

## Rapport der Kommission Mathematik FH-Schweiz

Version vom 30. Juni 2004

*Die Mathematik-Dozenten der schweizerischen Fachhochschulen, repräsentiert durch die Kommission Mathematik FH-Schweiz, formulieren Grundsätzliches zur Mathematik an technischen Fachhochschulen. Essenziell gelten viele Aussagen auch für nicht-technische Bereiche.*

*Dieser Rapport soll allen Entscheidungsträgern beim Umsetzen des Bologna-Prozesses im Fach Mathematik als Leitfaden dienen.*

## Mathematik an technischen Fachhochschulen der Schweiz

Zum Grundauftrag des Gesetzgebers gehören an allen Schweizer Fachhochschulen die Lehre, die angewandte Forschung und Entwicklung, das Angebot von Dienstleistungen sowie die Weiterbildung.

### Teil 1: Die Lehre

Für die Mathematik ist die Lehre der wichtigste Auftrag.

#### A. Die Bedeutung der Ausbildung in Mathematik

Die Mathematik nimmt international in allen höheren technisch-naturwissenschaftlichen Ausbildungsgängen eine fundamentale Stellung ein. Was begründet diese zentrale Rolle der Mathematik?

Mathematik ist **die universelle Sprache** technisch-naturwissenschaftlichen Denkens. Als Konsequenz hieraus ist die Ausbildung in Mathematik eine notwendige Voraussetzung für:

- das wissenschaftliche Arbeiten – sei es als Mittel zur Analyse von Problemen, zur Synthese von Lösungen oder der Kommunikation.
- den Erwerb allgemeiner und spezifischer Methoden quantitativer und qualitativer Natur. Interdisziplinäre Methodenkompetenz ist vielfach ohne Mathematik gar nicht denkbar.
- den Erfolg deterministischer oder stochastischer Modellbildung und Simulation. Diese ergänzen oder ersetzen das Laborexperiment je länger desto mehr.
- den kompetenten Einsatz moderner computergestützter Werkzeuge. Deren professionelle Handhabung setzt meist mathematisches Wissen voraus.

Zudem steht ausser Frage, dass eine fundierte Ausbildung in Mathematik

- das Abstraktionsvermögen und mithin das Prozess- und Systemdenken entwickelt.
- die Flexibilität und Kreativität fördert und insbesondere auch interdisziplinäre Methodenkompetenz vermittelt.
- die Fähigkeiten zur Rationalisierung, Strukturierung, Transferierung und Verknüpfung verstärkt.

Die Mathematik vermittelt also nachhaltige Fähigkeiten und Fertigkeiten. Während das mathematische Rüstzeug fast täglich zum Zug kommt, besitzt Spezialwissen oft nur punktuellen Charakter.

## B. Leistungsauftrag für die Lehre der Mathematik

Aus den obgenannten Gründen leitet sich ein dreiteiliger Leistungsauftrag für die Lehre der Mathematik an Fachhochschulen ab, bei dem sich die einzelnen Komponenten überschneiden und gegenseitig verstärken:



Der intensiven Schulung des Denkens in der Mathematik-Ausbildung kann nicht genügend Bedeutung zugeordnet werden. Die Fähigkeit des flexiblen formalen und operativen Denkens und des logischen Verknüpfens ist im industriellen und wirtschaftlichen Umfeld ein weitaus zentralerer Erfolgsfaktor als algorithmisches Wissen.

Die Mathematik ist **die** Sprache zur Kommunikation im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich. Neben dem unabdingbaren aktiven und passiven mathematischen Grundwortschatz muss aber auch ein fachspezifischer erworben werden, der den Umgang mit technisch-naturwissenschaftlichen Methoden erst ermöglicht. Diese Basis bleibt aber fragil, wenn sie nicht durch weiterführendes Wissen gefestigt wird. In diesem Kontext spielt auch die Vermittlung kultureller und historischer mathematischer Entwicklungen eine oft unterschätzte Rolle. Der Erwerb von mathematischem Wissen erweitert nicht nur den eigenen Erkenntnishorizont, sondern führt auch zur Entwicklung innovativer Ideen und insbesondere zur Interdisziplinarität.

Zur Mathematikausbildung gehört neben dem theoretischen Verständnis auch der praktische Umgang mit mathematischen Verfahren und Werkzeugen. Bei der Bereitstellung der Werkzeuge richtet sich die Mathematik selbstverständlich auch nach den Bedürfnissen der technisch-naturwissenschaftlichen Fächer. Die Mathematik baut Brücken zu und zwischen verschiedensten Gebieten und wirkt in diesem Sinn interdisziplinär.

## C. Voraussetzungen der Mathematik-Ausbildung

Die schweizerischen Besonderheiten im Werdegang der neueintretenden Studierenden an Fachhochschulen sind insbesondere auch im Fach Mathematik angemessen zu berücksichtigen. Dies erfordert unter anderem eine realistische Einschätzung der mathematischen Vorbildung.

Die Dozierenden der Mathematik an technischen Fachhochschulen sehen sich heute mit folgender Situation konfrontiert:

- Das mathematische Niveau der neueintretenden Studierenden ist unbefriedigend.
- Die Fähigkeit der neueintretenden Studierenden, mathematische Inhalte selbständig zu verarbeiten, ist mangelhaft.
- Die neueintretenden Studierenden tun sich schwer mit abstrakten Inhalten.

