

---

# Mathematik an der Schnittstelle zwischen Schule und Hochschule - Probleme und Perspektiven

Prof. Dr. Heiko Knospe, Fachhochschule Köln

Soest, 26.9.2009

# Mathematik an der Schnittstelle Schule - Hochschule

---

- **Zur Person**

- Mathematiker (Diplom Uni Köln, Promotion Uni Münster)
- Industrietätigkeit Telekom (Schwerpunkt Mobilfunk, IT-Sicherheit)
- FH-Professur FH Köln, Institut für Nachrichtentechnik
- Fächer: Mathematik, Kryptographie, IT-Sicherheit

- **Motivation für das Thema**

- Jährlich Mathematik-Lehrveranstaltungen für Studienanfänger
- Diskrepanz Vorkenntnisse – Anforderungen
- Ziel: Inhaltliche Standards sichern und höhere Erfolgsquote

- **Aktivitäten für das Thema**

- Arbeitskreis Ingenieurmathematik, Eingangstest FH/NRW
- Einige Presse-/Konferenzbeiträge, Sicht eines Hochschulpraktikers

# Mathematik an der Schnittstelle Schule - Hochschule

---

- **Themen des Vortrags**
  - **Mathematik-Schwächen von Studienanfängern:  
Schwarzmalerei oder ein nachweisbares Phänomen ?**
  - **Welche Mathematik-Kenntnisse benötigen Schulabgänger ?**
  - **Änderungen der inhaltlichen Schwerpunkte der Hochschul-  
Mathematik**
  - **Rolle der Mathematik-Software und Anforderungen der  
Hochschulen an Rechenfertigkeiten**
  - **E-Learning / Blended Learning und Entwicklungen**

# Mathematik bei Studienanfängern

---

- **Welche Studienfächer benötigen Mathematik ?**
  - **MINT Fächer**
    - **Mathematik** (natürlich)
    - **Informatik**
    - Naturwissenschaften, insbes. **Physik**, aber auch Chemie, Biologie, Geographie
    - Ingenieurwissenschaften / technische Fächer, z.B. **Elektrotechnik, Maschinenbau**
  - Weitere Fächer (geringerer Umfang, z.B. nur Grundlagen, Statistik)
    - Wirtschaftswissenschaften
    - Sozialwissenschaften
    - Medizin

# Mathematik-Probleme: Schwarzmalerei ?

---

- **Situation an den Hochschulen**

- Mathe-Probleme bei vielen Studienanfängern werden vermutet oder festgestellt
- Hoher Anteil mangelhafter Mathematik-Prüfungen, speziell in den ersten beiden Semestern
- Hohe Abbrecher-Quote (z.B. Ingenieurwissenschaften / FH)

- **Maßnahmen**

- Vorkurse Mathematik an fast allen Hochschulen
- Semesterbegleitende Tutorien
  - in NRW vorwiegend durch Studiengebühren finanziert
- Online-Angebote zu Mathematik-Grundlagen

- **Diskussionen über Niveau und Inhalte; Hintergrund auch: Leistungsorientierung der Hochschulen**

# Mathematik- Eingangstest FH/NRW

---

- **Veranstalter: Arbeitskreis Ingenieurmathematik an FHs in NRW**
- **Jährlich zu Beginn des Wintersemesters (seit 2002)**
- **Studienanfänger der Ingenieurwissenschaften, 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
    - Geradengleichungen
    - Elementare Geometrie

