Band 7, 2019, Heft 1

ELMAR DAMMANN (Hochschule Furtwangen)
MARTIN LANG (Universität Duisburg-Essen)

Unterschiede des mathematischen Wissens bei Studierenden des Bauingenieurwesens zu Studienbeginn

Herausgeber

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

Online unter: http://www.journal-of-technical-education.de

ELMAR DAMMANN / MARTIN LANG

Unterschiede des mathematischen Wissens bei Studierenden des Bauingenieurwesens zu Studienbeginn

ZUSAMMENFASSUNG: Grundlegende mathematische Kenntnisse und Fähigkeiten sind Voraussetzungen für ein erfolgreiches ingenieurwissenschaftliches Studium. Diese grundlegenden Kenntnisse und Fähigkeiten fehlen jedoch einer großen Zahl Studierender bei Studienbeginn. Diese Studierenden sind herausgefordert ihre fachlichen Defizite im ersten Semester aufzuarbeiten. Welche fachlichen Defizite dies sind, wird in dieser Untersuchung verdeutlicht. Studienbeginnenden des ersten Semesters im Bauingenieurwesen wurde zu Beginn und am Ende dieses Semesters ein Test zum mathematischen Wissen vorgelegt. Es zeigen sich zu Beginn des ersten Semesters deutliche Leistungsunterschiede innerhalb der Kohorte. Diese Unterschiede bleiben im Verlauf des ersten Semesters weitgehend bestehen. Damit gelingt es gerade leistungsschwächeren Studierenden kaum ihre fachlichen Defizite im Bereich des mathematischen Wissens innerhalb des ersten Semesters aufzuarbeiten.

Schlüsselwörter: Studienerfolg, mathematisches Wissen, Prädiktoren, Mathematik, Ingenieurstudium

Predictors of study success on civil engineering studies

ABSTRACT: Basic mathematical knowledge and skills are prerequisites for successful engineering studies. However, a large number of students lack these basic knowledge and skills at the beginning of their studies. These students are challenged to deal with their deficits in the first semester. The deficits in these subjects are clarified in this study. At the beginning and end of the first semester of study in civil engineering, a test of mathematical knowledge was presented. At the beginning of the first semester there are clear differences in performance within the cohort. These differences largely persist in the course of the first semester. This means that especially weaker students are hardly able to deal with their deficits in the field of mathematical knowledge within the first semester.

Keywords: study success, mathematical knowledge, predictors, mathematics, engineering studies

1 Einleitung

Das Hochschulstudium hat in seiner Attraktivität als Ausbildungsbrücke zu einem Beruf alternative Wege wie bspw. die Berufsausbildung schon lange überholt. Heute ist es für den Großteil junger Menschen und deren Eltern der einzig vernünftige Ausbildungsweg ein Studium zu beginnen und auch zu absolvieren. Jüngste Erhebungen des statistischen Bundesamtes zeigen, dass seit 2011 zwischen 55 und 58 % der jungen Menschen eines Jahrgangs ein Hochschulstudium beginnen (destatis 2018). Dabei sind die Wege zum Hochschulstudium vielfältig. Durch die Zielsetzung der Bildungspolitik die Durchlässigkeit des Bildungssystems zu erhöhen gelangen Menschen mit unterschiedlicher Vorbildung an die Hochschulen. Diese sind herausgefordert mit fachlich heterogenen Gruppen von Studienbeginnenden umzugehen.

In erster Linie sind es aber die Studierenden selbst, die mit ihren jeweiligen Bildungsbiographien die Anforderungen des Hochschulsystems zu bestehen haben. Dieses ist nach wie vor auf einen hohen Grad an Selbstständigkeit ausgerichtet und bietet im Vergleich zu schulischen Lehr- und Lernangeboten Unterstützung nur in begrenztem Umfang. Es stellt sich die Frage, ob es insbesondere Studierenden mit fehlenden grundlegenden fachlichen Kenntnissen und Fähigkeiten gelingt unter den Anforderungen eines Hochschulstudiums insbesondere zu Beginn des Studiums zu bestehen.

In dieser Untersuchung wurden Studierende des Bauingenieurwesens in der Eingangsphase ihres Studiums begleitet. Dieser Beitrag beschreibt, welche Bedeutung das mathematische Wissen zu Studienbeginn für die Klausurleistung nach dem ersten Semester hat und ob es den Studierenden gelingt, fachliche Defizite innerhalb des ersten Semesters aufzuarbeiten.

2 Ausgangslage

Der Misserfolg eines Studiums zeigt sich zumeist darin, dass Klausuren nicht bestanden werden oder das Studium gar abgebrochen wird. Gerade in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen ist die Zahl Studierender, die ihr Studium vorzeitig beenden, hoch. Nach Heublein et al. sind die Gründe für einen Studienabbruch verschieden und oftmals als ein Zusammenspiel mehrerer Gründe zu verstehen (vgl. Heublein et al. 2017). Diese beziehen sich auf die persönliche Situation der Studierenden, die Studienbedingungen, die berufliche Orientierung oder die Anforderungen im Studium (ebd.). Dabei konnten Heublein et al. zeigen, dass insbesondere die Anforderungen des Studiums am häufigsten bzw. gar als ausschlaggebender Abbruchgrund genannt wurden (ebd.).

