Global J. of Engng. Educ., Vol.8, No.3
Published in Australia

Der Übergang von der Schul- zur Hochschulmathematik: Erfahrungen aus Internationaler und Deutscher Sicht

Norbert Grünwald
Andreas Kossow
Gabriele Sauerbier
Hochschule Wismar – University of Technology, Business and Design
Philipp-Müller-Straße 21, D-23952 Wismar, Deutschland
Sergiy Klymchuk
Auckland University of Technology, Department of Applied Mathematics
24 St Paul Street, Private Bag 92006, Auckland 1020, Neuseeland

Unbestritten gehört die Mathematik zu den wichtigsten Grundlagenfächern des Ingenieurstudiums. Aber seit einigen Jahren äußern viele Lehrende der Hochschulmathematik und auch von Ingenieurfächern ihre Sorge über das schwache mathematische Grundwissen der Studienanfänger. Der vorliegende Artikel beschäftigt sich mit den Problemen des Überganges von der Schul- zur Hochschulmathematik. In vielen Ländern gibt es eine *Lücke* zwischen Schul- und Hochschulmathematik. Der Wechsel von der Schule zur Hochschule kann für viele Studenten hart sein. Selbst Studenten mit guten Zensuren aus der Schulmathematik haben Schwierigkeiten an der Hochschule und bestehen teilweise die Kurse der Hochschulmathematik des ersten Jahres nicht. Oft liegt die Durchfallquote in der Ingenieurmathematik des ersten Jahres bei etwa 50%. Verschiedene Gruppen – Schullehrer, Hochschullehrer, Studienanfänger, Bildungspolitiker, Forscher – mögen verschiedene Ansichten zu den Gründen für diese Lücke haben und zu den Wegen, diese zu verkleinern. Das Anliegen des Artikels ist es, Antworten von Hochschullehrern der ganzen Welt auf eine Studie zum Übergang von der Schul- zur Hochschulmathematik auszuwerten. Ein spezieller Absatz ist der deutschen Sicht gewidmet, es werden die Erfahrungen an der Hochschule Wismar vorgestellt.

EINLEITUNG

Diese Studie präsentiert und systematisiert die Antworten von 63 Hochschullehrern aus 24 Staaten. Ein Länder übergreifender Ansatz wurde gewählt, um die Differenzen in Kulturen und Bildungssystemen zu reduzieren. In einer Reihe von Publikationen, Bildungsjournalen, Büchern und Foren wird auf die Probleme der Übergangsphase von der Schule zur Hochschule hingewiesen, vgl. [1-6]. Es gibt regelmäßige internationale Konferenzen, die sich ausschließlich diesem Thema widmen. Hier soll nur eine von diesen – die alle zwei Jahre stattfindende Pacific Rim Konferenz *First Year in Higher Education* (www.qut.edu.au/talss/fye/home.htm) – erwähnt werden. Abgesehen von allgemeinen Ursachen für die Übergangsprobleme von der Schule zur Universität, haben die Probleme im Fach Mathematik ihre eigenen spezifischen Gründe. Im Unterschied zu vielen anderen Disziplinen ist die Mathematik ein Pflichtfach über viele Jahre, in einigen Ländern bis zum letzten Schuljahr. Zahlreiche Anwendungen in anderen Fächern und im täglichen Leben erfordern mathematisches Wissen.

Mathematisches Denken ist Teil unserer Kultur. Dennoch haben verschiedene Gruppen abhängig von ihrer beruflichen, sozialen oder kulturellen Herkunft, von ihrer ethnischen Besonderheit oder von ihrem Geschlecht verschiedene Ansichten zur Rolle der Mathematik in der Gesellschaft. Die gerade abgeschlossenen Schul-reformen in vielen Ländern führten zu signifikanten Änderungen in den mathematischen Lehrplänen. Auch die ausgedehnte Nutzung moderner Technik und Technologien sowohl an der Schule als auch an der Universität regte viele Debatten und Diskussionen an. Viele Hochschullehrer erkennen die Notwendigkeit, Wege zur effektiveren Gestaltung des Überganges von der Schul- zur Hochschulmathematik zu finden. Dieses Problem gibt es zur Zeit in vielen Ländern. Beispielhaft zitieren wir aus dem gemeinsamen Report des Institute of Mathematics and its Applications (IMA), der London Mathematical Society und der Royal Statistical Society:

> *Es gibt eine beispiellose Sorge unter Mathematikern, Wissenschaftlern und Ingenieuren in der Hochschulausbildung über die mathematischen Fähigkeiten der Studienanfänger…. Die ernsten Probleme, die in der höheren Ausbildung wahrgenommen werden, sind:*
>
> 1. *ein ernsthafter Mangel an grundlegenden technischen Fertigkeiten – den Fähigkeiten, eine numerische oder algebraische Berechnung mit Eleganz und Genauigkeit auszuführen;*
> 2. *ein drastischer Rückgang an analytischen Fähigkeiten, wenn die Studienanfänger mit einfachen Problemen konfrontiert werden, die mehr als einen Lösungsschritt erfordern;*
> 3. *eine geänderte Auffassung zur Mathematik – insbesondere zur Notwendigkeit von deren Genauigkeit und von Beweisen.*
>
> *Die genannten Probleme haben nicht nur solche Studienanfänger, die vor zehn Jahren noch keinen Zugang zu höherer Bildung gehabt hätten. Das Problem liegt tiefer; es kommt eben nicht nur vor, dass einige Studenten weniger gut auf das Studium vorbereitet sind, sondern viele von den Schulen als gut eingeschätzte Studenten haben ernsthafte Lücken im Grundwissen des Faches* (aus dem Englischen von den Autoren frei übersetzt) [7].

GRUNDLAGEN

In dieser Studie wurde die Praxis als Grundlage für die Forschungsarbeit gewählt. Es wurde entschieden, *to follow conventional wisdom as understood by the people who are stakeholders in the practice* [8]. 63 Hochschullehrer aus 24 Ländern wurden befragt unter Nutzung einer Kombination aus zwei nicht-zufälligen Stichprobenmethoden– Urteilsvermögen und Einfachheit. Die Untersuchung kann als eine Pilotstudie aufgefasst werden. Die Befragung wurde an ausgewählte Teilnehmer internationaler Konferenzen zur Mathematik-Ausbildung, die in den Jahren 2000 bis 2002 stattgefunden haben, und an Dozenten, die Hochschul-Mathematik lehren oder zur Mathematikausbildung auf Hochschulebene publizieren, versendet. Die Antwortquote von 36% zeigt die Brisanz der Thematik – das ist eine relativ hohe Quote von Antworten viel beschäftigter Fachleute. Die Untersuchung bestand aus drei Fragen: nach den Ursachen für die Lücke, nach den erfolgreichen Lösungsansätzen in den Hochschulen der Befragten und auch nach deren Ideen zur weiteren Verringerung der Lücke. In unserer Zusammenfassung wurden die Antworten kategorisiert, die Anzahl Antworten zu einer Kategorie ist prozentual angegeben. Die häufigsten übereinstimmenden Antworten, Strategien und Ideen stellen wir gesondert vor. Wir hoffen so unsere Leser anzuregen, die an einigen Universitäten gewonnenen guten Erfahrungen auch in der eigenen Hochschule anzuwenden.