# Mathematik- Eingangstest FH/NRW

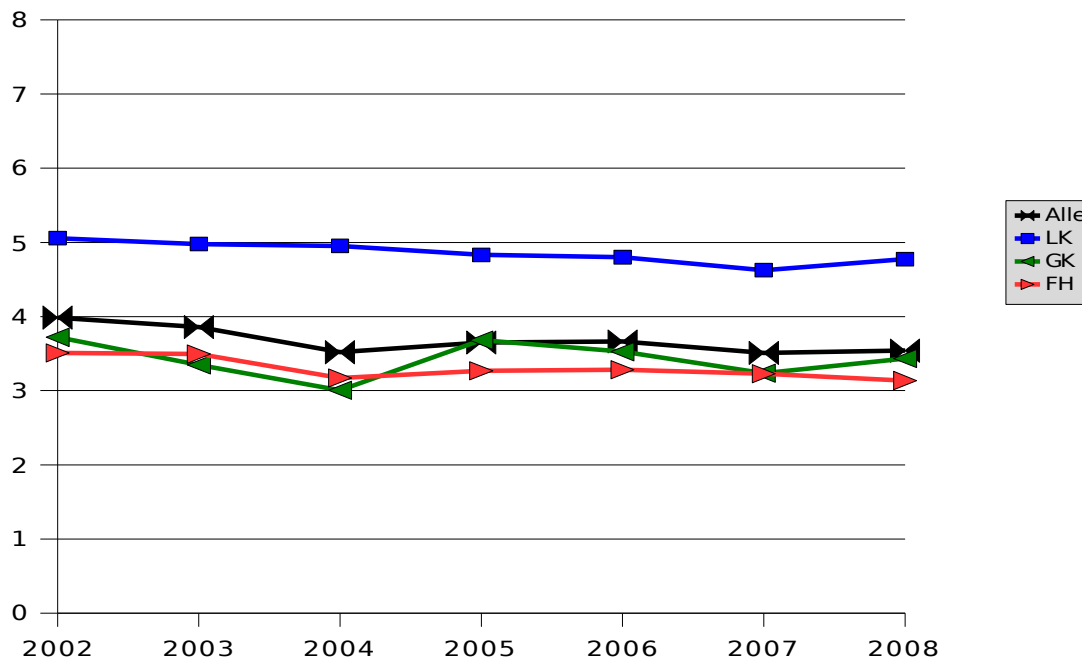
---

- **Schwerpunkt bei grundlegenden symbolischen Kenntnissen, Rechenfertigkeiten und Geometrie, keine umfassenden Problemlösungen**
- **In der Regel nur zur Information, Beratung und Planung von unterstützenden Maßnahmen**
- **Test dokumentiert erhebliche Lücken**
  - Termumformungen, z.B. Brüche
  - Potenzen und Logarithmen
  - Lösen von Gleichungen
  - Verständnis von Graphen elementarer Funktionen
  - Geometrie, z.B. Geradengleichungen