Studienanforderungen in einer fachlichen Perspektive werden in empirischen Untersuchungen und Modellen des Studieneinstiegs bspw. in der Form einer Klausurnote oftmals als abhängige Variable “Studienerfolg” verwendet (bspw. Müller et al. 2018). Dabei konnten mehrere Variablen des Studienbeginns als Prädiktoren identifiziert werden. Diese sind beispielsweise die Note der Hochschulzugangsberechtigung, Persönlichkeitsmerkmale (big five) oder das Lernverhalten (bspw. Trapmann et al. 2008, Thiel et al. 2008, Helmke & Schrader 2006, Schulmeister 2014). Als fachliche Prädiktoren des Studienerfolgs zeigt sich in Untersuchungen das mathematische und fachspezifische Wissen zu Studienbeginn (bspw. Müller et al. 2018). Der Einbezug fachlicher Kenntnisse und Fähigkeiten in Studienerfolgsmodellen wurde erst in jüngeren Untersuchungen vorgenommen, beispielsweise im Projekt KoM@ING (bspw.

Behrendt et al. 2016, Neumann et al. 2015) in dem neben mathematischen auch fachliche Kompetenzen zu Studienbeginn erhoben wurden. In den Untersuchungen dieses Projekts zeigten sich erste Tendenzen zu Zusammenhängen zwischen mathematischen Vorkenntnissen und Fachkompetenzen nach dem ersten Semester. Aus diesen Befunden wird deutlich, dass insbesondere jene Studierenden erfolgreich sind, die über ein bestimmtes Leistungspotential verfügen, spezifische Kenntnisse und Fähigkeiten in das Studium bereits mitbringen und denen es vermutlich gelingt, diese Kenntnisse und Fähigkeiten gewinnbringend in Ihrem Studium einzusetzen.

Die große Bedeutung insbesondere mathematischer Kenntnisse und Fähigkeiten zu Studienbeginn wird auch in Befragungen deutlich, die unter Lehrenden der Studieneingangsphase in MINT-Studiengängen durchgeführt wurde. In den Veröffentlichungen der cosh-Gruppe (vgl. cosh 2014) und im Projekt MaLeMINT (vgl. Neumann et al. 2017) werden zusätzlich konkrete mathematische Inhalte und Beispielaufgaben benannt.

Interpretiert man Studienanforderungen als fachliche Studienanforderungen, so ergibt sich eine Tendenz, dass gerade jene Studienbeginnenden zu einem Abbruch neigen, die nicht über die spezifischen fachlichen Vorkenntnisse und -fähigkeiten verfügen und denen es nicht gelingt, diese Defizite innerhalb der ersten Studienphase aufzuarbeiten.

Für die Konzeption institutionell verankerter und zielgerichteter Fördermaßnahmen ist es entscheidend zu wissen, welche fachlichen Kenntnisse und Fähigkeiten vorliegen bzw. nicht vorhanden sind. Daher werden in diesem Beitrag die Testergebnisse aus einer empirischen Untersuchung des Studienerfolgs auf der Itemebene vorgestellt. Dabei gehen wir den folgenden Forschungsfragen (FF) nach:

FF 1: Zeigen sich in den Testergebnissen Zusammenhänge zwischen den erreichten Item-Lösungsquoten und den mathematischen Testinhalten?

FF 2: Verfügen Studierende des Bauingenieurwesens zu Studienbeginn über vergleichbare Leistungsniveaus bzgl. des mathematischen Wissens?

FF 3: Durch welche ggfs. weiteren Merkmale kann Studienerfolg zusätzlich erklärt werden?

2 Datengrundlage

Im Zuge der DFG-Forschergruppe ALSTER[1] wurden 208 Studierende des Bauingenieurwesens in den ersten beiden Semestern ihres Studiums durch regelmäßige Befragungen begleitet. Zu diesen Studierenden liegen Informationen zu Studienbeginn und zum Ende des ersten Semesters vor. Informationen zu Studienbeginn sind bspw. die Note der Hochschulzugangsberechtigung (Abi), die kognitive Grundfähigkeit (KFT (Heller & Perleth (2000))), das mathematische (RF_T1) und fachspezifische Wissen (FW_T1) bzw. die fachspezifische Modellierungsfähigkeit (MF_T1) sowie die letzte erreichte Note in Mathematik (Mathe) in der Schule. Zum Ende des ersten Semesters wurden die Studierenden nochmals bzgl. ihrer fachlichen Leistungen getestet, bspw. mit dem Test zum mathematischen Wissen (RF_T2). Als Studienerfolgsvariable liegt die am Ende des ersten Semesters erreichte mittlere Note der Klausuren Technische Mechanik (TM) und Höhere Mathematik (HM) vor.

[1] DFG-Forschergruppe ALSTER: „Akademisches Lernen und Studienerfolg in der Eingangsphase naturwissenschaftlich-technischer Studiengänge“ (ALSTER; FOR 2242)

Statistische Zusammenhänge der erfassten Daten wurde mittels einer hierarchischen Regression überprüft. Als abhängige Variable (AV) dient hierbei die erreichte mittlere Klausurnote in TM und HM (Tabelle 1). Eine ausführliche Beschreibung der Modellbildung zu diesem Regressionsmodell wird bei Dammann & Lang (2017) vorgestellt.

