verantwortlich: Eine Gruppe Studierender der TUHH.
Stand: Läuft seit einigen Jahren.
- **Schnupperstudium an der TUHH**
 Zweitägige Veranstaltung für Studieninteressierte, mit Vorträgen, Vorlesungsbesuchen, und Arbeitsbereichsführungen. Jährliche zweitägige Öffnung der TUHH für alle Studieninteressierten.
Verantwortlich: Studienberatung der TUHH
Mitarbeit: Viele Arbeitsbereiche der TUHH.
Stand: Läuft seit ca. 10 Jahren.
- **Tag der offenen Tür**
 Jährliche zweitägige Öffnung der TUHH für alle Interessierten.
Planung und Organisation: Öffentlichkeitsarbeit der TUHH
Stand: Läuft seit ca. 10 Jahren.
- **Studieren in Hamburg**
 Jährliche gemeinsame Veranstaltung der Hamburger Hochschulen.
An der TUHH verantwortlich: Studienberatung
Stand: Läuft seit 1996.
- **Sommerschulen Numerische Software**
 Einwöchige Sommerschulen für Graduierte aus ganz Deutschland zu Fragen der Numerischen Software in Mathematik und Anwendungen. Träger: Fachgruppe Numerische Software von DMV-GAMM-GI.
Mitarbeit: Deutsche Organisatoren der Schulen. Weltweite Auswahl besonders qualifizierter Referenten.
Förderung: Finanziell getragen von der Volkswagen-Stiftung
Federführung bei Planung und Organisation sowie lokaler Veranstalter: Arbeitsbereich Mathematik der TUHH.
Stand: Läuft seit ca. 4 Jahren.
 Siehe: <http://www.tu-harburg.de/mat/sommerschulen.htm>
- **Geführte Besuche von Schülerinnen und Schülern auf Fachmessen**
Verantwortlich: Öffentlichkeitsarbeit TUHH und Arbeitsbereich Mathematik der TUHH.
Stand: Start im Januar 2000 auf der NORTEC.

- **Hamburg International Student Information System: HISIS**
 www-Seiten zur Orientierungshilfe von Studierenden, die an der TUHH einen Auslandsaufenthalt planen oder von ausländischen Studierenden, die an der TUHH studieren wollen.
Mitarbeit: TUHH Hochschulbibliothek, TUHH Präsidium, TUHH Rechenzentrum
Koordination: Arbeitsbereich Mathematik
Stand: 2. Vorversion kann im Oktober 1999 diskutiert werden.

- **Allgemeine Öffentlichkeitsarbeit**
 Laufende Plakataktionen, Zeitungen, Radio, Fernsehen.
Verantwortlich: Öffentlichkeitsarbeit TUHH.
Stand: Läuft seit 1997.

- **Evaluationen der Vorlesungen**
 Zur Verbesserung der Vorlesung und zur Sicherung eines gleichbleibend guten Niveaus sollen in den Grundvorlesungen die Studierenden nach ihren Eindrücken zur Veranstaltung gefragt werden. Mit den Rückmeldungen überprüfen die Vortragenden das Gelingen ihrer Kommunikation mit den Hörern der Vorlesungen. Auf der Grundlage der Befragungsergebnisse entscheiden die Vortragenden über Maßnahmen, die zu einem adäquateren Lernergebnis führen.
Verantwortlich: Vizepräsident Lehre der TUHH
Stand: Wird mit WS 1999/2000 eingeführt.

3 Überlegung zur organisatorischen und finanziellen Realisierung

3.1 Derzeitige Beteiligte der TUHH

Aktiv beteiligt am Programm sind seitens der TUHH

- der Arbeitsbereich Mathematik,
- das Rechenzentrum der TUHH,
- die Öffentlichkeitsarbeit der TUHH,
- die Studienberatung der TUHH,

- das Präsidium,
- die Studiendekanate der TUHH.
- die TUHH-Bibliothek.

Der Einsatz der Personen aus den verschiedenen Bereichen ist engagiert, die Zusammenarbeit ist gut, die einsetzbaren finanziellen Mittel sind bei den laufenden Projekten momentan aber knapp.