# Ergebnisse des Eingangstests FH/NRW

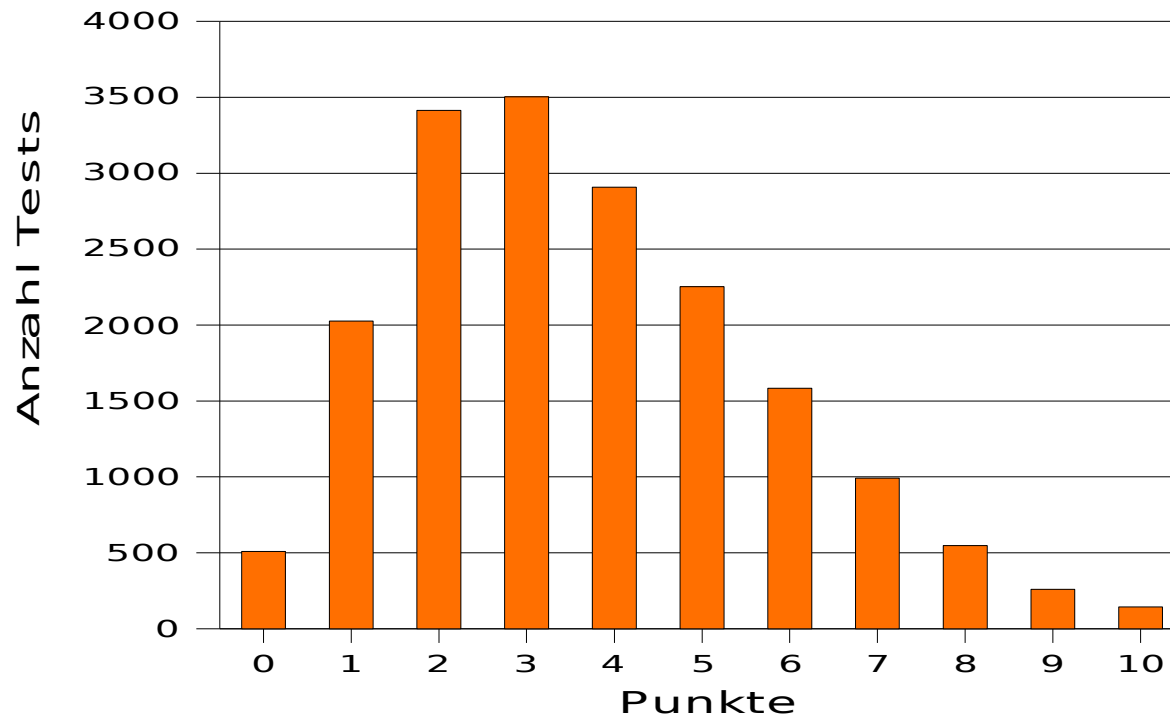
- **Jährlich ca. 2500 Tests, insgesamt über 18.000**
- **Seit 7 Jahren alarmierend schwache Ergebnisse**
  - Alle Studierende im Mittel  $< 4/10$  Punkten
  - Studierende mit LK Mathe signifikant besser, aber nur  $< 5/10$  Punkte

Mittlere Punktzahl (von max. 10)



# Punkteverteilung

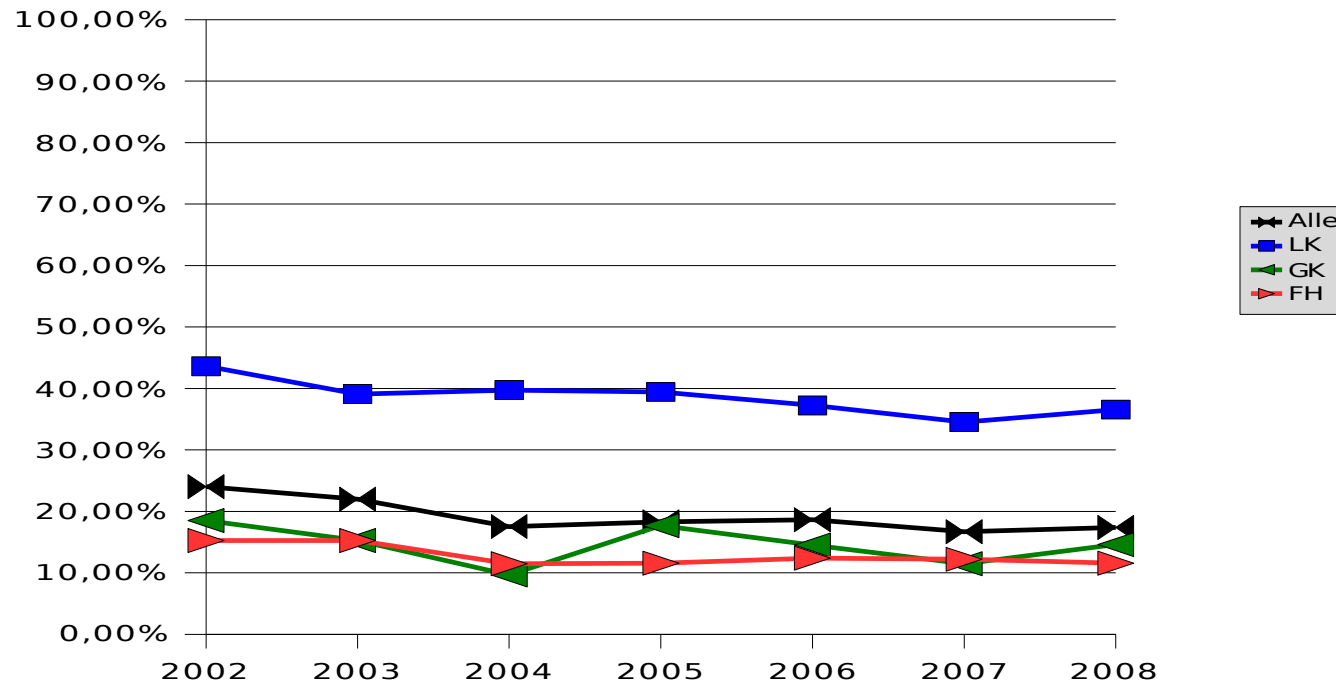
- Median bei 3, Häufung bei 2 bis 4 Punkten
- Sehr kleiner Anteil mit hoher Punktzahl