Der theoretische Rahmen basiert auf dem Piaget Konzept zum kognitiven Konflikt und den Arbeiten von David Tall zum angewandten mathematischen Denken [1][9-13]. Die Idee dazu ist im Folgenden ausgedrückt:

> *Advanced mathematics, by its very nature, includes concepts which are subtly at variance with naïve experience. Such ideas require an immense personal reconstruction to build the cognitive apparatus to handle them effectively. It involves a struggle with inevitable conflicts which require resolution and reconstruction* [10].

Der Hauptgrund für die Lücke zwischen Schul- und Hochschulmathematik ist in Übereinstimmung zu den Antworten der Hochschullehrer in der unterschiedlichen Art des Denkens zu finden. Diesen Gedanken formuliert auch David Tall:

> *The formal presentation of material to students in university mathematics courses – including mathematics majors, but even more for those who take mathematics as a service subject – involves conceptual obstacles that make the pathway very difficult for them to travel successfully. And the changes in technology, that render routine tasks less needful of labour, suggest that the time for turning out*

> *students whose major achievement is in reproducing algorithms in appropriate circumstances is fast passing and such an approach needs to move to one which attempts to develop much more productive thinking* [11].

Viele Studenten werden zum ersten Mal in ihrem Leben an der Hochschule mit dem konventionellen logischen Aufbau der Mathematiklehrveranstaltungen konfrontiert und erfahren daher in ihrem ersten Studienjahr einen enormen kognitiven Konflikt.

> *At school the accent is on computations and manipulation of symbols to* get an answer, *using graphs to provide imagery to suggest properties. At university there is a bifurcation between technical mathematics that follows this style (with increasingly sophisticated techniques) and formal mathematics, which seeks to place the theory on a systematic, axiomatic basis* [1].

> *During the difficult transition from pre-formal mathematics to a more formal understanding of mathematical processes there is a genuine need to help students gain insight into the concepts* [11].

Es ist keine leichte Aufgabe und erfordert den Übergang von einem Stadium zum nächsten nach der Phasentheorie von Piaget, in der das vorangehende Wissen mit neuen Ideen in Konflikt gerät [9].

DIE STUDIE

Die Fragen

Den Hochschullehrern wurden die folgenden drei Fragen vorgelegt:

- Frage 1: Was sind Ihrer Meinung nach die Ursachen für die Lücke zwischen Schul- und Hochschulmathematik?
- Frage 2: Was wird in Ihrem Fachbereich getan, um die Lücke zu verringern?
- Frage 3: Was könnte Ihrer Meinung nach noch getan werden, um im Fach Mathematik den Übergang von der Schule zur Hochschule effektiver und unproblematischer zu gestalten?

Die Antworten

Nachfolgend werden die wesentlichen Statistiken und die häufigsten gemeinsamen Antworten der Hochschullehrer aufgeführt. Die Zahlen nach den Zitaten korrespondieren mit den Teilnehmernamen, die in einer Liste der Quellen zufällig angeordnet wurden, um die Privatsphäre zu schützen.

Frage 1. Was sind Ihrer Meinung nach die Ursachen für die Lücke zwischen Schul- und Hochschulmathematik?

Ursache 1: Höheres Denkniveau in der Hochschulmathematik (72%). Es gibt eine unterschiedliche Wertung von Berechnungen, Techniken, Algorithmen, rezeptartigen Abarbeiten an der Schule gegenüber der Theorie, dem Beweis, dem konzeptionellen Verständnis an der Hochschule. Dieser Unterschied wird in Lehrbüchern und Leistungseinschätzungen reflektiert.

- *Der Lehrstil an den Schulen regt das Auswendiglernen der einzelnen Fakten und Algorithmen an, die nicht durch das Verständnis ihrer Bedeutung oder der grundlegenden Beziehungen zwischen ihnen gefestigt werden* (20).
- *Sie lernen in der Oberschule Mathematik fast ohne theoretische Erläuterung und nur das Berechnen* (18).
- *Ziel der Schulmathematik ist es, das formale Lösen von so vielen Übungen als möglich zu trainieren, mit nur oberflächlichem Verständnis der Theorie und unter der täglichen Betreuung des Lehrers. Im Gegensatz dazu ist es das Ziel der Hochschulmathematik, ein eingehendes theoretisches Verständnis durch die traditionellen universitären Vorlesungen und unter minimaler Betreuung zu geben* (15).
- *Oberschulmathematik ist sehr mechanisch und situationsbezogen. Hochschulmathematik ist theoretischer und letztendlich an Beweisen ausgerichtet. Der Lehrstoff ist relativ schwierig und wir erwarten mehr von den Studenten* (19).
- *Die meisten unserer Studenten haben noch nie einen formalen Beweis gesehen, bevor sie zur Universität kamen* (22).
- *Es gibt einen riesigen Sprung im Denkniveau zur abstrakten Welt der Beweise* (39).
- …Rezepte *zur Lösung von Standardproblemen. Das Ergebnis ist, dass viele Studenten die Ideen zur Problemlösung nicht verstehen müssen, sie nutzen nur die Rezepte. Andere wiederum ahnen nicht einmal, dass hier mehr zu verstehen wäre. In der Lage zu sein, mit den richtigen Schrittfolgen zu bestehen, das ist in ihren Augen Mathematik* (51).

Als Illustration der oben meist genannten übereinstimmenden Antworten diskutieren wir hier zwei Beispiele, die in den Mathematik-Abschlussprüfungen in Neuseeland gestellt wurden.