Was fehlt (insbesondere für die in der Planung oder gar Diskussion befindlichen Projekte) sind weitere Personen, die Zeit in die Arbeit investieren können. Die Anzahl der beteiligten Personen ist sehr klein, und da alle sich in dem Projekt neben ihrer eigentlichen Arbeit engagieren, ist die dafür aufbringbare Zeit durchweg viel zu klein. Die Gruppe benötigte daher dringend personelle Unterstützung, wenn die Aktivitäten nicht bald in sich zusammenfallen sollen.

Der Arbeitsbereich Mathematik ist z.B. mit den bereits angelaufenen Projekten an der Grenze der Belastbarkeit angekommen. Allein die weiteren angedachten Projekte dieses Arbeitsbereiches erfordern erhebliche personellen Ressourcen.

Mit dem Präsidium der TUHH wird derzeit über Möglichkeiten diskutiert, weitere einschlägig interessierte TUHH-Mitarbeiterinnen oder -Mitarbeiter in das Projekt einzubinden.

3.2 Förderung von außen

Das technikorientierte Konzept der TUHH ist so ausgedehnt und fördert auch die allgemeine Ausbildung im Metropolbereich Hamburg über die direkte Umgebung der TU hinaus so nachhaltig, daß eine Unterstützung der TU von außerhalb (etwa durch die einschlägigen Behörden BWF bzw. BfSJB oder auch durch den Senat direkt) angemessen und vernünftig erscheint. Im Rahmen der Neugründung des NW-Zentrums könnte möglicherweise an die Errichtung einer „Technischen Zweigstelle Harburg“ gedacht werden. Mit der Ansiedlung dieser Zweigstelle am Arbeitsbereich Mathematik wäre die Kommunikation mit den Initiatoren und bisherigen Koordinatoren des Harburger Programmes gesichert. Zugleich könnten die Zweigstelle die noch nicht verwirklichten Projekte des Programmes des Arbeitsbereiches bearbeiten.

Über die Art der Ausstattung dieser Zweigstelle sollte es Beratungen und Verhandlungen zwischen der TUHH und den betroffenen Behörden geben.

Literatur

- [1] **Abgeordnetenhaus von Berlin:** *Mitteilung über Kooperation zwischen Schule und Hochschule.* Drucksache 12/5870 , Kulturbuch-Verlag GmbH, Postfach 47 04 49, 12313 Berlin
- [2] **AG3:** Diskussionsforum zwischen Hochschullehrenden und Lehrenden der gymnasialen Oberstufe sowie Berufsbildnerinnen und Berufsbildnern aus Schule und Betrieben, *Arbeitsgruppe 3: „Sicherer Umgang mit mathematischen Symbolen und Modellen“, Abschlußbericht,* Hamburg, 08. Januar 1998
- [3] **Baumert, J. et al.:** *TIMSS — Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: Deskriptive Befunde,* Leske & Budrich, Leverkusen 1997
- [4] **H.-E.Beyer, H.Hocker, W.Mackens, H.Voss, T.Sonar und P.Zacharias:** *Ein Dreiphasen-Technik-Programm für die Sekundarstufe II,* Dritter Grobentwurf, 18. Januar 1999, Arbeitsbereich Mathematik der TUHH
- [5] **Michael Binnewies:** *Abitur = Hochschulreife?* Nachr. Chem. Tech. Lab 46 (1998) Nr.9, pp. 836-840
- [6] **Wolfgang Blum:** *Formeln, Chips und Sonderlinge,* Erster Teil einer ZEIT-Serie über Reize und Tücken der Mathematik, DIE ZEIT Nr. 50, 5. Dezember 1997, Seite 52
- [7] **Wolfgang Blum:** *Keinmal eins,* Artikel aus der ZEIT vom 27. Juni 1997
- [8] **Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg:** Drucksache 16/1204 vom 25.08.98: *Große Anfrage der SPD-Fraktion und Antwort des Senates zur Ingenieurausbildung.*
- [9] **Donna Curry, Mary Jane Schmitt, and Sally Waldron:** *A Framework for Adult Numeracy Standards: The Mathematical Skills and Abilities Adults Need to be Equipped for the Future,* Funded by the National Institute for Literacy), <http://www.std.com/anpn/frameworkTOC.htm>
- [10] **Edvard E. David:** *Toward Renewing a Threatened Resource: Findings and Recommendations of the Ad Hoc Committee on Resources for the Mathematical Sciences.* Notices of the American Mathematical Society, 31 (1984) 141 - 145