# Anteil der mindestens ausreichenden Tests

- **Unter 20 % der Teilnehmer mindestens 6 von 10 Punkten**
- **Bei Abi/LK Mathe Studierenden Anteil unter 40 %**

Anteil Tests  $\geq 6$  Punkte



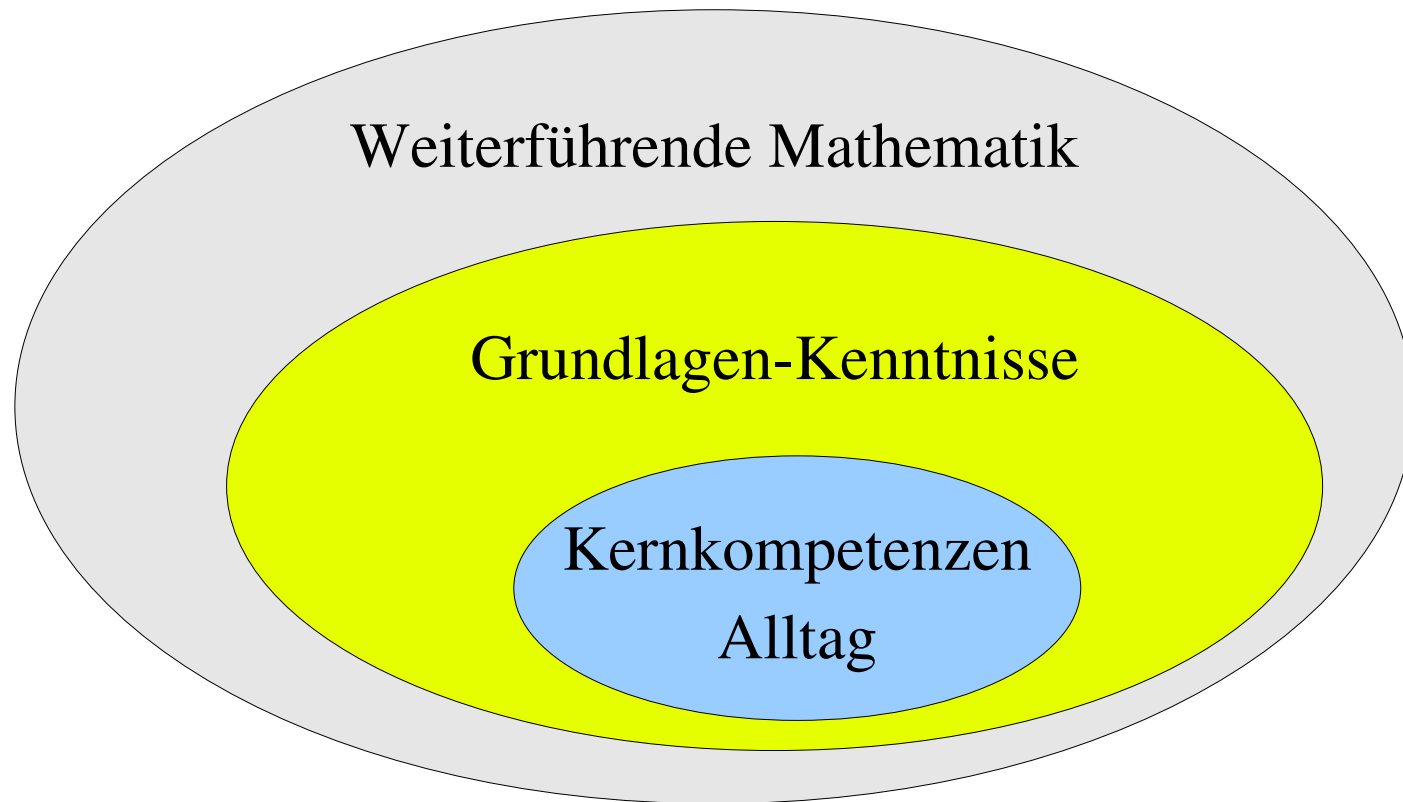
# Mögliche Ursachen

---

- **Schul-Mathematik: Wechsel von abstrakten zu anwendungs- und alltagssorientierten Problemstellungen**
  - Abstrakte Mathematik sowie formale und symbolische Elemente bilden kein Schwerpunkt mehr
  - Realistic Mathematics Education. Ziel: Mathematical Literacy
  - Anpassung an PISA Aufgabentypen
  - Mathematischer Kern der behandelten Anwendungsprobleme z.T. bescheiden
- **Verzicht auf bestimmte Inhalte**
- **Keine gründliche Einübung (fehlende Rechenpraxis)**
- **Früher Einsatz von Taschenrechnern/CAS und zum Teil unkritische Verwendung**

# Anforderungen an die Kenntnisse der Schulabgänger

- **Mathematik Kernkompetenzen für den Alltag**
- **Grundlagen-Kenntnisse für Hochschulfächer mit Mathematik-Bezug und bestimmte Berufe**



# Mathematik Kernkompetenzen Alltag

---

- Zahlen und grundlegende Rechenregeln, Schreibweisen, Größenordnungen, sehr große und sehr kleine Zahlen, Abschätzen von Ergebnissen
- Einheiten von Größen und Umrechnung