Beispiel 1: (University Entrance and Bursaries Examination, Mathematics with Statistics 1996)

Frage: *Zeigen Sie, dass die Gleichung* $x^2 - \sqrt{x} - 1 = 0$ *eine Lösung zwischen x = 1 and x = 2 hat.*

Musterlösung: *Aus* $f(x) = x^2 - \sqrt{x} - 1$ *folgt f*(1) = – 1 < 0 *und f*(2) = 1.58 > 0. *Also schneidet die Funktionskurve von f die x-Achse zwischen 1 und 2.*

Kommentar: Die vorgeschlagene Lösung basiert auf dem Spezialfall des Zwischenwertsatzes, dem Satz von Bolzano, der zwei Voraussetzungen hat: 1. die Stetigkeit von $f(x)$ auf dem abgeschlossenen Intervall [a,b] und 2. für das Produkt von $f(a)$ und $f(b)$ gilt $f(a)\cdot f(b) < 0$. Aber nur die zweite Voraussetzung wurde in der Musterlösung geprüft. Die erste wurde als *nicht notwendig* vollkommen ignoriert. Das passierte in einem schriftlichen Examen, in dem jeder Arbeitsschritt begründet werden musste. Die Vorgehensweise, dass man ohne die Stetigkeit der Funktion zu erwähnen, die volle Punktzahl erhalten konnte, war schädlich. Die Botschaft war eindeutig – die Formelmanipulationen sind wichtig, aber die Eigenschaft der Funktion nicht. Es ist kein Wunder, dass die Schüler nicht alle Voraussetzungen des Theorems beachteten und die Funktionseigenschaften nicht untersuchten – es wurde schlicht und einfach nicht gefordert. Fünf durchschnittlich begabten Studenten des Mathematikkurses im letzten Studienjahr an der *Auckland University of Technology*, Neuseeland wurde die provokative Frage vorgelegt:

Zeigen Sie, dass $\frac{x^2 + x + 1}{x - 1.5} = 0$ *eine Lösung zwischen x* = 1 *und x* = 2 *hat*. Alle fünf Studenten *zeigten* das sofort, in dem sie den Zwischenwertsatz falsch nutzten. Sie prüften nur $f(1) = -6 < 0$ und $f(2) = 14 > 0$ anhand der Funktion $f(x) = \frac{x^2 + x + 1}{x - 1.5}$. Die Funktion wurde bewusst ein wenig komplexer gewählt als eine einfache Hyperbel $f(x) = \frac{1}{x - 1.5}$, um die Studenten mit ihren eigenen Berechnungen zu konfrontieren. Es war hart, sie so zu tadeln, da sie doch dachten, dass nur die Berechnungs- und Umformungstechniken in der Mathematik wichtig seien.

Das Beispiel zeigt, dass wir unsere Ingenieurstudenten zu einem umsichtigeren Umgang mit den Theoremen erziehen sollten. Sie sollten sich angewöhnen, sämtliche Voraussetzungen sorgfältig zu prüfen und dies nicht nur in mathematischen, sondern auch in anderen Kontexten.

Auf diesem Weg entwickeln sie ihre Fähigkeit, die Bedeutung der Nebenbedingungen neuer technischer Entscheidungen in ihren Ingenieurprojekten einzuschätzen. Ein Flugzeug wird konstruiert, um zu fliegen und das nicht nur bei perfekten Wetterbedingungen.

Beispiel 2: (University Entrance and Bursaries Examination, Mathematics with Calculus 1993)

Frage: *Lösen Sie die Gleichung* $log_2(9x-1) - log_2(x+2) = 3$.

Musterlösung:

$$log_2 \frac{9x-1}{x+2} = 3 \Rightarrow \frac{9x-1}{x+2} = 2^3 \Rightarrow 9x - 1 = 8(x+2) \Rightarrow x = 17$$

Kommentar: Die Gültigkeit der gefundenen Lösung wurde nicht geprüft. Der Definitionsbereich der Logarithmusfunktion wurde ignoriert. Wenn das *nicht notwendig* ist, ist auch die folgende Lösung richtig?!

$$log_2(9x-10) - log_2(2x-3) = 0 \Rightarrow log_2 \frac{9x-10}{2x-3} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{9x-10}{2x-3} = 1 \Rightarrow 9x - 10 = 2x - 3 \Rightarrow x = 1$$

Wieder ist die Botschaft an die Studenten klar – die volle Punktzahl ist erreichbar, wenn die Berechnungen nur rezeptartig ausgeführt werden.

Die beiden Beispiele illustrieren auch eine andere Übereinstimmung der befragten Hochschullehrer, die hier später dargestellt wird – die Kommunikation zwischen Schule und Hochschule ist mangelhaft, besonders bei der Festlegung der Mathematikabschlussprüfungen an der Schule. Es gibt wohl keinen Hochschullehrer, der die beiden angegebenen Musterlösungen so akzeptieren würde.

Ursache 2: Die Art und Weise des Bestehens der Prüfung an der Schule (37%):

- *Die Kultur der Leistungseinschätzung an der Schule bedeutet, dass viele Studenten es nicht lernen zu verstehen, stattdessen lernen sie, durch die Prüfungen zu kommen* (21).
- *Schulmathematik wird nicht wirklich gelernt und auf lange Sicht behalten, sondern sie wird schnell vergessen, nachdem die Abschlussprüfung sicher bestanden wurde* (20).

Ursache 3: Der Schullehrplan ist zu voll gestopft (34%):

- *Der Lehrplan an der Oberschule ist zu umfangreich, um von den Schülern vollständig verstanden zu werden, daher besuchen sie nur einige Mathematikkurse und so verlieren sie das Verständnis für Mathematik* (31).
- *Der Umfang des Mathematikunterrichtes auf der Ebene der Sekundarstufe ist zu groß, um die Schüler zu einem wirklichen Verständnis heranzuführen. Das Ergebnis ist, dass sie versuchen, sich nur zu erinnern anstelle zu verstehen* (27).

Ursache 4: Zu optimistische Annahmen und Erwartungen der Hochschullehrer (33%):

- *…wir erwarten oft, dass (a) alle Studenten in derselben Weise lernen, wie wir es getan haben – und dass (b) der beste Weg an der Schule zu lernen, derselbe ist, den wir kennen und mit derselben Tiefe* (51).

Ursache 5: Verschiedene Wege des Lehrens und des Lernens (30%):

- *Die Studenten sind nicht darauf vorbereitet, selber Verantwortung für ihr Lernen zu übernehmen – vielmehr erwarten sie die Fortsetzung der häppchenweisen Stoffvermittlung der Oberschule* (14).
- *Viele Studenten haben Probleme, ihr Studium an der Universität zu organisieren. Insbesondere sind sie daran gewöhnt, dass ein Lehrer ihre Studien plant und an der Hochschule müssen sie dieses selbst tun* (55).

