

Gute Vorkenntnisse verkürzen die Studienzeit

1. Einleitung

Seit etwa 2005 sind praktisch in allen Bundesländern neue Curricula in Kraft getreten, die nunmehr Kern- oder Rahmenlehrpläne genannt werden. Die Philosophie dieser Curricula besteht darin, dass eine Aufzählung konkreter Fachinhalte durch die Benennung von Kompetenzen ersetzt wird. Tatsächlich wurden auch die konkret benannten Fachinhalte stark gekürzt. Man ist davon überzeugt, dass die Vorbereitung auf weiterführende Ausbildungen durch diese Maßnahme verbessert wird. Die Absolventen unserer Schulen besitzen zwar entschieden weniger Fachwissen, man geht aber davon aus, dass sie aufgrund ihrer allgemeinen Kompetenzen den nach der Schulzeit erwarteten Lernzuwachs leichter bewältigen werden.

An der Fachhochschule Aachen wird seit dem Wintersemester 04/05 eine Studie durchgeführt, die Aufschluss darüber geben soll, ob auf Fachinhalte der Mathematik für ein Studium der Ingenieurwissenschaften tatsächlich verzichtet werden kann. Dieser Studie liegen die folgenden Hypothesen zugrunde:

- Vorkenntnisse im Fach Mathematik besitzen einen signifikanten Einfluss auf den Studienerfolg in den Ingenieurwissenschaften.
- Ein schlechter Studienstart führt zu einem verzögerten Studienverlauf.

Wenn wir feststellen, dass Studienanfänger mit guten Ergebnissen im Mathematik-Eingangstest einen besseren Studienerfolg aufweisen als Studienanfänger mit mangelhaften Vorkenntnissen, so heißt dies noch nicht, dass eine Kürzung der Lehrpläne zu schlechteren Studienvoraussetzungen führt. Schließlich gibt es zwei denkbare Hintergrundvariablen, die sowohl die Vorkenntnisse als auch den Studienerfolg beeinflussen. Haben unsere Studienanfänger bereits in der Schule nicht das gelernt, was sie hätten lernen sollen, so brauchen wir uns nicht weiter wundern, wenn sie auch im Studium nicht die erwarteten Leistungen zeigen. Dies sollte sich in den schulischen Noten ausdrücken. Als zweite mögliche gemeinsame Ursache für schlechte Vorkenntnisse und einen verzögerten Studienerfolg muss sicherlich die Zeit zwischen Schulabschluss und Aufnahme des Studiums in Betracht gezogen werden. Beide Faktoren werden im Rahmen unserer Untersuchungen berücksichtigt.

2. Anlage und Stand der Studie

Mittlerweile können insgesamt $N = 1320$ Studenten der ingenieurwissenschaftlichen Fachrichtungen, die ihren Schulabschluss in Deutschland erworben haben, in die Studie einbezogen werden. Beteiligt sind die Fachbereiche Bauingenieurwesen, Elektrotechnik, Luft- und Raumfahrttechnik sowie Maschinenbau und Mechatronik der Fachhochschule Aachen.

Als Prädiktoren für den Studienerfolg werden die Durchschnittsnote im Schulabschluss, die letzte Mathematiknote und die Zeitdauer zwischen Schulabschluss und Aufnahme des Studiums erhoben. Außerdem nehmen die Studenten an einem Mathematik-Eingangstest teil, der ausschließlich Mathematikkennnisse der Sekundarstufe I abprüft. Dieser Eingangstest wird nach Durchführung der Vorkurse geschrieben; es sind keine Hilfsmittel zugelassen. Begleitende Variable sind die Art der Zugangsberechtigung und die Wahl der Leistungskurse.

Als Kriterium dient in den ersten Semestern die Anzahl bestandener Pflichtprüfungen. Später werden Zeitpunkt und Note des ersten Studienabschnitts sowie des Studienabschlusses erfasst. Da die Prüfungsanforderungen in den verschiedenen Fachbereichen, aber auch zwischen gleichen Fachbereichen und verschiedenen Jahrgängen durch die Einführung von Bachelorstudiengängen variieren, wird der Studienerfolg in Kategorien eingeteilt. Für den ersten Jahrgang sind die Daten bis zum 5. Studienfachsemester ausgewertet.