- Prozent- und Zinsrechnung, Verhältnisse von Zahlen
- Elementare Geometrie der Ebene und des Raumes
- Funktionaler Zusammenhang, Wertetabellen, Graphen
- Grundlagen über Gleichungen und Lösungen
- Grundverständnis über Zufallsereignisse, statistische Daten, Wahrscheinlichkeiten, Mittelwert, Fehler, Streuung

# Mathematik Grundlagenkenntnisse für Hochschule & Beruf

---

- Mengen, Mengenoperationen, Abbildungen
- Variablen, Terme und ihre Umformungen, Klammerregeln, Faktorisieren, Rechnen mit Brüchen, Potenzen, Wurzeln, Logarithmen
- Lösen von Gleichungen, Umformungen, Fallunterscheidungen, Probe, quadratische Gleichungen, Ungleichungen
- Elementare Funktionen inkl. Polynome, gebr. rationale Funktionen, Trigonometrische Funktionen, Exp- und Log-Funktionen, Definitions-, Wertebereich und Graphen, Umkehrfunktionen
- Differentialrechnung für Funktionen einer Variablen
- Ebene Geometrie, Strahlensatz, Winkel, Dreieck, Trigonometrie, Viereck, Kreis, einige Körper, Volumen, Oberfläche
- Vektorrechnung, Geraden, Ebenen, lineare Gleichungssysteme

Beispiele:

- Integralrechnung
- Differentialrechnung mehrerer Variabler
- Numerische Verfahren
- Statistik
- Algebraische Strukturen, (Lineare) Algebra
- Diskrete Mathematik