Tab. 1: Hierarchische Regression, AV: Mittlere Klausurnote aus TM- und HM nach Semester 1

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4
Konstante	0,033	0,025	0,017	0,057
Abi	0,492***	0,497***	0,581***	0,318***
KFT		0,155*	0,165*	
Mathe			0,108	
FW_T1				-0,027
MF_T1				0,196*
RF_T1				0,448***
korr. R^2	24,37 %	28,42 %	30,87 %	46,26 %
df	175	170	158	161
p	1,775e-12	1,673e-13	2,813e-13	2,2e-16

p < 0,1’; 0,05*; 0,01**; 0,001***

Es zeigt sich, dass Modell 4 die vergleichsweise größte Varianzaufklärung bzgl. der abhängigen Variablen erbringt und damit in diesem Modellvergleich zu präferieren ist. Werden Variablen der kognitiven Grundfähigkeit, der Note der Hochschulzugangsberechtigung, der Note in Mathematik und fachliche Variablen in das Modell aufgenommen, dann werden die Variablen der kognitiven Grundfähigkeit und der Mathematiknote nicht signifikant und fallen somit aus dem Modell heraus. Auch das fachspezifische Wissen zu Studienbeginn zeigt in diesem Modell 4 keinen signifikanten Einfluss auf die Leistung in den Klausuren TM und HM. Einflüsse zeigen sich dagegen bei der fachspezifischen Modellierungsfähigkeit, dem mathematischen Wissen und der Note der Hochschulzugangsberechtigung (Abi).

Diese drei Variablen klären etwa 46,3 % der mittleren Klausurnote in TM und HM nach dem ersten Semester auf. Dies lässt sich auch inhaltlich erklären, sind die fachlichen Anforderungen der TM- und HM- Klausur inhaltlich doch stark auf mathematische und fachspezifische (im Falle der TM Inhalte der Mechanik) Inhalte ausgerichtet. Die große Bedeutung der mathematischen Kenntnisse und Fähigkeiten zu Studienbeginn zeigt jedoch, dass der Klausurerfolg insbesondere jenen Studierenden gelingt, die entsprechende Kenntnisse und Fähigkeiten bereits in das Studium mitbringen. Ihnen scheint das Anknüpfen an die Inhalte und Anforderungen und die Leistungsexposition in der Klausur nach den Befunden in Tabelle 1 deutlich besser zu gelingen.

Im folgenden Kapitel wird der zur Erfassung des mathematischen Wissens (RF_T1) verwendete Test vorgestellt und im Anschluss das mathematische Wissen der untersuchten Studierenden aus einer Itemperspektive heraus betrachtet.

3 Rechenfähigkeit zu Studienbeginn

Das Testinstrument zur Erfassung des mathematischen Wissens wurde bei Müller et al. (2018) vorgestellt und besteht für die Kohorte der Bauingenieure aus 27 Items zu den Inhaltsbereichen "Rechnen", "Terme und Gleichungen", "Vektoren und Matrizen", "Differenzieren", "Integrieren" und "Trigonometrie". Die Aufgaben wurden den Studierenden in einem halb-offenen Antwortformat vorgelegt, das Testinstrument insgesamt in Papierform. Für die Bearbeitung standen den Studierenden keine weiteren Hilfsmittel zur Verfügung. In der Untersuchung zum mathematischen Wissen liegen Daten von 196 der 208 Studierenden der Kohorte vor. Diese erreichten eine mittlere Lösungsquote von M = .54 bei einer Standardabweichung von SD = .24. Aus einer IRT-Analyse der Testdaten ergibt sich eine sehr gute EAP-Reliabilität des Tests von .87.

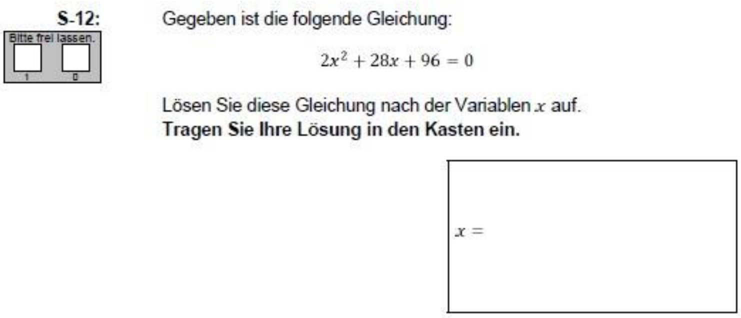
In der folgenden Tabelle 2 sind die bereits genannten mathematischen Inhaltsbereiche des Instruments, die jeweilige Anzahl an Items und die zugehörigen Lösungsquoten dargestellt.

Tab. 2: Inhaltsbereiche des Testinstruments zur Messung mathematischen Wissens

Inhaltsbereich	Itemzahl	Lösungsquote
Rechnen	3	.83
Vektoren und Matrizen	7	.62
Trigonometrie	2	.57
Differenzieren	3	.45
Terme und Gleichungen	9	.43
Integrieren	3	.44

Die im Testinstrument repräsentierten Inhalte orientieren sich an den bereits genannten Befragungen von Lehrenden der Mathematik zu Studienbeginn bezüglich der erwarteten mathematischen Kenntnisse und Fähigkeiten zu diesem Zeitpunkt (vgl. cosh 2014, Neumann et al. 2017).

An drei Beispielitems werden im Folgenden die Testanforderungen an die Teilnehmenden verdeutlicht.


S-12:

Bitte frei lassen.

1 0

Gegeben ist die folgende Gleichung:

$$2x^2 + 28x + 96 = 0$$

Lösen Sie diese Gleichung nach der Variablen x auf.
Tragen Sie Ihre Lösung in den Kasten ein.

$x =$

Abb. 1: Beispielitem S-12 aus dem Testinstrument zum mathematischen Wissen (RF).