3. Auswertung der Eingangsdaten

Um die Frage zu beantworten, ob das Ergebnis des Mathematik-Eingangstests durch die schulischen Noten unter Berücksichtigung der Zeit zwischen Schulabschluss und Studium zu erklären ist, wurden die Korrelationskoeffizienten zwischen diesen Größen bemessen.

Korrelationen		NC	MN	Test
Zeit	Korrelation nach Pearson	,206(**)	,134(**)	-,074(**)
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,008
	N	1260	1228	1294
C	Korrelation nach Pearson		,643(**)	-,267(**)
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,000
	N		1236	1283
MN	Korrelation nach Pearson			-,314(**)
	Signifikanz (2-seitig)			,000
	N			1252

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 1: Korrelationen der Prädiktoren untereinander
Zeit: Zeitdauer zwischen Schulabschluss und Aufnahme des Studiums
NC: Notendurchschnitt im Schulabschluss
MN: Mathematiknote
Test: Erreichte Punktzahl im Mathematik-Eingangstest

Der Korrelationskoeffizient zwischen den schulischen Noten und dem Ergebnis des Mathematik-Eingangstests fällt wesentlich geringer aus, als dies zu erwarten wäre. Zusammen können die Noten nur 10% der Varianz im Testergebnis erklären. Ein Boxplotdiagramm verdeutlicht nochmals, dass auch Studienanfänger, die mit guten oder sehr guten schulischen Noten zu uns kommen, **erhebliche Defizite** in den Grundlagen der Schulmathematik aufweisen.

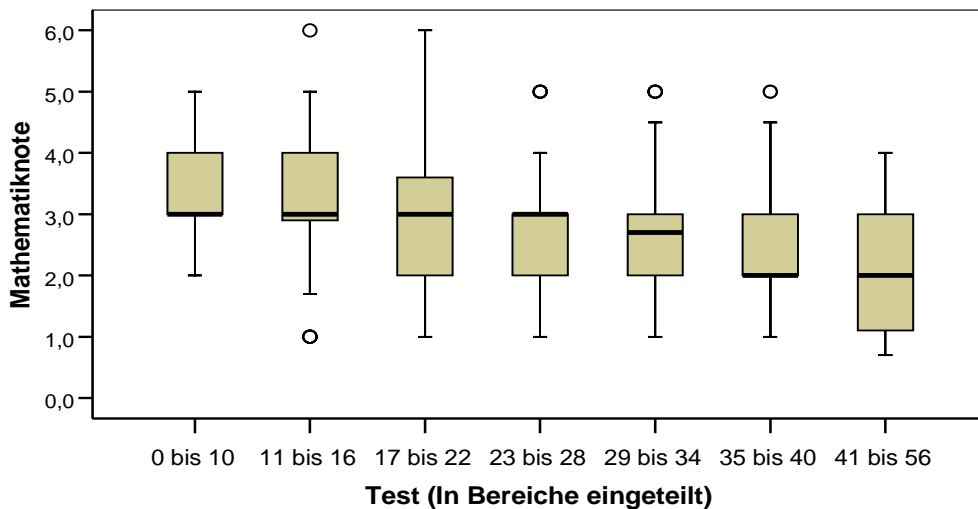


Abbildung 1: Die Teilnehmer der Studie wurden aufgrund der Ergebnisse im Mathematik-Eingangstest in Gruppen unterteilt. Die Randklassen sind zusammengefasst. Die Boxplots zeigen die Verteilung der Untergruppen über das Notenspektrum.