Ursache 6: Mängel im mathematischen Grundwissen der Mathematiklehrer an den Schulen und Mängel in den Lehrfähigkeiten der Hochschullehrer (26%):

- *Der Mangel an gut qualifizierten Mathematiklehrern in der Schule führt dazu, dass nicht alle Studenten ein gutes mathe-matisches Wissen an den Schulen erhalten* (21).
- *Lehrende an den Universitäten sind in vielen Fällen auf Grund ihres Wissens und ihrer Erfolge in der Forschung ausgewählt, nicht wegen ihrer Lehrfähigkeiten. Das kann eine extra Belastung der Studenten beim Finden ihres eigenen Weges zum Verständnis des Lehrinhaltes bedeuten* (38).

Ursache 7: Mängel in der Kommunikation zwischen Schule und Hochschule (17%):

- *Wir auf der Hochschulebene … halten uns nicht damit auf, was an den Schulen passiert* (48).
- *Wir haben fast keine Kommunikation mit den Schulen. Der Universitätssektor und der Schulsektor haben fast keine Berührungspunkte* (51).
- *Unser … Mangel an Kenntnissen und Verständnis dafür, was gegenwärtig an den Schulen vermittelt wird* (52).

Ursache 8: Wechsel der Umgebung (15%):

- *Für Studenten, die an die Universität kommen, ist alles neu: neue Menschen, Umgebung, soziale Kontexte, Normen, Erwartungen. Im Vergleich zur Schule erhalten die Studenten bedeutend weniger persönliche Beachtung von ihren Lehrern. Große Klassen erzeugen einschüchternde Situationen* (14).
- *Einige Studenten kommen mit der Freiheit zum ersten Mal weg von zu Hause zu sein, nicht zurecht* (26).

Frage 2: Was wird in Ihrem Fachbereich getan, um die Lücke zu verringern?

Methode 1: Personelle Herangehensweise (55%):

- Lernhilfe-Zentren;
- Kleine Gruppen;
- Individuelle Konsultationen;
- Einrichtung von verschiedenen Leistungsklassen nach Anfangstests;
- Zusätzliche Seminare.

Methode 2: Brückenkurse (52%):

- Unterschiedliche Niveaus;
- Unterschiedliche Dauer;
- Unterschiedliche Schwerpunkte – z.B. *Kurse, die sich auf das mathematische Denken (Beweisen) konzentrieren eher als nur Inhalt aufzufrischen* (21) (10%).

Methode 3: Verschiedene pädagogische Strategien entwickeln (32%):

- *Wir geben eine Vorlesung zu Studiertechniken für Mathematik und zu Strategien des Problemlösens zu Beginn des Studienjahres. Jeder Mitarbeiter unseres Departments wirkt als ein Mentor für unsere Studienanfänger* (55).

- *Stellen wöchentlicher Hausaufgaben, die im Seminar nach der Vorlesung an der Tafel geprüft werden, auf diese Weise wird versucht, ein frühes Interesse für neuen Stoff und zur Wiederholung des alten Lehrstoffes zu wecken* (17).
- *Eine tägliche einstündige Hilfsübung gehalten durch die vorhandenen Master-Studenten, aber das ist im Grunde genommen eher Flickschusterei als eine zu entwickelnde Unterstützung* (20).
- *Wir sind bestrebt, die Dinge ziemlich langsam zu vermitteln, mit ausgeteilten Aufzeichnungen, die detaillierte Erläuterungen enthalten. Wir versuchen den Studenten mitzuteilen, was von ihnen erwartet wird und wie sie ihre Ziele in der Mathematik erreichen können* (51).

Methode 4: Verbessern der Kommunikation zwischen Schule und Hochschule (16%):

- *Im Sommer bieten wir Workshops für Lehrer an, und in jedem Jahr laden wir einen Oberschul-Lehrer als* visiting master teacher *an unser Department ein, um Kurse auf unterem Niveau zu unterrichten und mit unseren Kollegen über Mathematik und Pädagogik zu diskutieren. Als eine Konsequenz untersuchen viele Mitarbeiter unseres Departments neue Methoden des Lehrens. Einige von ihnen erhielten nationale Zuwendungen zur Unterstützung dieser Arbeit* (16).
- *Hochschuloffener Tag für Lehrer der Sekundarstufe, Sommerschulen für Schüler nach zehn bzw. elf Schuljahren* (54).
- *Besuch der Schulen mit Gesprächen über die universitären Mathematikkurse, und über die Anforderungen dieser Kurse an die Studenten … und mit Seminaren für Schüler (Seminare zum Problemlösen und Vorträge zu verschiedenen mathematische Themen)* (14).
- *Viele der Professoren unseres Departments unterrichten Mathematik an Schulen, da sie kompetent in der Lage sind, sich auf die kindlichen Sichtweisen einzustimmen. Der Professor kann den Verstand der Schulkinder inspirieren mit fesselnden, herausfordernden Fragen, er kann ihnen ein Gefühl geben für nicht standardisierte Lösungen und den Vorhang lüften, was sie in der Universität tun werden* (15).

Methode 5: Ändern der Leistungseinschätzung: wöchentliche Tests, mündliche Prüfungen, detailliertes Feedback (16%):

- *Wir versuchen den Studenten eine Menge von Rückkopplung über ihren Fortschritt zu geben, mit Leistungseinschätzungen und Denksportaufgaben. Wir versuchen so viel Feedback von unseren Studenten zu erhalten als möglich/ zumutbar im Sinne von Tempo, zeitlicher Koordinierung der Prüfungen oder anderer administrativer Felder* (51).

Methode 6: Verringerung des Standards (12%):

- *Streichen oder verringern der mathematischen Anforderungen in den Kursen so, dass die Studenten die Prüfungen bestehen können!* (38).

Frage 3: Was könnte Ihrer Meinung nach noch getan werden, um im Fach Mathematik den Übergang von der Schule zur Hochschule effektiver und unproblematischer zu gestalten?

Idee 1: Ein Qualitätskontrollsystem an den Schulen und Hochschulen etablieren (60%):

- Bessere Vorbereitung der Schullehrer;
- Verbessern des Schullehrstoffes (weniger Stofffülle, mehr Beweise, Tiefe und Strenge);
- Verbessern der Lehrfähigkeiten der Hochschullehrer – es sollte eine Lehrqualifikation für die tertiäre Stufe geben;
- *Mehr logisches Argumentieren (obwohl nicht unbedingt formales) in der Oberschule würde helfen* (19);
- *Ein wenig mehr Tiefe und Strenge kann in die Schulmathematik einbezogen werden, so kann der Übergang unproblematischer verlaufen* (3);
- *Alle Mathematiklehrer im Tertiärbereich sollten neben ihrer mathematischen Qualifikation obligatorisch eine Lehrqualifikation für diesen Bereich haben, es sollten ihnen Lehrmethoden und Lehrstrategien bewusst gemacht werden* (21).