Bei Item S-12 ist eine quadratische Gleichung zu lösen. Dafür ist das Wissen um die Lösungsverfahren (p-q-Formel oder Mitternachtsformel) nötig.

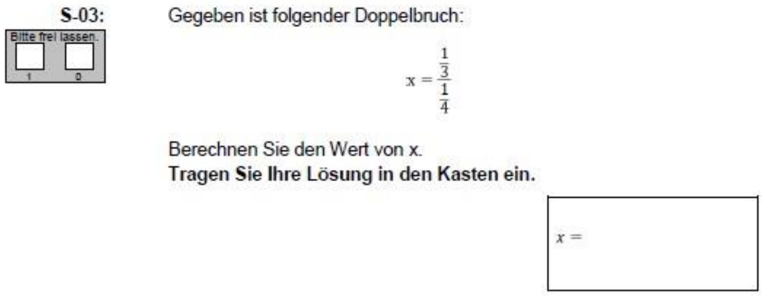


Abb. 2: Beispielitem S-03 aus dem Testinstrument zum mathematischen Wissen (RF).

Item S-03 erfordert Kenntnisse zum Umgang mit Brüchen, in diesem Fall einem Doppelbruch. Dabei müssen die Probanden wissen, dass dieser Doppelbruch auch umgeschrieben werden kann mit der “3” des oberen Bruchs im Nenner und der “4” des unteren Bruchs im Zähler eines gemeinsamen Bruchs. Hier gilt die Regel: “Brüche werden dividiert indem der Zählerbruch mit dem Kehrwert des Nennerbruchs multipliziert wird.”

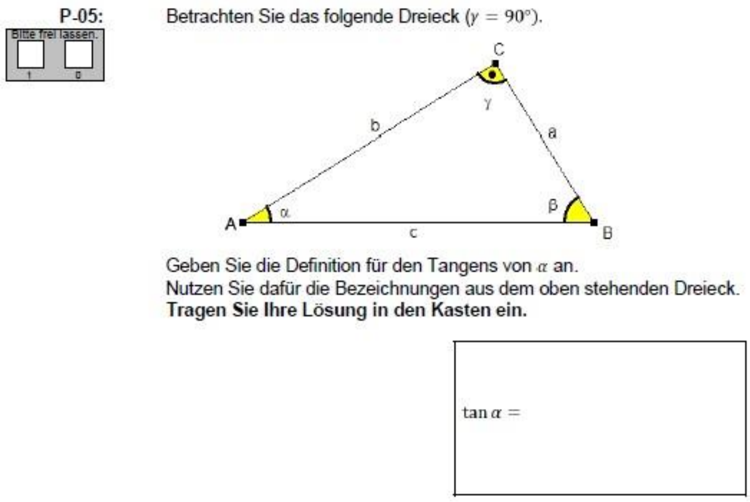


Abb. 3: Beispielitem P-05 aus dem Testinstrument zum mathematischen Wissen (RF).

Bei Item P-05 sind Kenntnisse zu den Winkelfunktionen im rechtwinkligen Dreieck nötig. In diesem Fall soll der Tangens des Winkels α berechnet werden. Dafür ist das Wissen nötig, dass sich der Tangens eines Winkels in einem rechtwinkligen Dreieck über das Verhältnis aus der Länge der dem Winkel gegenüberliegenden Kathete und der Länge der am Winkel anliegenden Kathete ergibt.

4 Leistungscluster

Erfolgreich sind in dieser Untersuchung Studierende dann, wenn Sie nach dem ersten Semester hohe Leistungen in den Klausuren der TM und HM gezeigt und entsprechende Klausurnoten erhalten haben. Anhand dieser Noten werden in diesem Kapitel Leistungscluster (LC) gebildet und diese Cluster dann anhand verschiedener weiterer Merkmale wie dem mathematischen Wissen miteinander verglichen.

4.1 Clusterbildung

Die Gruppe der untersuchten Studierenden wurde in dieser Teiluntersuchung in vier Leistungscluster eingeteilt. Die erreichten Klausurnoten in TM und HM wurden dafür, wie in Tabelle 3 zu sehen ist, in vier Notebereiche untergliedert. In Tabelle 3 sind darüber hinaus die Gruppenbezeichnung und die absolute bzw. prozentuale Gruppengröße enthalten.

Tab. 3: Leistungscluster nach der mittleren Klausurnote TM und HM nach Semester 1

Cluster	Notenbereich	Gruppengröße (prozentual)
A	> = 1; < 2	14 (7,14)
B	> = 2; < 3	35 (17,86)
C	> = 3; < 4	62 (31,63)
D	> = 4	85 (43,37)
Gesamt		196 (100,0)

Bei den Notenbereichen wurden Noten > 4 ebenfalls berücksichtigt. Dies ist aus prüfungsrechtlicher Sicht zunächst verwirrend, gelten Prüfungsleistungen, die mit Noten > 4 bewertet werden doch als “nicht bestanden”. Da für diese Untersuchung jedoch eine mittlere Klausurleistung verwendet wurde, ergeben sich Fälle, in denen bspw. eine Klausur bestanden und eine nicht bestanden wurde. Die Variable “mittlere Klausurnote” repräsentiert daher keine prüfungsrechtliche Note, sondern ein fachliches Leistungsniveau, das die Studierenden am Ende des ersten Semesters erreicht haben.