Der Zeitfaktor zwischen Schulabschluss und Aufnahme des Studiums besitzt erstaunlicherweise **keinen relevanten Einfluss** auf das Testergebnis. Er erklärt daher auch nicht, dass es Studienanfänger mit guten oder sehr guten Noten gibt, die weit weniger als die Hälfte der erwarteten Punkte im Eingangstest erreichen. Tatsächlich weisen Studienanfänger, die erst längere Zeit nach ihrem Schulabschluss das Studium bei uns aufnehmen, sogar etwas schlechtere schulische Noten auf als diejenigen, die unmittelbar nach der Schule ihr Studium beginnen (vergleiche Tabelle 1). Der Zeitfaktor hat keinen Einfluss auf das Testergebnis, wenn die schulischen Noten berücksichtigt werden ($p = 0,785$).

4. Einfluss der Vorkenntnisse auf den Studienerfolg

Eine multiple Regression zeigt, dass unter allen betrachteten Eingangsvoraussetzungen die Vorkenntnisse im Fach Mathematik den höchsten Einfluss auf den Studienerfolg nach dem ersten Semester besitzen. Zu demselben Ergebnis kommt KURZ U. A. [2] 2008 in seiner Studienverlaufsuntersuchung an der Hochschule Esslingen. Um den gemeinsamen Einfluss der Prädiktoren Zeit zwischen Schule und Studium (im Folgenden ZEIT), Durchschnittsnote im Schulabschluss (im Folgenden NC), letzte schulische Note im Fach Mathematik (im

Folgenden MN), dem Mathematik-Eingangstest (im Folgenden Test) und der Art des Schulabschluss mit der Einteilung Abitur (ja/nein) auf das Kriterium Anzahl bestandener Prüfungen nach einem Semester darzustellen, wurde ein multiples Regressionsmodell aufgestellt.

Die Zusammenfassung der schrittweisen Modellierung zeigt die folgende Tabelle:

	R-Quadrat	U	r	r ²	Beta
Test	0,233	0,233	0,483	0,233	0,351
+NC	0,262	0,029	-0,313	0,098	-0,246
+Abitur	0,293	0,031	0,265	0,070	0,182
+Zeit	0,306	0,013	0,095	0,009	0,114

ZEIT: Zeitdauer zwischen Schulabschluss und Aufnahme des Studiums
 NC: Notendurchschnitt im Schulabschluss
 MN: Mathematiknote
 Test: Erreichte Punktzahl im Mathematik-Eingangstest

Tabelle 2: Zusammenfassung der Ergebnisse der Einzelschritte im multiplen Regressionsmodell; die Beta-Koeffizienten entsprechen den Koeffizienten des letzten Schritts mit den Prädiktoren Test, NC, Abitur und Zeit.

Ergebnisse der schrittweisen multiplen Regression:

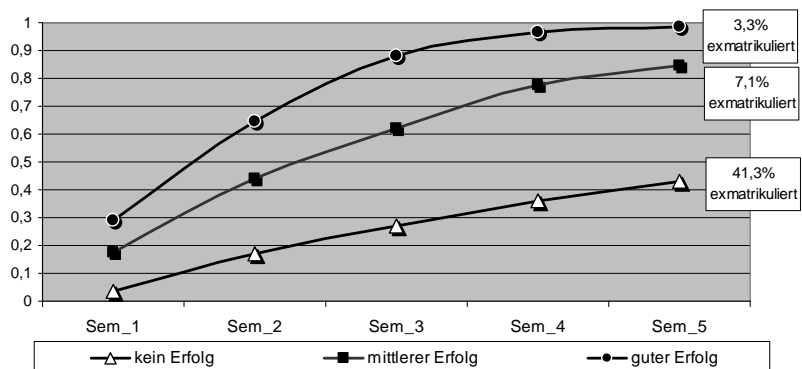
Die aufgenommenen Variablen können insgesamt 30% (R-Quadrat = 0,306) der Variabilität des Studienerfolgs nach dem ersten Semester erklären. Der Eingangstest leistet den höchsten Vorhersagebeitrag. Eine einfache Regression allein mit dem Prädiktor Eingangstest erklärt 23% ($r^2 = 0,233$) der Variabilität im Studienerfolg nach einem Semester. Im Vergleich dazu liegt der alleinige varianzerklärende Beitrag der Durchschnittsnote bei 9,8% ($r^2 = 0,098$). Der eigenständige Vorhersagebeitrag der Variablen Zeit im Gesamtmodell ist eher als gering einzuschätzen ($r^2 = 0,009$). Allerdings wird der Zusammenhang zwischen der Durchschnittsnote und dem Erfolg durch Hinzunahme des Zeitfaktors um störende Varianzen bereinigt und führt so zu einer Verbesserung des Prognosemodells.

