



University of Applied Sciences

HOCHSCHULE
EMDEN•LEER

Mathematik – Schlüssel zum MINT-Erfolg

Dirk Rabe, Hochschule Emden/Leer*

*unter Mitwirkung von Luz Ezcurra, Prof. Maria Krüger-Basener

1. Welche Voraussetzungen sind beim Studienbeginn erforderlich?
2. Wie bereiten die Bildungsstandards und die daraus resultierenden Regelungen (Kerncurriculum, hilfsmittelfreier Teil im Abitur u.a.) darauf vor?
3. Wie passen die Hochschulen ihre Studiengänge an die veränderten Rahmenbedingungen an?
4. Vielen Schülern und Studierenden fehlt es am ausreichenden "Biss" im Lernprozess. Wie kann man diesem Phänomen begegnen?

Ich möchte hier die Leitfragen als Professor einer Hochschule beleuchten. Ich bin selbst in der Mathematiklehre sowie der Lehre in weiteren Fächern der MINT-Studiengänge Elektrotechnik, Informatik und Medientechnik tätig.

1. Welche Voraussetzungen sind beim Studienbeginn erforderlich?

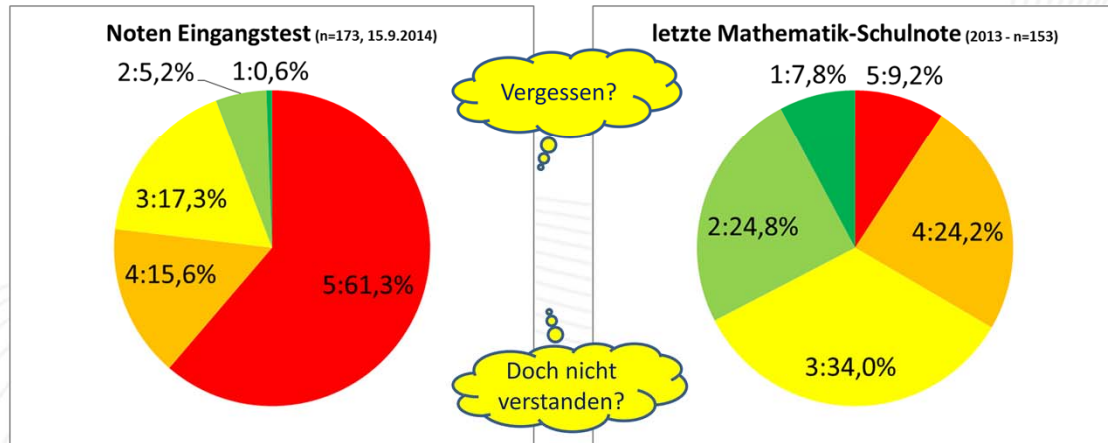
- Situation: An Hochschulen zunehmende **Heterogenität** / zunehmende Vielfalt der schulischen Laufbahnen
 - Voraussetzung: **Mittelstufenmathematik** soll beherrscht werden
 - Wirklich tiefgehende **Vorkenntnisse: nur in Mathematik**
 - Ingenieursstudiengänge erfordern **Ingenieursmathematik**
 - Ingenieursmathematik:
 - Geforderte **Lerntiefe** (Bloem): Verständnis und Anwendung
 - **Ingenieure müssen verstehen, was sie tun**, um Lösungen zu entwickeln und Entscheidungen zu treffen – gilt auch für die Mathematik!
 - Ein Ingenieur muss immer ein „Gefühl“ für die **Plausibilität** von Ergebnissen haben – wie ist hier die Auswirkung des Taschenrechners?
 - Höchstes Lehr-/Lernziel: **Lernende müssen verstehen** ... Herausforderung für Lehrende und Lernende ... mein Rezept: anhand möglichst **einfacher Gestalten** „verstehen“ (Erkenntnisorientierung†) ... Aktivierung der Lernenden entscheidend
 - Graphikfähige **Taschenrechner** mit CAS-Funktionalitäten in der Lehre: **Gefahr**, dass Verständnis und Anwendung auf der Strecke bleiben
- † Siemsen, Karl Hayo. Learning by Gestalt. GESTALT THEORY, 2013, 35. Jg., Nr. 2