Es wird deutlich, dass ein Großteil (etwa 43 %) der untersuchten Stichprobe im Leistungscluster D zu finden ist. Damit hat ein Teil dieser Studierenden mindestens eine der beiden Klausuren nicht bestanden (sämtliche Noten stammen aus Erstversuchen, Ergebnisse möglicher Nachklausuren sind nicht berücksichtigt).

4.2 Erreichte Lösungsquoten der Leistungscluster

Die Untersuchung der Leistungscluster richtet sich im nächsten Schritt auf die Leistungen im Test zum mathematischen Wissen zu Studienbeginn (RF_T1). In der folgenden Tabelle 4 sind die Lösungsquoten der einzelnen Cluster und die jeweiligen Standardabweichungen dargestellt.

Tab. 4: Leistungen der Leistungscluster im Test RF_T1

Cluster	Lösungsquote	Standardabweichung
A	.78	.23
B	.67	.22
C	.54	.27
D	.45	.26

Es wird deutlich, dass sich die Leistungen im Test zum mathematischen Wissen (RF_T1) unterscheiden und mit höherer Buchstabenbezeichnung der Cluster, und damit mit höherem mittleren Klausurnotenwert, niedriger werden. Hier wird der signifikante Zusammenhang, der sich im Regressionsmodell in Tabelle 1 zwischen RF_T1 und der mittleren Klausurnote gezeigt hat, deutlich.

Dieser Zusammenhang zwischen dem mathematischen Wissen zu Studienbeginn und der Klausurleistung zeigt sich jedoch nicht nur in einzelnen, sondern in allen mathematischen Inhaltsbereichen des Testinstruments. Dies wird im folgenden Diagramm (Abbildung 4) deutlich. Die Inhaltsbereiche sind dabei folgendermaßen farblich kodiert: Rechnen, Trigonometrie, Vektoren und Matrizen, Integrieren, Terme und Gleichungen und Differenzieren. Damit kann Forschungsfrage 1 beantwortet werden, die Lösungsquoten der Testaufgaben hängt nicht unmittelbar mit den mathematischen Inhaltsbereichen zusammen.

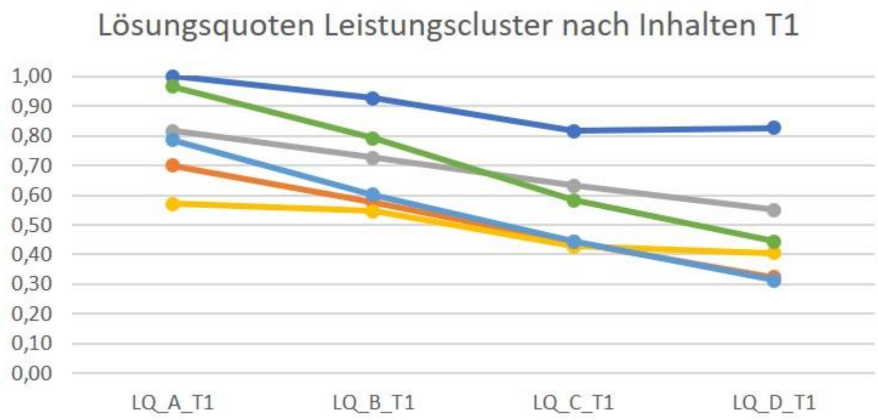


Abb. 4: Lösungsquoten in RF_T1 der Leistungscluster (Lesart: LQ_A_T1: Lösungsquote im Leistungscluster A zu Studienbeginn (Messzeitpunkt T1))

Die Leistungsunterschiede zwischen den Leistungsclustern werden deutlicher, wenn der Blick auf die Item- bzw. Inhaltsebene gerichtet wird. Dafür wird ein Vergleich der Leistungscluster A (LC_A) und D (LC_D) als Extremwerte bezüglich der jeweils erreichten Lösungsquoten vorgenommen. Als Kriterium dient in diesem Fall die willkürlich gesetzte Lösungsquotengrenze von .3. Ab dieser Grenze gehen wir von einem deutlichen Leistungsunterschied aus. Nach Analyse der Items des Tests zum mathematischen Wissen liegt der mittlere Mittelwertunterschied der beiden Leistungscluster bei .33. Der Bereich der itemspezifischen Lösungsquotendifferenzen ist (-.06; .71). Über die mathematischen Inhaltsbereiche hinweg liegen bei 13 von 27 Items die Lösungsquotendifferenzen höher als .3. Den Studierenden in

LC_D gelingt somit nur bei einem Item eine höhere Lösungsquote als den Studierenden aus LC_A.
Betrachtet man die Leistungen der Leistungscluster zum zweiten Messzeitpunkt (Ende des ersten Semesters – T2), so zeigen sich vergleichbare, tendenziell jedoch höhere Leistungsunterschiede, insbesondere zwischen den Leistungsclustern LC_A und LC_D. Der mittlere Mittelwertunterschied zwischen diesen beiden Leistungsclustern liegt zu diesem Messzeitpunkt bei .42. Der Bereich der Mittelwertunterschiede ist (.02; .74). Bei 18 Items liegt die Lösungsquotendifferenz zwischen LC_A und LC_D über dem Wert von .3, 11 davon lagen bereits zu T1 in diesem Bereich. Allein bei 2 Items ergibt sich eine deutlich niedrigere Differenz der Lösungsquoten im Vergleich zu T1.

