
Mathematik-Vorkenntnisse von Studienanfängern der Ingenieurwissenschaften

Erlangen, 18.9.2008

Prof. Dr. Heiko Knospe, FH Köln

Inhalt:

- Eingangstest Mathematik und die Ergebnisse
- Schulmathematik und die Ursachen
- Blick in die Niederlande und nach Finnland
- Konsequenzen
- Forderungen

Mathematik Eingangstest FH/NRW

- **Was ist der Eingangstest ?**
 - Veranstalter ist der Arbeitskreis Ingenieurmathematik an FHs in NRW
 - Jährlich zu Beginn des Wintersemesters seit 2002
 - Studienanfänger in Ingenieurwiss., Informatik u.ä.
 - 10 Aufgaben zu Grundlagen-Kenntnissen
 - Lösen von Gleichungen und Termumformungen
 - Rechnen mit Exponenten und Logarithmen
 - Quadratische Gleichungen
 - Einfache Lineare Gleichungssysteme
 - Graphen von Funktionen
 - Geradengleichung
 - Elementare Geometrie

Mathematik Eingangstest FH/NRW

- **Schwerpunkt bei grundlegenden Mathematik Kenntnissen und Fertigkeiten**
- **Gleiche Bedingungen**
 - vor inhaltlichem Beginn der Mathematik- Vorlesung
 - Erstsemester und Wiederholer
 - nach evtl. Vorkursen
 - keine Hilfsmittel
 - Bearbeitungszeit 45 Minuten
 - 1 Punkt je Aufgabe bei vollständig richtigem Ergebnis
- **In der Regel nur zur Information und Beratung, keine direkten Konsequenzen**

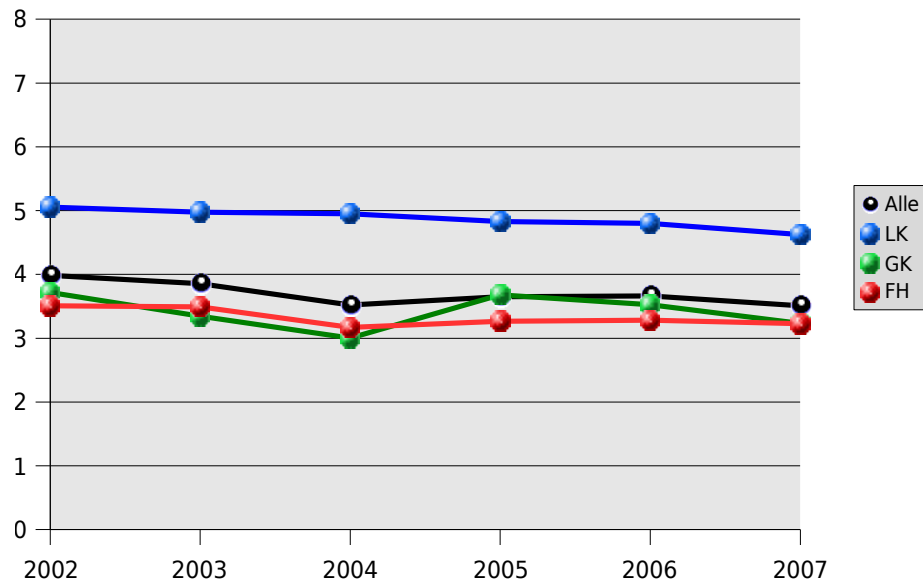
Weitere Tests vor/zum Studienbeginn

- **Mathematik Kenntnistest der Hochschule Esslingen**
- **Mathematik Eingangstests der FH Bochum, FH Koblenz, HS Wismar**
- **Self-Assessment International von 9 technischen Universitäten (TU9)**
- **TestAS (Studierfähigkeitstest für ausländische Studierende)**
- **Informatik-Eignungstest der LMU München**
- **Borakel Beratungstool für Studieninteressierten der Universität Bochum**
- **MathematikPool NRW Selbsttest**
- **USA: Graduate Record Examination (GRE) und GMAT Tests für Master und MBA Studium**
- **u.a.**