Idee 2: Extras: Übungen, Kurse, Lernhilfen, Betreuung, Leistungsklassen, Zeit (langsameres Tempo, Anpassungssemester, *Sommerschule) (56%)*

- *Das Lernzentrum der Universität so viel als möglich einbeziehen* (46).
- *Vermittle den Studienanfängern, effizient zu studieren. Lehre Sie, ein mathematisches Lehrbuch zu lesen, d.h. selbstständig Mathematik zu betreiben* (14).
- *Differenzierung der Studienanfänger, nicht am ersten Tag, aber etwa nach einem Monat.*

Basierend auf der Einschätzung des Studenten über sein eigenes Vermögen, seine Motivation und sein Grundwissen sowie auf Ergebnissen von der Schule und von der ersten Zeit an der Universität sollte der Student eine Möglichkeit haben, zwischen verschiedenen Richtungen zu wählen, die vielleicht zu demselben Ziel führen, aber mit verschiedenen Optionen zu Lehr- und Lernmethoden, der benutzten Zeit für den Lehrstoff und so weiter (57).

Idee 3: Verbessern der Kommunikation zwischen Schule und Hochschule (38%)

- *Bessere Kontakte zu Lehrern im Sekundarbereich, mit der Hoffnung, dass sich beide Seiten annähern und insbesondere mehr Informationen darüber, was von den Studenten erwartet wird und wie sie die beste Vorbereitung für ihre weiteren Studien wählen können* (26).
- *Wir müssen das Netzwerk zwischen Hochschul- und Schulmathematik auf allen Ebenen verbessern* (57).
- *Schüler des letzten Schuljahres in die Universität bringen, damit sie sehen, wie es dort ist* (36).

Idee 4: Mehr Beachtung der Mathematik-ausbildung an den Universitäten (18%)

- Mehr didaktische Forschung;
- Etablierung von Mathematik-Didaktik-Einheiten in den Mathematik-Bereichen;
- *Aufbau eines Zentrums mit dem Fokus auf der Mathematik/Statistik Ausbildung* (54);
- *Einbeziehung einer* Gruppe Mathematik-Didaktik *in die Mathematik-Bereiche. Solch eine Gruppe könnte: pädagogische Studien als anerkanntes Forschungsgebiet für Mathematiklehrende im Tertiärbereich legitimieren, reguläre Didaktik-Seminare im Fachbereich durchführen, junge Fakultäts-mitglieder in ihrer didaktischen Kompetenz unterstützen, Beiträge zu Mathematik-Didaktik Journalen schreiben, all das könnte die Kultur in den Fachbereichen beeinflussen* (21).

AUS DEUTSCHER SICHT

Auch in Deutschland ist der Mathematikunterricht an vielen Schulen stark auf das Rechnen und das Reproduzieren rezeptartig vermittelter Algorithmen gerichtet, während an den Hochschulen die Mathematikausbildung eine stärkere theoretische Grundlegung erfährt. In der Ingenieurmathematik geschieht das, dies belegen insbesondere die einschlägigen Lehrbücher auf diesem Gebiet, weniger durch eine Fokussierung auf mathematische Beweise als vielmehr durch eine systematische, schlüssige, verallgemeinernde und Zusammenhänge betonende Darstellung der Mathematik, welche auf das Verständnis für mathematische Konzepte zielt, die mathematischen Sachverhalte hinterfragt und plausibel begründet und die Voraussetzungen und Grenzen der Anwendbarkeit mathematischer Methoden aufzeigt. Ohne Zweifel ist die unterschiedliche Orientierung der Mathematikausbildung in Schule und Hochschule ein Grund für die Übergangsprobleme der Studienanfänger in diesem Fach. Viele Studierende versuchen, das in der Schule erfolgreich praktizierte Konzept, die Mathematik im Sinne eines Reiz-Reaktions-Schemas zu erlernen (z.B. Reiz: Extremwertaufgabe – Reaktion: die erste Ableitung der Funktion bilden), auf das Hochschulstudium zu übertragen, ohne den Anspruch zu entwickeln, tiefer in die theoretischen Zusammenhänge einzudringen.

Anfangstest in Elementarmathematik

In Anbetracht des hohen Stellenwertes, den das Rechnen und das Beherrschen formaler Techniken offenkundig in der Schule besitzen, mag es überraschen, dass bei einem beträchtlichen Anteil der Studienanfänger erhebliche Defizite auch in diesem Bereich beobachtet werden. Das zeigen die Ergebnisse eines Mathematik-Tests an der Hochschule Wismar, dem die Studierenden zu Beginn des ersten Semesters unterzogen werden. Mit dem Test werden seit einigen Jahren die Kenntnisse und Fertigkeiten der Studierenden in der Elementarmathematik bestimmt, um diesbezüglich die Leistungsstärke der Studienanfänger verschiedener Jahrgänge und Studiengänge zu vergleichen und gezielte Empfehlungen für die Teilnahme an Fördermaß-nahmen zu geben. Es handelt sich um einen einheitlichen Anfangstest für Studierende der Ingenieur- und Wirtschaftsstudiengänge, der insgesamt 10 Aufgaben aus den Bereichen

- Bruchrechnung,
- Prozent- und Zinsrechnung,
- Direkte Proportionalität,
- Termumformungen,
- Potenzgesetze,
- Lineare Gleichungen,
- Wurzelgleichungen,
- Lineare Funktionen,

umfasst. Die Bearbeitungszeit beträgt 45 Minuten. Technische Hilfsmittel sind nicht erlaubt. Für jede richtige Lösung erhalten die Teilnehmer einen Punkt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse des Anfangstests in den Studiengängen Verfahrens- und Umwelttechnik (VUT) und Maschinenbau (MB) seit dem Jahr 2002 (Tabelle 1).

Ergebnisse mit höchstens 50% der erreichbaren Punkte wurden in der Übersicht als unzureichend bewertet. Diese Wertung kann zwar nicht objektiv begründet werden, erscheint aber in Anbetracht des elementaren Charakters der Aufgaben angemessen. Der hohe Anteil Studierender mit unzureichenden Ergebnissen und die ablesbare Tendenz zur weiteren Verschlechterung sind sehr bedenklich. Es ist davon auszugehen, dass diese Studierenden größte Schwierigkeiten haben, einfachen Herleitungen in Vorlesungen und Übungen zu folgen. Selbst dort, wo sie die Grundideen mathematischer Methoden verstehen, scheitern sie an deren Umsetzung. Im Erfahrungsaustausch bestätigten Fachkollegen anderer deutscher Hochschulen, dass sie in ihrer Praxis ähnliche Beobachtungen machen mussten.