- [11] **DMV/GDM/MNU**: Erklärung der Fachverbände zu den Ergebnissen der internationalen Mathematikstudie TIMSS: *Schlechte Noten für den Mathematikunterricht in Deutschland, Anlaß und Chance für Innovation*, DMV-Mitteilungen 2/1997, 12-13
- [12] **Hans-Jürgen Elschenbroich**: *Mathe-Werkstatt*, Ausgabe 12/97, Abschnitt: Mathematik und Allgemeinbildung, Unterabschnitt: Original: „*Wieviele Mathe braucht der Mensch im Alltag?*“, Acht Thesen zum allgemeinbildenden Mathematik-Unterricht, Zusammenfassung des Textes von Hans Werner Heymann in der Frankfurter Rundschau vom 28.12.96, <http://home.t-online.de/home/elschenbroich/7jahre1.htm>
- [13] **Sabine Etzold**: *Gesamtnote „mangelhaft“*, DIE ZEIT, Nr. 51, 12. Dezember 1997, Seite 41
- [14] **Freie und Hansestadt Hamburg**, Behörde für Schule, Jugend und Berufsausbildung, Pressereferat: „*Ergebnisse der Erhebung von Aspekten der Lernausgangslage*“, 25.8.97
- [15] **Gemeinsame Kommission für die Studienreform im Land Nordrhein-Westfalen (Hrsg.)**: *Perspektiven: Studium zwischen Schule und Beruf, Analysen und Empfehlungen zum Übergang Schule/Hochschule, zur Lehrerausbildung, zur Ingenieurausbildung*, Luchterhand Verlag, Neuwied 1996
- [16] **Roman Herzog**: *Rede des Bundespräsidenten auf dem Berliner Bildungsforum 1997*, abgedruckt auf den Seiten 49 und 50 der ZEIT, Nr. 46, 7. November 1997
- [17] **Hans-Werner Heymann**: *Allgemeinbildung und Mathematik*, Beltz, Weinheim 1996
- [18] **Susan T. Hill**: *Non-U.S. Citizens are 40 Percent of S&E Doctorate Recipients from U.S. Universities in 1995*, Data Brief, National Science Foundation, Vol. 1996, No.9, August 19, 1996, <http://www.nsf.gov/sbe/srs/databr/sdb96315.htm>
- [19] **Susan T. Hill**: *Doctorate Awards Declining in Some Science and Engineering Fields*, Data Brief of the National Science Foundation, NSF 99-339, April 6, 1999; <http://www.nsf.gov/sbe/srs/databr/sdb99339.htm>
- [20] **H. Hollmann**: *Projektskizze für ein IfL-NW-Zentrum*, Arbeitspapier, 18.1.99, Behörde für Schule, Jugend und Berufsausbildung der FHH