Damit zeigt sich bzgl. Forschungsfrage 2, dass die fachlichen Defizite zu Studienbeginn und am Ende des ersten Semesters nicht bei allen Studierenden gleichsam ausgeprägt sind. Gleichwohl liegen bei etwa 43 % und damit einem Großteil der Studierenden der Kohorte (vgl. Tabelle 3 – LC_D) sehr große fachliche Defizite vor.

In Tabelle 5 sind die erreichten Lösungsquoten der Leistungscluster zu T2 dargestellt.

Tab. 5: Leistungen der Leistungscluster im Test RF_T2

Cluster	Lösungsquote	Standardabweichung
A	.81	.19
B	.70	.22
C	.52	.25
D	.39	.27

In der Gruppe der Items mit großen Lösungsquotendifferenzen sind alle Inhaltsbereiche des Testinstruments RF vertreten. So finden sich innerhalb der Gruppe der 11 Items, bei denen sowohl zu T1 als auch zu T2 große Lösungsquotendifferenzen zu verzeichnen sind ein Item zum Inhaltsbereich “Rechnen”, fünf Items zum Bereich “Terme und Gleichungen”, zwei Items zum Bereich “Vektoren und Matrizen”, ein Item zum Bereich “Differenzieren”, ein Item zum Bereich “Integrieren” und zwei Items zum Bereich “Trigonometrie”.

Die drei Beispielitems aus Kapitel 4 befinden sich allesamt in der Gruppe der 11 Items. Für Item S-12 ergibt sich dabei eine Lösungsquotendifferenz zwischen LQ_A und LQ_D von .45, für S-03 von .45 und für P-05 von .63.

Der Vergleich der beiden Messzeitpunkte bezüglich der Lösungsquoten zeigt nach dem ersten Semester, dass die Studierenden der Leistungscluster A und B tendenziell höhere, die Studierenden der Leistungscluster C und D tendenziell niedrigere Testleistungen zeigen.

4.3 Weitere Beschreibung der Leistungscluster

Neben den im Regressionsmodell berücksichtigten Variablen wurden in der ALSTER-Untersuchung weitere Informationen erhoben. In diesem Kapitel wird die Variable der Schulart, die zur Hochschulzugangsberechtigung (HZB) geführt hat, unter Berücksichtigung der Leistungscluster analysiert. In der Stichprobe sind insbesondere vier Bildungswege zur HZB vertreten, das Gymnasium in der G8-Variante (Gym G8), das Gymnasium in der G9-Variante (Gym G9), die Gesamtschule und das Berufskolleg. In der folgenden Abbildung 5 sind die Häufigkeiten der jeweiligen Schularten in den verschiedenen Leistungsclustern dargestellt.

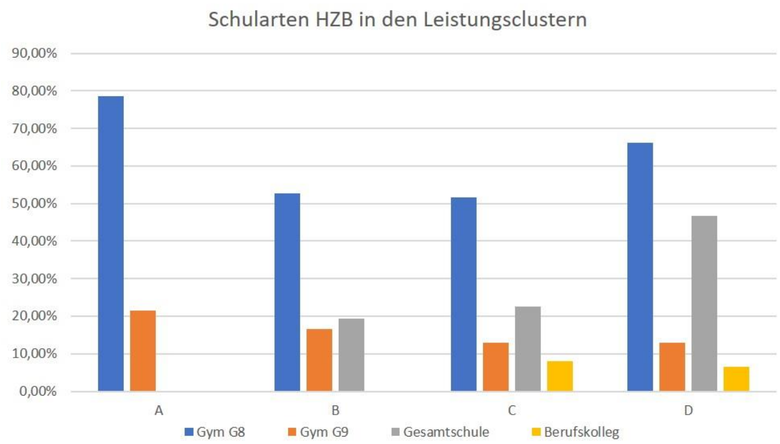


Abb. 5: Häufigkeiten der Schularten zur HZB (prozentual) in den Leistungsclustern A bis D

Es zeigt sich, dass Studierende, die ihre HZB über das Gymnasium (G8 und G9) erlangt haben in allen vier Leistungsclustern vertreten sind. Studierende, die ihre HZB über die Schularten der Gesamtschule oder des Berufskollegs erlangt haben, treten in den Leistungsclustern B bis D (Gesamtschule) bzw. C bis D (Berufskolleg) auf, im Leistungscluster A jedoch nicht. Damit kann bzgl. Forschungsfrage 3 festgestellt werden, dass die Leistungscluster auch mit weiteren Merkmalen, in diesem Fall der Schulart der HZB, beschrieben werden können.

5 Schlussteil

5.1 Zusammenfassung

Im Zuge der DFG-Forschergruppe ALSTER konnte gezeigt werden, dass fachliche Variablen des Studienbeginns (bspw. mathematisches Wissen und die fachspezifische Modellierungsfähigkeit) die Leistungen in Klausuren zur TM und HM nach dem ersten Semester (Variable Studienerfolg) erklären. Dabei erklären diese Variablen zusätzliche Varianz zur Variable Abi (vgl. Müller et al 2018).

Der starke Zusammenhang zwischen dem mathematischen Wissen zu Studienbeginn und der Klausurleistung wird inhaltlich deutlicher, wenn die Stichprobe in Leistungscluster aufgeteilt wird. In Abhängigkeit dieser Leistungscluster zeigen sich itemspezifisch teilweise sehr große Leistungsunterschiede. Dabei zeigen sich bei den eingesetzten Items tendenziell keine Einflüsse der gewählten mathematischen Inhaltsbereiche auf die Lösungsquotendifferenz. Eher sind sowohl bei den Items mit niedrigen als auch bei den Items mit hohen Lösungsquotendifferenzen alle Inhaltsbereiche vertreten. Die Schwierigkeit von Aufgaben zum mathematischen Wissen scheint in dieser Untersuchung demnach eher nicht von den Inhalten sondern von in dieser Untersuchung nicht weiter spezifizierten aufgabenbezogenen Komplexitätsfacetten abhängig zu sein.