1. Die Zugangsmöglichkeiten an eine Hochschule sind sehr vielfältig – und das Abitur stellt nur eine Variante dar. Entsprechend zeichnen unsere Studierenden eine hohe Heterogenität aus.
2. Wir können uns nur auf den kleinsten gemeinsamen Nenner in den Mathematik-Kenntnissen stützen: die Mittelstufenmathematik
3. Bei tiefergehender Betrachtung der Vorkenntnisse stelle ich fest, dass richtig tiefgehende Kenntnisse nur in der Mathematik vorausgesetzt werden. Wären entsprechend tiefgehende Kenntnisse in anderen Fächern erforderlich, würden wir uns hier vielleicht über diese Fächer unterhalten!? Haben wir vielleicht auch ein generelles Problem mit dem Beherrschen von Lehrinhalten aus dem Schulbereich?
4. In dieser Session geht es um den MINT-Erfolg **Mathematik**, **Informatik**, **Naturwissenschaft** und **Technik** - zumindest in 3 der 4 Buchstaben der Abkürzung geht es um Ingenieurwissenschaften – und entsprechend um Ingenieursmathematik.
5. Was ist Ingenieursmathematik?
 - a. Es geht um die Anwendung von mathematischen Erkenntnissen in den 3 Buchstaben INT
 - b. Entsprechend müssen mathematische Inhalte verstanden werden – genau wie Ingenieure verstehen müssen für was für Probleme sie wie Lösungen finden müssen und Entscheidungen treffen müssen.
 - c. Dieses Verständnis ist gleichbedeutend mit dem „Gefühl für die Plausibilität“ von Ergebnissen. Wer die Ergebnisse, die ein Taschenrechner ausspuckt, nicht kritisch hinterfragt, hat seinen Job nicht verstanden. Ich adressiere hier insbesondere den Themenbereich der Größenordnungen (10^3 unterscheidet sich signifikant von 10^{-3} in der Bedeutung, aber nur um ein Zeichen in der Schreibweise...).
 - d. Entsprechend ist für mich auch in der Mathematik das höchste Lehr/Lernziel, dass die Lernenden die curricularen Inhalte „verstehen“. Dies ist eine Herausforderung für Lehrende und Lernende. Mein Rezept ist hier die Inhalte an möglichst einfachen Gestalten verständlich zu machen[†]. Die Aktivierung der Lernenden ist hier ebenfalls von entscheidender Bedeutung. Neugier hilft hier ungemein.
 - e. An dieser Stelle möchte ich kurz auf die Rolle von graphikfähigen Taschenrechnern im Computer-Algebra-Funktionalitäten eingehen. Sie sind Fluch und Segen zugleich. Falsch eingesetzt können sie das Verständnis behindern oder verhindern. In der Grundschule wird Kopfrechnen geübt und danach wird der Taschenrechner eingeführt – als Arbeitserleichterung. Die Schüler wissen dann aber schon wie die Ergebnisse auch zu Fuß **berechnet werden können – entsprechend sehe ich den Einsatz auch in der höheren**

Mathematik: erst verstehen, dann sollte man die Unterstützung von Rechnern in Anspruch nehmen...

2. Wie bereiten die Bildungsstandards und die daraus resultierenden Regelungen darauf vor?

- Curriculare Schulinhalt = Kenntnisstand Schulabsolventen?
 - Ein paar Ergebnisse aus einem **Test am 1. Tag des Studiums (Mittelstufenstoff)** (Studiengänge Elektrotechnik, Medientechnik, Informatik)



Prof. Dr.-Ing. Dirk Rabe

8. Oktober 2014

3 / 7

Wenden wir uns nun der 2. Frage zu: Wie bereiten die Bildungsstandards und die daraus resultierenden Regelungen (Kerncurriculum, hilfsmittelfreier Teil im Abitur u.a.) darauf vor?

Ich bin kein Vertreter der Schulen – und möchte nur ein paar Beobachtungen aufgreifen. Man meint häufig, dass besonders die Schüler, die eine große Affinität zur Mathematik mitbringen, ein Studium aufnehmen. Im vergangenen Jahr haben wir die letzten Schulnoten im Fach Mathematik bei den Studienanfängern erfragt. Erstaunlich ist, dass nur ca. 1/3 hier gut und sehr gute Leistungen bescheinigt bekommen haben. Selbst viele Studierende mit mangelhaften Mathematikleistungen gehen in ein MINT-Studium. Auf der Tagung MINTdenken wurden diese Beobachtungen auch von Vertretern anderer Hochschulen bestätigt.