Befragung der Studierenden

Im Jahre 2004 wurden die Studierenden der beiden Studiengänge Verfahrens- und Umwelttechnik und Maschinenbau am Ende des ersten Semesters zu den Übergangsproblemen von der Schule zur Hochschule im Fach Mathematik befragt. Die Fragen und die am häufigsten auftretenden Antworten lauteten:

Frage 1: Welches sind ihrer Meinung nach die Ursachen für die *Lücke* zwischen Schul- und Hochschulmathematik?

- *Ursache : Unterschiede im Umfang/Niveau des Mathematikunterrichts bei verschiedenen Schultypen (32%)*;
- *Ursache 2: Weglassen/Verkürzen von Lehrstoff in der Schule (27%)*;
- *Ursache 3: Mangel an Fleiss und Studiendisziplin (27%)*;
- *Ursache 4: Hoher Abstraktionsgrad, komplizierte Sprache und viele Fachbegriffe an der Hochschule (16%)*;
- *Ursache 5: Länger zurückliegende Schulzeit, Vergessen des Erlernten (13%)*;
- *Ursache 6: Mehr Lehrstoff, höheres Tempo und weniger Zeit zum Üben an der Hochschule (11%).*

Die Nennung mehrerer Ursachen war möglich. Es ist ersichtlich, wie viel Prozent der Befragten die jeweilige Ursache genannt haben. 16% der Studierenden gaben an, keine Übergangsprobleme gehabt zu haben.

Tabelle 1: Ergebnisse des Anfangstests in den Studiengängen Verfahrens- und Umwelttechnik (VUT) und Maschinenbau (MB) seit 2002.

		Anzahl Studenten	In Prozent
Anfangstest 2002			
VUT	volle Punktzahl (10)	0	0,00
	sehr gut (9)	2	10,53
	mittel (8, 7, 6)	13	68,42
	unzureichend (<= 5)	4	21,05
	Summe:	19	100,00
MB	volle Punktzahl (10)	6	9,52
	sehr gut (9)	14	22,22
	mittel (8, 7, 6)	40	63,49
	unzureichend (<= 5)	3	4,76
	Summe:	63	100,00
Anfangstest 2003			
VUT	volle Punktzahl (10)	1	2,78
	sehr gut (9)	3	8,33
	mittel (8, 7, 6)	18	50,00
	unzureichend (<= 5)	14	38,89
	Summe:	36	100.00
MB	volle Punktzahl (10)	3	3,30
	sehr gut (9)	17	18,68
	mittel (8, 7, 6)	59	64,84
	unzureichend (<= 5)	12	13,19
	Summe:	91	100,00
Anfangstest 2004			
VUT	volle Punktzahl (10)	0	0,00
	sehr gut (9)	3	8,82
	mittel (8, 7, 6)	11	32,35
	unzureichend (<= 5)	20	58,82
	Summe:	34	100,00
MB	volle Punktzahl (10)	0	0,00
	sehr gut (9)	5	6,49
	mittel (8, 7, 6)	39	50,65
	unzureichend (<= 5)	33	42,86
	Summe:	77	100,00

Frage 2: Was könnte ihrer Meinung nach getan werden, um im Fach Mathematik den Übergang von der Schule zur Hochschule unproblematischer zu gestalten?

An den Schulen:

- *Vorschlag 1*: *Abstimmung des Lehrstoffes und Verbesserung der Kommunikation mit den Hochschulen (30%)*;

- *Vorschlag 2*: *Am Studienfach orientierte Spezialisierung in der Schule (22%)*;
- *Vorschlag 3*: *Einheitliche Lehrpläne/ Verbindliche Bildungsstandards (19%)*;
- *Vorschlag 4*: *Interesse am Fach Mathematik wecken (Anwendungsbezug, Rechnernutzung, Computer-algebrasysteme) (19%)*;
- *Vorschlag 5*: *Erhöhung der Wochenstundenzahl in Mathematik (14%)*;
- *Vorschlag 6*: *Nachhaltigerer Wissenserwerb (8%)*;
- *Vorschlag 7. Erhöhung des Anforderungsniveaus (5%).*

An den Hochschulen:

- *Vorschlag 1*: *Einführungsvorlesungen zum Auffrischen der Kenntnisse, Vorbereitungskurs, Brückenkurs (25%)*;
- *Vorschlag 2*: *Mehr Übungen (16%)*;
- *Vorschlag 3*: *Freiwillige Zwischentests (8%)*;
- *Vorschlag 4*: *Anpassen der Vorlesungen an den Wissensstand der Studierenden (8%)*;
- *Vorschlag 5*: *Verbesserung der Kommunikation mit den Schulen (6%)*;
- *Vorschlag 6*: *Eignungstests (6%)*;
- *Vorschlag 7*: *Verringerung des Tempos der Stoffvermittlung (6%).*

Es fällt auf, dass ein beträchtlicher Anteil der Studierenden mehr Zeit für das Fach Mathematik aufwenden möchte. Allerdings soll das in zusätzlichen Vorlesungen und Kursen passieren, d. h. mit der ständigen Begleitung durch eine Lehrperson. An der Hochschule Wismar wird das zur Zeit in Form von Brückenkursen praktiziert, die zur Auffrischung der Schulkenntnisse dienen, an welche die Lehrveranstaltung Mathematik für Ingenieure anknüpft. Die Ausweitung eines solchen Zusatzangebotes aufgrund einer wachsenden Zahl von Studienanfängern mit unzureichenden Vorkenntnissen stößt schon aus Kapazitätsgründen auf Grenzen und ist auch aus pädagogischer Sicht kein befriedigender Ansatz, weil dadurch der in der Schule eingeübte Stil der Wissensaneignung unter permanenter Steuerung und Kontrolle einer Lehrperson zementiert wird. Stattdessen sollten durch die Lehrenden Impulse gesetzt werden, die den Studienanfängern helfen, eine neue, hochschulgemäße Kultur des Lernens zu entwickeln, die durch Eigenverantwortung und Eigeninitiative geprägt ist. Auch dazu benötigen die Studierenden Angebote, die jedoch als eine Hilfe zur Selbsthilfe konzipiert sind. An der Hochschule Wismar werden zu diesem Zweck folgende Ansätze verfolgt:

- Entwicklung eines online-Brückenkurses Mathematik, der den Studienanfängern zur Vorbereitung auf das Studium dienen soll;
- Miniprojekte im Studienfach Mathematik zur Auffrischung der Schulkenntnisse;
- Online-Aufgabensammlung mit Lösungshilfen und Lösungen als zusätzliches Übungsangebot;
- Einsatz von Computeralgebrasystemen und Projektunterricht im Studienfach Mathematik zur Verbesserung der Studienmotivation und des Selbststudiums.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Wir überlassen die Schlussfolgerungen aus den Studien bewusst den Lesern. Die Antworten der Hochschullehrer auf die Befragung spiegeln deren eigene Lehrpraxis wider. Der Anfangstest und die Befragung der Studierenden an der Hochschule Wismar zeigen, dass die Studienanfänger Hilfe benötigen und erwarten. Gleichzeitig wird deutlich, dass die Probleme des Übergangs von der Schule zur Hochschule individuell verschiedene Ursachen haben können, die zum Teil mit mangelnden schulischen Vorkenntnissen, aber auch mit Lehr- und Lernstilen zu tun haben. Die Autoren fordern die Leser auf, den Übergangsproblemen von Studienanfängern im Fach Mathematik immer wieder die nötige Aufmerksamkeit zu widmen, die an anderen Universitäten mit Erfolg praktizierten Strategien aufzugreifen und einige der vorgeschlagenen Ideen an ihren eigenen Institutionen zu verwirklichen.

DANKSAGUNG

Allen Mitwirkenden dieser Studien möchten wir für die eingebrachten nützlichen Ideen und Vorschläge sehr herzlich danken. Nachfolgend führen wir die Namen der beteiligten Hochschullehrer ohne Titel und in alphabetischer Reihenfolge auf:
Mark Appelbaum, Kaye Academic College of Education, Israel; Halil Ardahan, Middle East Technical University, die Türkei; Bill Barton, University of Auckland, Neuseeland; Michel Beaudin, Ecole de Tecnologie Superienre, Kanada; Andy Begg, University of Auckland, Neuseeland; Nola Bernstein, University of the Witwatersrand, Südafrika; Murray Black, Auckland University of Technology, Neuseeland; John Boland, University of South Australia, Australien; Gerd Brandell, Lund University, Schweden; Jane Ewing, University of Technology Sydney, Australien; Ji Gao, Community College of Philadelphia, USA; Francine Grandsard, Vrije University, Belgien; Tay Eng Guan, Nanyang Technological University, Singapore; Brenda Hamlett, Edith Cowan University, Australien;

Doreen Hartnall, University of Waikato, Neuseeland; Victor Hermans, The Hague University, die Niederlande; Alena Hospesova, University of South Bohemia, Tschechien; Kenneth Houston, University of Ulster, Nordirland; Iain Huddleston, Manukau Institute of Technology, Neuseeland; Paola Iannone, University of East Anglia, VK; sieben Kollegen von Zlatko Jovanoski, University of New South Wales, Australien; Alexander Karp, St. Petersburg University of Education, Rußland; Kiyoshi Kawazu, Yamaguchi University, Japan; Asano Kazuo, Niigata University, Japan; Valery Konev, Tomsk Polytechnic University, Rußland; Galina Larionova, Chelyabinsk State Agroengineering University, Rußland; Miroslav Lovric, McMaster University, Kanada; Ivan Meznik, Technical University of Brno, Tschechien; Jarafshan Mistry, Manukau Institute of Technology, Neuseeland; Toshihiko Nishimoto, Kochi University of Technology, Japan; Jarmila Novotna, Charles University, Tschechien; Ann O'Shea, National University of Ireland, Maynooth, Irland; Antoni Pardala, Rzeszow University of Technology, Polen; Shirley Porter, Bay of Plenty Polytechnic, Neuseeland; Jack Price, California State Politechnic University, USA; Douglas Quinney, University of Keele, VK; Utkur Saidkarimov, University of World Economy and Diplomacy, Usbekistan; Gabriele Sauerbier, Wismar University of Technology, Business and Design, Deutschland; Milo Schield, Augsburg College Minneapolis, USA; Innokenti Semoushin, Ulyanovsk State University, Rußland; H.J. Smid, Delft University of Technology, die Niederlande; Susan Starkings, South Bank University, VK; Lynn Steen, St. Olaf College, USA; Mourat Tchoshanov, College of Education El Paso, USA; Igor Tkachenko, Polytechnical University of Valencia, Spanien; Anant W. Vyawahare, Indien; Joji Watanabe und seiner drei Kollegen, the Mathematics Certification Institute of Japan, Japan; Keith Weber, Murray State University, USA; Juergen Wolfart, University of Frankfurt, Deutschland; Menq-Jiun Wu, National Changhua University of Education, Taiwan; Lee Peng Yee, Nanyang Technological University, Singapore; Tatyana Zverkova, Odessa National University, Ukraine.

REFERENZEN

1. Tall, D.O., From school to university: The transition from elementary to advanced mathematical thinking. In: Thomas, M. (Hrsg.), *Proc. 7th Conf. of the Australasian Bridging Mathematics Network*, Auckland, Neuseeland, 1-20 (1997).
2. Crawford, K., Gordon, S., Nicholas, J. und Posser, M., Conceptions of mathematics and how it is learned: the perspectives of students entering university. *Learning and Instruction*, 4, 331-345 (1994).
3. Barnard, D., The transition to mathematics at university: students' views. *New Zealand J. of Mathematics*, 32 Supplementary Issue, 1-8 (2003).
4. Anthony, G., Factors influencing first year students' success in mathematics. *Inter. J. of Mathematics Educ. in Science and Technology*, 31, **1**, 3-14 (2000).
5. Leamson, R., *Thinking About Teaching and Learning: Developing Habits of Learning with First Year College and University Students*. Stoke-on-Trent: Trentham Books (1999).
6. Gruenwald, N., Klymchuk, S.S. und Jovanoski, Z., Investigating the ways of reducing the gap between the school and university mathematics: an international study. *Proc. PME-27*, Hawaii, USA, 1, 238 (2003).
7. London Mathematical Society, Institute of Mathematics and its Applications und Royal Statistical Society, Tackling the Mathematics Problem. London: London Mathematical Society (1995), www.lms.ac.uk/policy/tackling/report.html
8. Zevenbergen, R. und Begg, A., *Theoretical framework in educational research*. In: Coll, R.K. et al (Hrsg.), Same Papers. Hamilton, 170-185 (1999).
9. Piaget, J., *The Equilibrium of Cognitive Structures.* Cambridge: Harvard University Press (1985).
10. Tall, D.O., *Reflections*. In: Tall, D.O. (Hrsg.), Advanced Mathematical Thinking. Delft: Kluwer, 251-259 (1991).
11. Tall, D.O., *The Psychology of Advanced Mathematical Thinking.* In Tall, D.O. (Hrsg.), Advanced Mathematical Thinking. Delft: Kluwer, 3-21 (1991).
12. Tall, D.O., Mathematical growth in elementary and advanced mathematical thinking. *Proc. PME-19*, Recife, Brasil, 1, 61-75 (1995).
13. Pinto, M.M.F. und Tall, D.O., Following student's development in a traditional university classroom. *Proc. PME-25*, Utrecht, die Niederlande, 4, 57-64 (2001).
14. D'Souza, S. und Wood, L., Rationale for collaborative learning in first year engineering mathematics. *New Zealand J. of Mathematics*, 32, Supplementary Issue, 47-55 (2003).
15. Gruenwald, N. und Klymchuk, S.S., Using counter-examples in teaching Calculus. *The New Zealand Mathematics Magazine*, 40, **2**, 33-41 (2003).