Der Einsatz der Testitems zum mathematischen Wissen zu T2 ermöglicht eine Betrachtung der Leistungsentwicklung der Probanden. Zu T2 zeigen sich sehr ähnliche Differenzen der Lösungsquoten zwischen den Leistungsclustern. Insbesondere zwischen den Leistungsclustern A und D ist eher eine Vergrößerung der Lösungsquotendifferenzen festzustellen. Dabei bleiben die Differenzen auf Itemebene von T1 nahezu bestehen. Einzig bei 2 von 13 Items, bei denen zu T1 eine Lösungsquotendifferenz von > .3 festgestellt werden konnte, verringert sich diese unter die festgelegte Grenze.

Zur weiteren Beschreibung der Leistungscluster zeigt sich bei Betrachtung der Schularten der HZB, dass Probanden, die über die Gesamtschule oder das Berufskolleg die HZB erlangt haben in den Leistungsclustern B bis D vertreten sind. Probanden, die ihre HZB über das Gymnasium (G8 und G9) erlangt haben sind in allen Leistungsclustern vertreten, prozentual am stärksten jedoch in Leistungscluster A.

5.2 Diskussion

Das primäre Ziel dieses Beitrags war, die Unterschiede von Studienbeginnenden im Bauingenieurwesen im mathematischen Wissen zu Beginn und am Ende des ersten Semesters auf inhaltlicher Ebene zu beschreiben. Dabei zeigen sich Leistungsunterschiede zwischen den Leistungsclustern sowohl zu Beginn des Studiums als auch am Ende des ersten Semesters. Mehr noch gelingt es insbesondere den Probanden des Leistungscluster D nicht, die Leistungsunterschiede innerhalb des ersten Semesters spürbar zu verringern, diese werden tendenziell eher größer.

Dies ist ein bemerkenswerter Befund, haben doch die Testinhalte zum mathematischen Wissen nach Meinung von Lehrenden der TM und HM für die Wissens- und Verständnisentwicklung in beiden Fächern im ersten Semester große Bedeutung (vgl. cosh 2014, Neumann et al 2017). Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung ist davon auszugehen, dass es einer großen Zahl Studierender im ersten Semester ihres Studiums nicht gelingt ihre grundlegenden fachlichen Defizite aufzuarbeiten. Auch aus der Perspektive der an den Klausurnoten orientierten Leistungscluster stellen diese fachlichen Defizite ein Risiko für das Bestehen der Klausuren in TM und HM nach dem ersten Semester dar.

Es stellt sich die Frage, weshalb es insbesondere den Studierenden des LC_D nicht gelingt, ihre fachlichen Defizite im Bereich des mathematischen Wissens innerhalb des ersten Semesters aufzuarbeiten. Insbesondere ist zu fragen, ob die an den Hochschulen vorhandenen Lehr- und Lernangebote geeignet sind, die Studierenden bei der Entwicklung grundlegender Kenntnisse und Fähigkeiten zu unterstützen.

Aus unserer Perspektive ist es angebracht zu prüfen, welche konkreten Förderbedarfe bei den Studierenden des Bauingenieurwesens vorhanden sind und ob diese von Seiten der Bildungsinstitution Hochschule befriedigt werden können.

Bezüglich der fachlichen Förderbedarfe zeigen die Befunde, dass die selbstständige Erarbeitung grundlegender Kenntnisse in der Mathematik von den Studierenden des ersten Semesters eher nicht zu erwarten ist. Hier ist zu überlegen, ob weitere institutionelle Lehr- und

Lernangebote sinnvoll und leistbar sind. Insbesondere bzgl. der Teilnahmemotivation der Studierenden an Förderangeboten sind Maßnahmen zur Steigerung der Verbindlichkeiten der Studierenden zu prüfen.

6.3 Ausblick

Diese Untersuchung ermöglicht einen fundierten, aber dennoch begrenzten Blick auf die Situation Studierender in der Studieneingangsphase im Bauingenieurwesen und auf Zusammenhänge zum Studienerfolg. So wurden als Merkmale des Studienerfolgs die Klausurnoten des Erstversuchs verwendet. Viele Studierende sind jedoch im Zweitversuch erfolgreich, was in den weiteren Analysen in dieser Untersuchung berücksichtigt werden wird.

Bezüglich der einzelnen Items zeigt sich kein Zusammenhang zu den mathematischen Inhalten im Test. Es ist zu klären, ob fehlende Vorkenntnisse die einzigen Merkmale der Aufgabenschwierigkeit sind oder ob es weitere schwierigkeitsbestimmende Merkmale bei diesen Testaufgaben gibt. Dafür können bspw. Prozessanalysen mit der Kohorte vergleichbaren Probanden vorgenommen werden. Darüber hinaus werden die Items bezüglich bereits nachgewiesener schwierigkeitsbestimmender Merkmale untersucht werden.