Am ersten Tag des Studiums, das in meiner Abteilung mit einer 2-wöchigen Präsenz-Einführungsphase beginnt, schreiben die Studierenden einen mathematischen Eingangstest mit Inhalten der Mittelstufenmathematik. Das Ergebnis fällt deutlich schlechter aus. Wo liegen die Ursachen? Haben die Studienanfänger ihre Erkenntnisse vergessen – oder doch nicht verstanden...?

Am Ende der Einführungsphase wird der Test wiederholt – mit deutlich besserem Ergebnis, das aber auch dann immer noch Potentiale für Verbesserungen offen lässt.

2. Wie bereiten die Bildungsstandards und die daraus resultierenden Regelungen darauf vor?

- Curriculare Schulinhalt = Kenntnisstand Schulabsolventen?
- Ein paar Beispiele aus einem Test am 1. Tag des Studiums (Mittelstufenstoff)

Aufgabe 8: (6 Punkte)

Verschieben Sie die Graphen folgender Funktionen um die angegebenen Einheiten!
Geben Sie die Funktionsgleichungen an und vereinfachen Sie, wenn möglich!

a) $f(x) = x^2 - 2x + 1$ (3 nach rechts, 1 nach unten)

b) $f(x) = \frac{2}{x}$ (4 nach links, 2 nach oben)

Durchschnitt:
0,4 von 6 Punkten

Aufgabe 10: (6 Punkte)

Lösen Sie die folgenden Exponentialgleichungen nach x auf!

a) $9^x = 27^{x-1}$

b) $2^{5x-3} = 4^{x+3}$

Durchschnitt:
0,5 von 6 Punkten

Anmerkung: $3^{2x} = 3^{3(x-1)}$

Und hier noch 2 Aufgaben aus dem Eingangstest diesen Jahres:

In der Aufgabe geht es darum die Funktionsgleichungen einer Kurve anzugeben, die gegenüber den gegebenen Funktionen im kartesischen Koordinatensystem verschoben sind. Was meinen Sie wieviel Punkte hier im Mittel erreicht wurden?
... 0,4 von 6P

Die Aufgabe 10 sieht vielleicht komplizierter aus als sie ist. Durch die Potenzrechengesetze kann die Basis der beiden Ausdrücke auf 3 geändert werden und entsprechend vereinfacht sich die Gleichung – auch hier ist das Ergebnis entsprechend schwach: 0,5P von 6P

3. Wie passen die Hochschulen ihre Studiengänge an die veränderten Rahmenbedingungen an?

- Ein paar Antworten der Hochschule Emden/Leer:
 - **3-wöchige Erstsemestereinführung** (vor Vorlesungsbeginn) (FB T, E+I): Auffrischung von mathematischen Inhalten, Arbeitstechniken und „Ankommen“ („Fall in's Loch vorbeugen“)(>95% Teilnahmequote)
 - **mathematisches Vorsemester** (berufs-/schulbegleitend Freitag/Samstag): primär als Angebot für "offene Hochschule" gedacht; Teilnehmer auch aus Schulen...
 - curricular an der Hochschule: für „Maschinenbau und Design“ **zusätzlicher Studiengang mit gestreckter Eingangsphase:** „Maschinenbau und Design für Berufsqualifizierte“
 - ... **viele weitere Maßnahmen** in der Studieneingangsphase im Rahmen Qualitätspakt-Lehre-Projekt BEST4HEL



Kommen wir nun zur 3. Leitfrage: Wie passen die Hochschulen ihre Studiengänge an die veränderten Rahmenbedingungen an?

Hier möchte ich exemplarisch auf einige Anpassungen an unserer Hochschule eingehen. Die meisten Maßnahmen sind flankierende Maßnahmen, um die Studierenden besser an ihr Studium heran zu führen.