Ergebnisse des Eingangstests FH/NRW

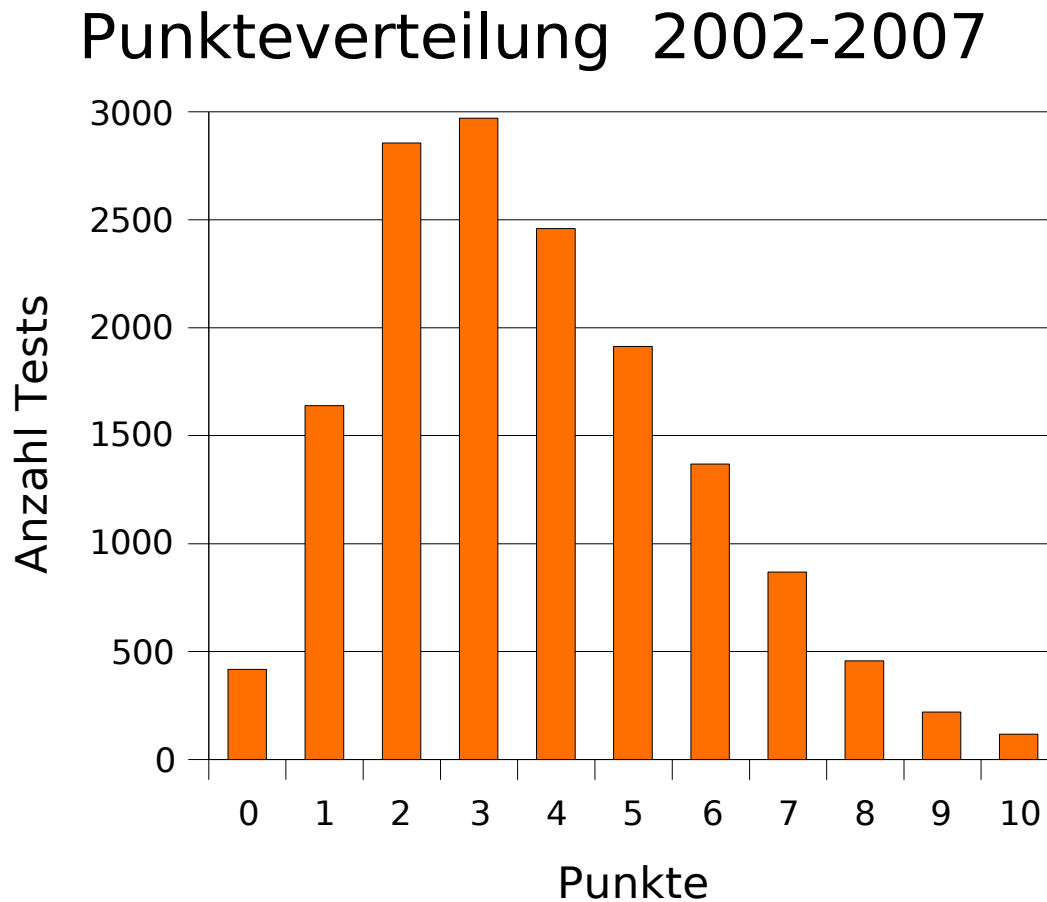
- **Jährlich ca. 2500 Tests, insgesamt über 15.000**
- **Seit 6 Jahren sehr schwache Ergebnisse**
 - Alle Studierende im Mittel < 4/10 Punkten
 - Studierende mit Abi und LK Mathe im Mittel < 5/10 Punkten
 - Leicht abnehmende Tendenz von 2002 bis 2007

Mittlere Punktzahl (von max. 10)