Die Nützlichkeit der einzelnen Variablen im sukzessive aufgebauten Modell kann aus der Spalte U abgelesen werden. Die Werte geben die Erhöhung des Bestimmtheitsmaßes R-Quadrat an, wenn die entsprechende Variable in das Modell aufgenommen wird. Auch die standardisierten Koeffizienten Beta lassen Rückschlüsse auf die relative Bedeutung der Prädiktoren zu.

5. Studienverlaufsuntersuchung

Wenn wir einen sehr hohen Einfluss der Vorkenntnisse im Fach Mathematik auf den Studienerfolg nach dem ersten Semester feststellen, so könnte sich dies im Verlauf des Studiums noch verändern. Schließlich ist das erste Semester in den Ingenieurwissenschaften mit Mathematik, Physik und Mechanik von Fächern geprägt, die im hohen Maße mathematische Methoden nutzen. Für die erste Kohorte liegt die Auswertung des Studienerfolgs bis zum fünften Studienfachsemester vor. Diese Gruppe wurde aufgrund des Studienerfolgs nach dem ersten Semester in drei Kategorien unterteilt: Kein Erfolg – mittlerer Erfolg – guter Erfolg. Für jede der drei entstandenen Untergruppen wurde in den darauf folgenden Semestern die mittlere Anzahl bestandener Pflichtprüfungen ermittelt. Studienteilnehmer, die mittlerweile exmatrikuliert waren, wurden in diese Berechnung nicht mehr einbezogen. Da die Anzahl der Pflichtprüfungen in den beteiligten Fachbereichen variiert, wurde die Gesamtzahl der Pflichtprüfungen bis zum Vordiplom für alle Fachbereiche auf 1 normiert.

Abbildung 2: Studienverlauf der Studienanfänger des WS 04/05 in den Ingenieurwissenschaften, in Abhängigkeit vom Studieneinstieg, eingeteilt in die Kategorien kein Erfolg mittlerer Erfolg und guter Erfolg. Kriterium ist der Anteil bestandener Klausuren bis zum Vordiplom, das regulär nach dem dritten Semester erreicht sein sollte.



Studienanfänger, die nach dem ersten Semester keinen nennenswerten Studienerfolg aufweisen, erholen sich im Verlauf der folgenden Semester nur in seltenen Ausnahmefällen.

Als bisheriges Fazit unserer Studie können wir feststellen:

Studienanfänger mit schlechten Noten und guten Vorkenntnissen haben eine größere Chance auf ein erfolgreiches Studium in den Ingenieurwissenschaften als Studienanfänger mit guten Noten und schlechten Vorkenntnissen.

6. Differenzierte Auswertung des Mathematik-Eingangstests

Der durchgeführte Eingangstest deckt ein breites Spektrum von Aufgabenstellungen aus der Mathematik der Sekundarstufe I ab. Die Ergebnisse erlauben von daher einen Blick darauf, welche Inhalte für ein Studium der Ingenieurwissenschaften zu Studienbeginn unverzichtbar sind. Wird eine Aufgabe von allen Teilnehmern gleich gut gelöst, so steht zu erwarten, dass statistisch kein Einfluss auf den Studienerfolg nachweisbar ist. Um den Einfluss der Einzelaufgaben zu beurteilen muss also zusätzlich der Mittelwert und die Streuung der Ergebnisse betrachtet werden, die im folgenden Bild zu sehen sind. Die Aufgaben wurden hierfür bereits nach ihrem Einfluss auf den Studienerfolg sortiert mit - von links nach rechts - ansteigender Bedeutung. Die Reihenfolge entspricht nicht der des Eingangstests. Für jede Einzelaufgabe waren maximal 4 Punkte erreichbar.