Im Hinblick auf die Entwicklung des mathematischen Wissens innerhalb des ersten Semesters ist zu klären, weshalb diese insbesondere bei Studierenden in LC_D weitgehend ausbleibt. Stellen die Testinhalte tatsächlich relevante Grundlagen für das Studium dar, so sind die fokussierten Kenntnisse nicht nur in Klausuren sondern auch in Übungen und zum Nachvollzug der Lehrveranstaltungen relevant. Es ist zu klären, welche Strategien Studierende im ersten Semester verwenden, um die Anforderungen des Studienalltags (Übungen, etc.) zu bewältigen und welche Bedeutung dabei das im Test abgefragte grundlegende mathematische Wissen spielt.

Schließlich ist für die Entwicklung und Ausrichtung von fachlichen Fördermaßnahmen in der Studieneingangsphase zu klären, welche Förderbedarfe Studienbeginnende tatsächlich haben. So ist anzunehmen, dass Studierende, die über mathematisches Wissen verfügen, dieses jedoch nicht ausreichend verfestigt haben, andere Betreuungsbedürfnisse haben als Studierende, in deren Schulzeit bestimmte Inhalte nicht Teil des Curriculums waren.

Die Entwicklung des mathematischen Wissens innerhalb des ersten Semesters ist in dieser Untersuchung eine “blackbox”. Es stehen bspw. keine Informationen zur Verfügung, welche Lehr- und Lernangebote die Studierenden genutzt haben oder welche Lernstrategien sie eingesetzt haben. Diese Informationen sind jedoch insbesondere für die Entwicklung individueller Fördermaßnahmen sehr wichtig.

7 Literatur

Behrendt, S., Dammann E., Ştefănică, F. & Nickolaus, R. (2016). Die prädiktive Kraft ausgewählter Qualitätsmerkmale im ingenieurwissenschaftlichen Grundstudium. Zeitschrift für Unterrichtswissenschaft (ZfU) 44 (1), 55–72.

cosh (2014). Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version 2.0). cooperation schule:hochschule. https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/mathematik/bs/bk/cosh/katalog/makv20b_ohne_leerseiten.pdf. Stand vom 31.01.2019.

Dammann, E. & Lang, M. (2017). Mechanisch-mathematisches Modellieren als Prädiktor für Studienerfolg in der Eingangsphase des Bauingenieurstudiums. Vortrag auf dem Technikdidaktik-Symposium 2017 an der Universität Siegen.

destatis (2018). Auswertung des statistischen Bundesamtes zur Studienanfängerquote. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/72005/umfrage/entwicklung-der-studienanfaengerquote/. Stand vom 31.01.2019.

Heller, K. A., & Perleth, C. (2000). KFT 4-12+ R. 1. Auflage. Beltztest: Weinheim.

Helmke, A. & Schrader, F. W. (2006). Hochschuldidaktik. In Rost, D. H. (Hrsg.) Handwörterbuch Pädagogische Psychologie, Beltz: Weinheim. 246 – 252.

Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J. & Woisch, A. (2017). Motive und Ursachen des Studienabbruchs an baden-württembergischen Hochschulen und beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher. DZHW Projektbericht, 6|2017.

Müller, J., Stender, A., Borowski, A., Dammann, E., Lang, M. & Fischer H. E. (2018). Mathematisches Wissen von Studienanfängern und Studienerfolg. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN). https://doi.org/10.1007/s40573-018-0074-y.

Neumann, I., Rösken-Winter, B., Lehmann, M., Duchhardt, C., Heinze, A., & Nickolaus, R. (2015). Measuring mathematical competences of engineering students at the beginning of their studies. Peabody Journal of Education 94(4), 465-476. doi: 10.1080/0161956X.2015.1068054

Neumann, I., Heinze, A. & Pigge, C. (2017). Welche mathematischen Lernvoraussetzungen erwarten Hochschullehrende für ein MINT-Studium? Veröffentlichung des IPN.: https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/malemint_broschure_langfassung2.pdf. Stand vom 15.11.2018.

Thiel, F., Veit, S., Blüthmann, I., Lepa, S. & Ficzko, M. (2008). Ergebnisse der Befragung der Studierenden in den Bachelorstudiengängen an der Freien Universität Berlin – Sommersemester 2008. Verfügbar unter http://www.fu-berlin.de/ /universitaet/entwicklung/qualitaetsmanagement/bachelorbefragung/bachelorbefragung-2008.pdf. Stand vom 18.01.2013.

Trapmann, S., Heil, B., Weigand, S. & Schuler, H. (2007). Die Validität von Schulnoten zur Vorhersage des Studienerfolgs – eine Metaanalyse. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 21, 11 - 27.

Schulmeister, R. (2014). Auf der Suche nach Determinanten des Studienerfolgs. In. Brockmann, J., Pilniok, A. (Hrsg.) Studieneingangsphase in den Rechtswissenschaften, Nomos: Baden-Baden, 72 - 205.

DR. PHIL. ELMAR DAMMANN
Hochschule Furtwangen
Jakob-Kienzle-Straße 17, 78054 Villingen-Schwenningen
Elmar.Dammann@hs-furtwangen.de

PROF. DR. MARTIN LANG
Universität Duisburg-Essen
Fakultät für Ingenieurwissenschaften
Abteilung Bauwissenschaften
Technologie und Didaktik der Technik
Universitätsstraße 15,
45141 Essen
Martin.Lang@uni-due.de

Zitieren dieses Beitrags:

Dammann, E. & Lang, M. (2019). Unterschiede des mathematischen Wissens bei Studierenden des Bauingenieurwesens zu Studienbeginn. Journal of Technical Education (JOTED), 7(1), 53-65.