Punkteverteilung

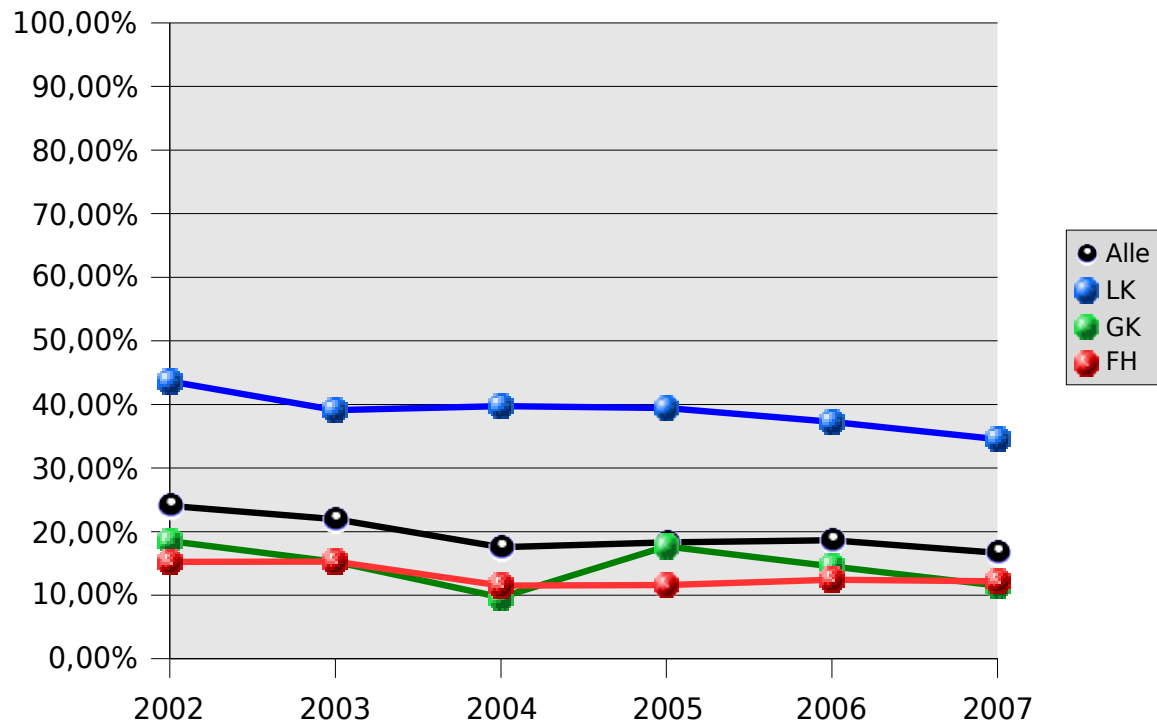
- **Median bei 3, Häufung bei 2 bis 4 Punkten**
- **Sehr kleiner Anteil mit hoher Punktzahl**



Anteil der mindestens ausreichenden Tests

- Inzwischen erreichen unter 20 % der Teilnehmer mindestens 6 von 10 Punkten (Studierfähigkeit)
- Bei Abi/LK Mathe Studierenden Anteil unter 40 %

Anteil Tests ≥ 6 Punkte



Situation

- **Mathematik-Kenntnisse zu Beginn des Ingenieur- oder Informatikstudiums häufig unzureichend**
- **Vorgelagerte Bildungseinrichtung: Schule**
- **Studierende haben durchaus zufriedenstellende Mathematik-Noten erreicht**
 - Fehleinschätzung der eigenen Mathe-Kompetenzen
- **Mathematik-Unterrichts orientiert sich nicht mehr den Anforderungen der Hochschulen in MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) Fächern**
- **Probleme betreffen Durchschnitts-Studierende**
 - Bei Mathematik-Studierenden und Leistungsspitze weniger sichtbar
 - Betrifft z.B. eine größere Gruppe der Ing/Inf Studenten und FH-Anteil
 - Hindernis auf dem Weg zu mehr Studierenden und Absolventen in den MINT Fächern

Ursachen

- **Länderspezifische Unterschiede, aber allgemeine Tendenzen**
- **Schul-Mathematik: Wechsel von abstrakten zu alltagssorientierten Problemstellungen**
 - Abstrakte Mathematik sowie formale und symbolische Elemente bilden kein Schwerpunkt mehr
 - Starker Anwendungsbezug, Bezug zu Alltagssituationen
 - Entwicklung von „Problemlösekompetenz“
 - Mathematischer Kern dieser Anwendungsprobleme oft bescheiden
- **Verzicht auf gründliche Einübung**
- **Früher Einsatz von Taschenrechner/CAS und kontinuierliche Verwendung**
 - Unkritischer Einsatz auch bei einfachsten Rechnungen
 - Teilweise unnötige Rundungen und Verwendung numerischer Werte
 - Fehlende Übung für symbolischen Rechnungen

Vergleich: Niederlande

- **Reform und Implementierung einer alltagsorientierten Schul-Mathematik**
 - Realistic Mathematics Education (Freudenthal-Didaktik)
 - Einfluss auch auf Mathematik-Unterricht in NRW
- **PISA/TIMSS in den Niederlanden:**
 - Sehr gute Resultate bei Kontext-Aufgaben
 - Probleme mit einfachen Rechenaufgaben
- **2006 Protest von Studierenden gegen das niedrige Niveau des Mathematik-Unterrichts**
 - Offener Brief „Lieve Maria“ an die Bildungs- und Wissenschaftsministerin Maria van der Hoeven
 - 10.000 Unterschriften