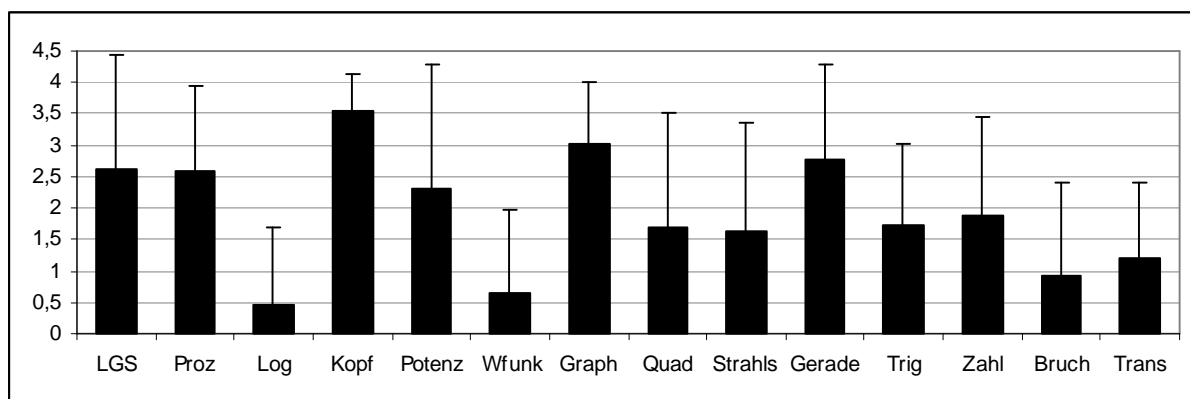


Abbildung 3: Das Diagramm zeigt den Mittelwert und die Streuung für die Einzelaufgaben des Mathematik-Eingangstests. LGS: lineares Gleichungssystem (Textaufgabe), Proz: Prozentrechnung (Textaufgabe), Log: Logarithmen, Kopf : Kopfrechnen, Potenz: Potenzgesetze, Wfunk: Wurzelfunktion (Textaufgabe), Graph: Kenntnis der Graphen elementarer Funktionen wie $y = x$, Quad: Quadratische Gleichung, Strahls: Strahlensatz (Textaufgabe), Gerade: Geradengleichung, Trig: elementare Trigonometrie, Zahl: Lage von Zahlen auf dem Zahlenstrahl, Bruch: einfache Bruchgleichung, Trans: lineare Transformation von Funktionen.

Interessanterweise bereiten im Rahmen unseres Eingangstests keineswegs die Textaufgaben die größten Probleme. Noch erstaunlicher ist das Ergebnis, dass die Textaufgaben das Schlusslicht beim Einfluss der Einzelaufgaben auf den Studienerfolg bilden, den die folgende Graphik zeigt.