- [21] **Wolfgang Mackens:** *Vorkurs Mathematik der TUHH*, Skript , Arbeitsbereich Mathematik der TUHH, seit 1989
- [22] **Wolfgang Mackens, Thomas Sonar und Heinrich Voß:** *Kenntnisse in elementarer Mathematik der TUHH-Anfänger im Studienjahr 1998/99*, Report 23 des Arbeitsbereiches Mathematik der TU Hamburg-Harburg, Schwarzenbergstraße 95, D-21073 Hamburg, Februar 1999
- [23] **Wolfgang Mackens (Ed):** *Schulfächer und Ingenieurstudien*, Report Nr. 22, Arbeitsbereich Mathematik, TU Hamburg-Harburg, 16. Februar 1999
- [24] **Wolfgang Mackens :** *Schulfächer und Ingenieurstudien, Fächerorientierte Führungen und Besuchsangebote am Tage der offenen Tür der TUHH*, Programm, 23. April 1999, Arbeitsbereich Mathematik der TUHH
- [25] **Jürgen Menck:** *Vorkurs Mathematik*, Skript für den modularisierten Vorkurs, Arbeitsbereich Mathematik der TUHH, 1999
- [26] **National Science Foundation, Division of Undergraduate Education:** *Shaping the Future*, New Expectations for Undergraduate Education in Science, Mathematics, Engineering and Technology, A Report on the Review of Undergraduate Education from the Committee for the Review for the National Science Foundation Directorate for Education and Human Resources, <http://www.ehr.nsf.gov/EHR/DUE/documents/review/96139/start.htm>
- [27] **National Science Foundation:** *The Learning Curve : What We are Discovering about U.S. Science and Mathematics Education*. Edited by Larry E. Suter, Washington, DC, for The Division of Research, Evaluation and Communication, Directorate for Education and Human Resources, 1996 (NSF 96-53)
- [28] **National Science Foundation News:** *More Foreign-Born S&E Doctoral Recipients Stay, Because the United States Is "Where the Jobs Are"*, NSF PR 98-81, <http://www.nsf.gov/od/lpa/news/press/pr9881.htm>
- [29] **National Science Foundation, Division of Science Resources Studies:** *Statistical Profiles of Foreign Doctoral Recipients in Science and Engineering: Plans to Stay in the United States*, NSF 99-304, Author: Jean M. Johnson (Arlington, VA, November 1998), <http://www.nsf.gov/sbe/srs/nsf99304/start.htm>

- [30] **National Science Foundation:** *Report of the senior assessment panel of the international assessment of the U.S. mathematical sciences*,
<http://www.nsf.gov/pubs/1998/nsf9895/start.htm>
- [31] **National Science Foundation, Division of Science Resources Studies:** *Characteristics of Doctoral Scientists and Engineers in the United States: 1995*, NSF 97-319, R. Keith Wilkinson (Arlington, VA, 1997)
- [32] **National Science Board:** *Science and Engineering Indicators 1998*,
<http://www.nsf.gov/sbe/srs/seind98/intro.htm>
- [33] **Helmut Neunzert und Berd Rosenberger:** *Oh Gott, Mathematik!?* Teubner, Einblicke in die Wissenschaft, Stuttgart-Leipzig 1997
- [34] **H. Radatz:** *Leistungsstarke Grundschüler im Mathematikunterricht fördern*. Beiträge zum Mathematikunterricht 1995. Vorträge auf der 29. Bundestagung für Didaktik der Mathematik vom 6. bis 10.3.1005 in Kassel. franzbecker, Hildesheim 1995
- [35] **Ulla Rilby (Ed.):** *Quality Review, MSc-Programmes in Mechanical Engineering 1998, Complete Report*, ISBN 91-630-7487-7, Office for Research and Educational Planning, Chalmers University of Technology, SE-412 96, Göteborg, Sweden.
- [36] **Thomas Schramm, Olav Wilde:** *Vorkurs EDV der TUHH*,
<http://www.tuhh.de/rzt/tuinfo/allgemein/kurse/online-material.html#dvvk>
- [37] **Thomas Schramm, Olav Wilde:** *Ferien-Computer-Tage*,
<http://www.tuhh.de/rzt/tuinfo/allgemein/kurse/online-material.html#fct>
- [38] **Statistisches Landesamt Hamburg:** *Telefonische Auskunft* (Herr Zengel) vom 14.11.1997 über die Schulabschlüsse in Hamburg im Jahre 1996: 4864 Hochschulzugangsberechtigte von 12504 Abschlüssen.
- [39] **Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft:** *Aktionsprogramm PUSH (Public Understanding of Science and Humanities)*,
http://www.stifterverband.de/push_aktionsprogramm.html
- [40] **TIMSS:** *Homepage des TIMSS International Study Centers am Boston College*,
<http://www.csteep.bc.edu/timss>
- [41] **TIMSS:** Sammlung von *Material auf dem Nordbayerischen Schulserver*,
<http://did.mat.uni-bayreuth.de/~matthias/timss/>

- [42] **Günter Törner**: *TIMSS-Ergebnisse — 2. Fortsetzung*, Mitteilungen der DMV, Heft 3/97, pp 11 - 12
- [43] **Frederic Vester**: *Denken, Lernen, Vergessen*, Deutsche Taschenbuch Verlag, München 1978, 26. Auflage 1999