Die Entscheidungsträger sollen dem entgegenwirken, indem sie

- die Schnittstelle mit der Sekundarschule sichern.
- die Berufsmaturität als Lehrgang für Begabte betrachten.
- den eidgenössischen Rahmenlehrplan einhalten.
- die Schnittstelle mit der Fachhochschule sichern.

In der Berufsmaturitätsverordnung steht: *„Die Berufsmaturität schafft namentlich die Voraussetzungen für ein Studium an einer Fachhochschule“*.

Folgende Massnahmen sind zum Teil bereits realisiert:

- Mit der Universität Zürich wird ein Vollzeitjahreskurs im Umfang von 1800 Stunden für Ingenieure angeboten, welche an der Berufsmaturitätsschule unterrichten wollen.
- Die Fachhochschulen führen Stützkurse für Neueintretende durch.
- Die Fachhochschuldozierenden unterstützen die Berufsmaturitätsschulen bei der Sicherung der Schnittstelle Berufsmatur-Fachhochschule.

## D. Folgerungen für die Lehre der Mathematik

Die Umsetzung des dreiteiligen Leistungsauftrags ist die fachdidaktische Aufgabe von Dozierenden der Mathematik an technischen Fachhochschulen. Die didaktisch anspruchsvolle Koppelung von Theorie und Praxis im Mathematikunterricht erfordert eine sorgfältige Wahl der Unterrichtsform.

Die bis anhin hohe Qualität der Lehre der Mathematik an Schweizer Fachhochschulen ist eine direkte Konsequenz der hohen Binnendifferenzierung, die nur der Unterricht in **Klassen** vernünftiger Grösse ermöglicht. Notabene führen viele renommierte ausländische Universitäten den Unterricht in kleineren Klassen als erfolgreiches Verkaufsargument an. Der Klassenbetrieb in Mathematik könnte nicht ohne massive Qualitätseinbussen aufgegeben werden.

Die Fachleute sind sich einig, dass bei **25 – 30** Studierenden pro Klasse die didaktische Schmerzgrenze überschritten ist. Klassengrössen im erwähnten Bereich ermöglichen die für die Mathematik vitale Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden der Mathematik kaum noch. Daher wäre in solchen Fällen ein Teil des Unterrichts in Halbklassen unabdingbar.

Man muss sich im Klaren sein, dass der Klassenunterricht mit seiner intensiven Betreuung auch ein Garant ist für eine niedrigere Dropout-Rate von Studierenden im Vergleich zu den Universitäten und ETHs. Bei

einer Abkehr von diesem bewährten Unterrichtsprinzip würde die Rate der erfolgreichen Abschlüsse drastisch sinken, was auch wirtschaftlich äusserst bedenklich wäre.

Der hohe Stellenwert der Mathematik in höheren technisch-naturwissenschaftlichen Ausbildungsgängen muss sich substantiell in den entsprechenden Lehrplänen niederschlagen. Dabei gilt es, die hohe intellektuelle und kognitive Beanspruchung der Studierenden gebührend zu berücksichtigen.

Dies bedeutet folgendes:

- Die mathematische Grundausbildung ist **gleichmässig** über die beiden ersten Studienjahre zu verteilen. Mathematische Kurse müssen auch im dritten Studienjahr durchgeführt werden. So können die Studierenden dann, wenn sie die dazu notwendige intellektuelle und kognitive Reife erlangt haben, voll aus dem weiterführenden Angebot schöpfen.
- Für das Fach Mathematik ist eine **genügend hohe Stundendotierung** erforderlich. Es darf dabei nicht vergessen werden, dass- anders als in Ingenieur- und Sprachfächern- die Mathematikschulung praktisch durchwegs mit dem Studium abgeschlossen wird!

Um die notwendigen Ziele zu erreichen, sind je nach Bachelor-Studiengang die folgenden Dotierungen für **Kontakt-Semesterwochenlektionen** notwendig:

|                                                 |         |
|-------------------------------------------------|---------|
| Maschinentechnik, Elektrotechnik, Systemtechnik | 28 – 32 |
| Technische Informatik, Bauwesen                 | 24 – 28 |
| Wirtschaftsinformatik                           | 16 – 24 |

Bemerkung: 1 Semesterwochenlektion = 1 ECTS.

Die Inhalte der mathematischen Unterrichtseinheiten werden von den Mathematikdozierenden nach Konsultation mit den Ingenieurdozierenden der betroffenen Fachbereiche definiert. Wegen der erforderlichen Vernetzung von Mathematik und Ingenieurwesen sind **studiengangsspezifische** Einheiten anzustreben.

Der dreiteilige Leistungsauftrag ist nur durch Dozierende zu bewältigen, die einerseits die mathematischen Inhalte in ihrer Vielschichtigkeit und mannigfachen Vernetzung beherrschen und andererseits die didaktischen Kenntnisse besitzen, um diese stufengerecht zu vermitteln. Ein hoher Grad an **Professionalität** für dieses Anforderungsprofil ist erfahrungsgemäss unabdingbar. Die Vorstellung, dass jemand ohne fundierte Mathematikausbildung als Haupt- oder Nebenamt-Dozierender der Mathematik an Fachhochschulen geeignet sei, ist verantwortungslos.