Vergleich: Niederlande

- **Einsetzung einer Expertengruppe (resonansgroep wiskunde), die Ende 2006 u.a. empfahl:¹**
 - Sorge zu tragen, dass die Rechenfertigkeiten und der Umgang mit mathematischen Ausdrücken wieder als roter Faden durch den gesamten Mathematik-Unterricht laufen
 - Die Verwendung von elektronischen Hilfsmitteln, insbesondere grafische Rechner, im zentralen schriftlichen Examen nur bei Aufgaben der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik zu erlauben
 - Die Rolle von Kontexten im Mathematik-Unterricht zu überdenken
- **Diskussionen und ab 2007 / 2011 Änderungen in den Lehrplänen und den Prüfungen**
 - Insbesondere mehr Fokus auf algebraische Fertigkeiten („Explicietere aandacht voor reken- en algebraïsche -vaardigheden“)

¹ Eigene Übersetzung

Vergleich: Finnland

- **Hoher Stellenwert der Schulbildung**
- **Einführung der „Everyday Life Mathematics“ im Schulunterricht**
- **Sehr gute PISA Ergebnisse: Platz 1**
- **TIMSS und andere Studien: unterdurchschnittliche Kenntnisse in Algebra und Geometrie**
- **2005 Offener Brief von über 200 Professoren und Lehrern:**
 - „The PISA Survey tells only a partial truth of Finnish children's mathematical skills“
 - Probleme mit elementarer Algebra, Termumformungen etc.
 - Warnungen speziell von Dozenten an Technischen Universitäten und Polytechnischen Hochschulen (FHs)
- **Weiterentwicklungen des Curriculums**
 - Höherer Stellenwert mathematischer Strukturen

Bedeutung der abstrakten Mathematik

- **Studie „The Advantage of Abstract Examples in Learning Math“ (Science 2008)**
 - Untersuchung zum Lernerfolg: abstrakte, generische Lerninhalte vs. konkrete, anwendungsbezogene Beispiele
 - Transfer-Fähigkeit bei abstrakter Vermittlung signifikant höher
 - Konkrete Beispiele können häufig nicht auf neue Situationen übertragen werden
- **Steigende Bedeutung abstrakter Strukturen auch in den Ingenieurwissenschaften, z.B.**
 - Algebra in der Kodierungstheorie
 - Zahlentheorie in der Kryptographie
 - Diskrete Mathematik für Optimierungsaufgaben

Konsequenzen

- **Hochschulen investieren zunehmend in Mathematik-Vorkurse, Brückenkurse, Tutorien, Online-Unterstützung u.a.**
- **Weniger genuiner Hochschulstoff und teilweise Niveaurückgang zumindest im 1. Semester**
- **Große Leistungsunterschiede in den Kursen**
- **Hoher Anteil nicht bestandener Prüfungen**
- **Verlängerung der Studienzeiten**
- **Hohe Abbrecher-Quote**
 - speziell Ingenieurwissenschaften an FHs (HIS Studie Mai 2008)
- **Zu geringe Zahl an Hochschulabsolventen in Deutschland**
 - OECD Studie 2008

Forderungen

- **Mehr abstrakte Mathematik im Unterricht statt Pseudo-Anwendungen**
- **Mehr Zeit für symbolische Rechenaufgaben**
 - Erwerb von nachhaltigen Grundkenntnissen
- **Mathematik-Unterricht muss sich auch an Erfordernissen der MINT Fächer orientieren**
 - nicht nur einige naturwiss. Gymnasien und Leistungsspitze!
 - Schule ist auch Dienstleister für Abnehmer an Hochschulen
- **Verpflichtende Eingangstests an Hochschulen, kombiniert mit Unterstützungsangeboten**
 - Vorsemester ohne Anrechnung auf die Regelstudienzeit

Forderungen

- **Gemeinsame Lernziele und Standards, die das Niveau der Hochschul-Mathematik garantieren**
 - Abwärtsspirale vermeiden
 - Vergleichbarkeit gewährleisten, Vertrauen in Noten und Abschlüsse sichern
 - Mathe-Zertifikate als anerkannter Nachweis ?
- **Investition in qualitativ und didaktisch hochwertige, modular aufgebaute Unterrichtsmaterialien**
 - z.B. Grundlagen der Analysis und der Linearen Algebra werden in Hunderten von Lehrveranstaltungen vermittelt
 - Wiederverwendbarkeit
 - Multimedia-Einsatz, Lernplattformen

Prof. Dr. Heiko Knospe
Fachhochschule Köln
Fakultät für Informations-, Medien- und Elektrotechnik
Institut für Nachrichtentechnik
Betzdorfer Str. 2
D-50679 Köln

Tel. (0221) 8275-2440
<mailto:heiko.knospe@fh-koeln.de>
<http://www.nt.fh-koeln.de/fachgebiete/mathe/knospe/>