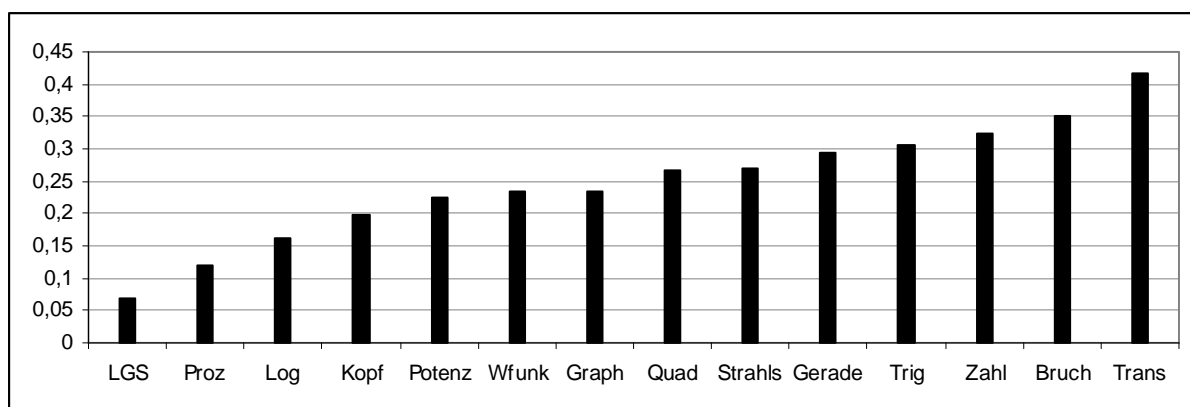


Abbildung 4: Das Diagramm zeigt den Korrelationskoeffizienten zwischen den Einzelaufgaben des Mathematik-Eingangstests und dem Studienerfolg. Die Aufgabenstellungen sind unter Abbildung 3 beschrieben.

Offensichtlich besitzen Fähigkeiten im Umgang mit Termen und Gleichungen sowie Kenntnisse aus der Geometrie und Trigonometrie im Rahmen unserer Studie einen sehr hohen Einfluss auf den Studienerfolg. Diese Themengebiete werden leider zunehmend aus der Schulmathematik gestrichen. Die Auswirkungen für die ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge könnten fatal sein.

7. Ausblick

Laut OECD-Studie führt Deutschland zu wenig Schüler zum Abitur und die Akademikerzahl ist geringer als in anderen Industrienationen. Dabei wird übersehen, dass in anderen Ländern wie zum Beispiel Frankreich ein Fachabitur vergeben wird. Auf dem beruflichen Sektor sind die Lehrberufe in Deutschland einmalig. Ganze Berufszweige wie Erzieher(innen), Logopäd(inn)en oder Krankengymnast(inn)en zählen im Ausland als Akademiker, in Deutschland nicht. Die deutschen Quoten ließen sich rein formal leicht sanieren.

An der allgemeinen Hochschulreife soll in Deutschland festgehalten werden. Da der Anteil der mathematisch-naturwissenschaftlich begabten Kinder zwar mit etwa 30% nicht gering ausfällt, aber unter den Schülern eine Minderheit bildet, lässt sich eine Erhöhung der Abiturientenzahlen nur durch eine Reduktion der Anforderungen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich erreichen. Dies wird seitens der Bildungsministerien bereits seit einigen Jahren konsequent durchgeführt. Probleme, die hierdurch im Studium entstehen, werden den Hochschulen zur Last gelegt.

Die Ingenieurwissenschaften sind Wirtschaftsträger unserer Gesellschaft. Auf eine fundierte mathematische Vorbildung der Studienanfänger kann in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen nicht verzichtet werden. Unter den momentanen politischen Bedingungen erscheint eine Förderung mathematisch-naturwissenschaftlich begabter Kinder nur über Privatinitiativen möglich. Idealerweise sollten flächendeckend – vergleichbar den bilingualen Klassen – mathematisch-naturwissenschaftliche Klassen eingeführt werden.

Literatur

- Henn, G.; Polaczek, C. [1] Studienerfolg in den Ingenieurwissenschaften, *Das Hochschulwesen*, 55. Jg./Heft 5, 2007, Seiten 144-147
- Kurz, G.; Linsner, M.; de Oliveira-Vitt, L. [2] *Studienverlaufsuntersuchungen an der Hochschule Esslingen Teil 1: 'Zulassungsverfahren und Eignungstests'* In (Rentschler, M. & Voss, H.-P.; Hrsg.): *Studieneignung und Studierendenauswahl – Untersuchungen und Erfahrungsberichte. Report 42 – Beiträge zur Hochschuldidaktik*; Aachen: Shaker Verlag (erscheint vermutlich 2008)

Autorinnen:

Prof. Dr. Christa Polaczek
 Dipl. Math. Gudrun Henn
 Fachhochschule Aachen
 Fachbereich Luft- und Raumfahrt
 Goethestraße 1
 52064 Aachen

Diese Arbeit wurde am 15. 5. 2008 eingereicht.