# Änderungen der inhaltlichen Schwerpunkte ?

---

- **Einführung Bachelor / Master**
  - Reduktion und Fokussierung der Mathematik im Bachelor
  - Abnehmendes Interesse an umfassender Grundlagenausbildung, z.B. in Analysis
  - Aber: weiter hoher Mathematik-Bedarf, z.B. in Informatik und den Ingenieurwissenschaften
- **Neue Schwerpunkte ?**
  - Abhängig vom Fach, z.B.
  - Informatik:
    - Diskrete Mathematik, Algebra und Zahlentheorie
    - Teilweise Verzicht auf Analysis-Inhalte
  - Naturwissenschaften:
    - Scientific Computing, Simulationen, Optimierung

# Rolle der Mathematik-Software

---

- **Leistungsfähige CAS und Mathematik-Software verfügbar**
  - Vielzahl von Produkten, Programmen, Bibliotheken, Online-Anwendungen
  - Zum Teil kommerzielle Produkte
  - Teilweise relativ komplexe Bedienung und Programmierung
- **Große Bedeutung für Mathematik-Anwendungen in der Praxis**
- **Einsatz insbesondere bei Teilproblemen mit bekannten und bereits implementierten Lösungsalgorithmen**
- **Innovation aber durch neue, veränderte oder optimierte Algorithmen und Lösungen**

- **Kombination von Methoden und Hilfsmitteln zur Problemlösung, auch Computereinsatz**
- **Software kann nicht in jeder Phase eingesetzt werden**
- **Präparation und Bearbeitung der Probleme erforderlich**
- **Verständnis der Annahmen und Einschränkungen**
- **Kritische Interpretation der Ergebnisse**

# Sind Anforderungen an Rechenfertigkeiten zeitgemäß ?

---

- **Symbolische Rechenfertigkeiten von Hochschulen weiter gefordert**
- **Abstrakter Zugang einschließlich der formalen und symbolischen Elemente**
- **Gründliche Übung erforderlich, insbesondere im mittleren und unteren Leistungsbereich**
  - Entwicklungschancen für diese Schüler/innen im technischen Bereich sichern
- **Zurückhaltender Computereinsatz:**
  - Zeitaufwand berücksichtigen
  - Kann das Verständnis von Zusammenhängen und die Abstraktion erschweren
  - Software-Bedienung kein wichtiges Unterrichtsziel
  - Tools wechseln, Grundlagen bleiben

# E-Learning und Blended Learning

---

- **Blended Learning : Verknüpfung von Präsenzveranstaltungen und Selbstlernphasen mit Online-Material**
- **Große Unterschiede bzgl. des Einsatzes an Hochschulen**
- **Investition in qualitativ und didaktisch hochwertige, modular aufgebaute Online-Materialien sinnvoll**
  - für Vorkurse
  - z.B. für Grundlagen der Analysis und der Linearen Algebra, die in Hunderten von Lehrveranstaltungen vermittelt werden
  - Wiederverwendbarkeit
  - Multimedia-Einsatz, Lernplattformen
- **Initiativen der Industrie**
  - z.B. Cisco Networking Academy, auch Zusammenarbeit mit Schulen und Hochschulen

# Entwicklungen Lernformen und Standardisierung

---

- **Selbstverständlicher Umgang der Studierenden mit neuen Medien**
- **Blended Learning an Hochschulen mit hohem E-Learning Anteil**
- **Zusammenarbeit bei Plattformen und Inhalten anstelle von Individual-Entwicklungen**
- **Gemeinsame Lernziele und Standards, die das Niveau der Hochschul-Mathematik garantieren**
  - Hochwertige Bildungsangebote
  - Abwärtsspirale vermeiden
  - Vergleichbarkeit gewährleisten, Vertrauen in Noten und Abschlüsse sichern
  - Mathematik-Zertifikate als anerkannter Nachweis ?

**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/>**