1. So bieten wir z.B. in meinem Bereich eine 3-wöchige Erstsemestereinführung an, die mathematische Themen, Arbeitstechniken – also wie studiere ich eigentlich und einfach nur das banale „Ankommen“ – zum Schwerpunkt haben. Letzteres, um dem „Fall in's Loch“ vorzubeugen. Es nehmen hier regelmäßig ca. 95% der Studienanfänger auch teil – dies ist SEHR hoch im Vergleich zu anderen Hochschulen.
2. Solche Einführungen sind zeitlich mit 3 Wochen recht kurz – zu kurz für viele, um die Defizite aufzuholen. Deshalb bieten wir seit diesem Sommersemester ein mathematisches Vorsemester an, dass diese Themen über ein Semester berufs- und schulbegleitend anbietet – alle 14 Tage am Freitag/Samstag.
3. Neben diesen flankierenden Maßnahmen, wurde zum Studiengang „Maschinenbau und Design“ ein Studiengang mit gestreckter Eingangsphase geschaffen: Maschinenbau und Design für Berufsqualifizierte – nach meiner Einschätzung ein Pilot nicht für diesen Studiengang und diese Zielgruppe.
4. Neben diesen exemplarischen Maßnahmen bieten wir viele weitere Maßnahmen in der Studieneingangsphase an, die durch unser „Qualitätspakt Lehre“-Projekt BEST4HEL ermöglicht werden. Von diesem Projekt bin ich der Projektleiter.

4. Vielen Schülern und Studierenden fehlt es am ausreichenden "Biss" im Lernprozess...

- Vorbemerkungen:
 - **trifft nicht alle** – aber überproportional diejenigen mit Problemen im Studium
 - Probleme im Studium sind oft **keine Frage des Intellekts**
 - Mögliche **Ursache**: Sättigung – uns geht's zu gut (**Wertewandel**)?
- Thesen:
 - Ist **dies die tiefergehende Ursache** für häufige **Lerndefizite**? (ja – gesellschaftliches Thema)
 - Ist dies ein **reines Mathematik-Thema**? (nein!?)
 - **Verhaltensweisen entstehen früher** (soz. Umfeld/Elternhaus/Schulzeit)
 - **Viele handelnden Personen haben Einfluss**, um dem Phänomen zu begegnen: Lernende, Lehrende, Gesellschaft, Lehrende in der Lehrerbildung, Verantwortliche in den Ministerien...

Kommen wir nun zur letzten Frage, die aus meiner Sicht vielleicht für viele Studierende der Wurzel des Problems sehr nahe kommt: dem fehlenden „Biss“ im Lernprozess.

1. Wichtig ist mir, hier anzumerken, dass dies nicht auf alle Schüler und Studierende zutrifft – aber besonders häufig bei den Studierenden, die Probleme im Studium haben, die dann zum Abbruch oder zu schlechten Leistungen führen. Dies ist oft keine Frage des Intellekts!
2. Als mögliche Ursache sehe ich hier ein allgemeines gesellschaftliches Thema – der Wohlstand – es geht uns gut/vielleicht zu gut – der Biss durch die eigene Ausbildung die Situation zu verbessern ist oft abgestumpft. Auch der gesellschaftliche Wandel mit der Digitalisierung und der daraus häufig resultierenden Ablenkung vom Lernprozess (auch Spielverhalten...) ist hier als Ursache zu nennen.
3. Ein paar Thesen von mir:
 - a. Ich sehe hier eine tiefgehende Ursache für Lerndefizite bei einer signifikant großen Gruppe von Studierenden.
 - b. Dies ist kein reines Mathematik-Thema – hier fällt es nur gerade auf.
 - c. Die Verhaltensweisen entstehen früh im Entwicklungsprozess und hängen eng mit dem sozialen Umfeld zusammen.
 - d. Viele Personen haben hier einen Einfluss: Lernende selbst, Lehrende, Gesellschaft, Lehrende in der Lehrerbildung, Lehrer, usw.

Lassen Sie uns auch dieses Thema anpacken...

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit. Ich freue mich auf spannende Diskussionen – mit hoffentlich nachhaltigen Ergebnissen.



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Fragen?

Prof. Dr. Dirk Rabe – dirk.rabe@hs-emden-leer.de

Das Foto zeigt im Übrigen eine Vorkursgruppe des WS 2010/2011.