BIOGRAPHIEN

Norbert Grünwald ist promovierter Mathematiker, Professor für Mathematik/ Operation Research und seit September 2002 Rektor der Hochschule Wismar. Vor seiner Berufung an die Hochschule Wismar im Jahre 1992 arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Deutschen Seereederei Rostock, an der Hochschule für Seefahrt Warnemünde/Wustrow und an der Universität Rostock. Seine Publikationen beschäftigen sich hauptsächlich mit Fragen der Graphentheorie und mit moderner Gestaltung des Mathematikunterrichtes in der Ingenieurausbildung. Prof. Dr. Grünwald engagiert sich stark in der Organisation und Durchführung mathematischer Wettbewerbe in Deutschland und weltweit. Er ist Mitglied in der Deutschen Mathematikervereinigung, der International Liaison Group on Engineering Education (ILG-EE), des UNESCO International Centre for Engineering Education (UICEE) und dort seit 2003 *Deputy Chairman of the UICEE Academic Advisory Committee*.

Andreas Kossow studierte Mathematik an der Universität Rostock und promovierte 1981 auf dem Gebiet der Diskreten Mathematik. Im Jahr 1987 erwarb er den akademischen Grad Dr. Ing.-habil. auf dem Gebiet der Zuverlässigkeitstheorie. Sein Forschungsinteresse gilt der angewandten Wahrscheinlichkeitstheorie. Er ist Professor für Mathematik am Fachbereich Maschinenbau/Verfahrens- und Umwelttechnik der Hochschule Wismar, Mitautor mehrerer Hochschullehrbücher und verfügt über eine mehr als zwanzigjährige Erfahrung in der Mathematikausbildung von Ingenieurstudenten.

Gabriele Sauerbier ist Lehrkraft für Mathematik am Fachbereich Maschinenbau/Verfahrens- und Umwelttechnik der Hochschule Wismar. Im Jahr 1982 beendete sie ihr Studium an der wissenschaftlichen Universität (ELTE) Budapest, Ungarn als Diplomlehrerin für Mathematik und Physik, 1988 promovierte sie an der Pädagogischen Hochschule Güstrow mit einer Arbeit zu Pro-p-Gruppen und LIE-Algebren. Nach einer kurzen Tätigkeit an der Universität Rostock, arbeitete sie bis 2002 in der PNP Luftfedersysteme GmbH zu theoretischen Fragestellungen, Simulationen und messtechnischen Auswertungen von Schwingungssystemen. Engagiert setzt sie sich für eine moderne, anwendungsorientierte Mathematikausbildung, auch unter Einsatz von Computern (*Matlab*) der Ingenieurstudenten ein.

Sergiy Klymchuk ist promovierter Mathematiker und Dozent am Fachbereich für Angewandte Mathematik der *Auckland University of Technology*, Auckland, Neuseeland. Er studierte und lehrte zunächst in Odessa, Ukraine. Insgesamt hat er 24 Jahre Erfahrungen in der Lehre von Hochschulmathematik in verschiedenen Ländern. Im Jahr 1988 promovierte er zu asymptotischen Methoden für Differentialgleichungen. Gegenwärtig liegen seine Hauptforschungsinteressen in der Mathematikausbildung. Zur Zeit ist er federführend an einer Studie zur effektiveren Lehre der Modellbildung und deren Anwendungen für Ingenieurstudenten, einer weiteren zur Nutzung von Gegenbeispielen in den Grundlagenkursen zur Analysis und einer breiten international angelegten Studie zum Übergang von der Schul- zur Hochschulmathematik beteiligt. Dr. Klymchuk ist Autor mehrerer Bücher zur Popularisierung der Mathematik.

4th Global Congress on Engineering Education: Congress Proceedings

edited by Zenon J. Pudlowski

This volume of Congress Proceedings comprises papers submitted to the *4th Global Congress on Engineering Education*, which was held at Menam Riverside Hotel, Bangkok, Thailand, between 5 and 9 July 2004, with King Mongkut s University of Technology Thonburi (KMUTT), Bangkok, as the principal co-sponsor and co-organiser. The chief objective of this Congress was to bring together educators, professional organisations and industry leaders from around the world so as to continue discussions tackling important and contemporary issues, problems and challenges in engineering and technology education.

The papers in these Proceedings present international research and development activities with three opening addresses, 10 keynote addresses, nine lead papers and almost 50 regular papers, which have been contributed by authors from 25 countries across the globe. The papers present readers with a significant source of information on a wide spectrum of issues and topics in engineering and technology education. They showcase findings describing innovation and best practice in engineering education, multimedia and the Internet in engineering education, new trends and approaches to engineering education, effective methods in engineering education, the development of new curricula in engineering education, international case studies in engineering education and training, social and philosophical aspects of engineering, quality issues, accreditation and the international mobility of staff and students, as well as current research and development activities in engineering education at the KMUTT and the UICEE.

The 4th Global Congress can be characterised as a strong academic event; most papers in these Proceedings were found to be of a very high academic standard. Furthermore, all papers have gone through a strict refereeing process to ensure their future relevance for engineering educators, academics and students.

To purchase a copy of the hardbound Congress Proceedings, a cheque for $A120 (+ $A10 for postage within Australia, and $A20 for overseas postage) should be made payable to Monash University - UICEE, and sent to: Administrative Officer, UICEE, Faculty of Engineering, Monash University, Clayton, Victoria 3800, Australia. Tel: +61 3 990-54977 Fax: +61 3 990-51547

Please note that Australian purchasers must also pay GST.