

Paul Wolf & Stefan Friedenberg

Hochschulweite Untersuchung der Mathematik-Grundlagen zu Studienbeginn an der Hochschule Stralsund

Zusammenfassung: Eine Bedarfsanalyse unter den Lehrenden der Mathematik sowie mathematiknaher Fächer an der HS Stralsund zeigte die relevanten mathematischen Themen für den Studienstart auf. Aufbauend auf den Ergebnissen wurde ein Grundlagentest entwickelt und hochschulweit in allen Erstsemester-Mathematikveranstaltungen eingesetzt. Wir berichten hier über die Studie und deren Ergebnisse.

1. Einführung

Die Schwierigkeiten von Studierenden in mathematikaffinen Studiengängen geben immer wieder Anlass, den Ist-Zustand zu untersuchen und mit entsprechenden Interventionen zu begegnen. Dies wurde unter anderem auch in diversen Projekten des Kompetenzzentrums Hochschuldidaktik Mathematik gezeigt (khdm.de). Beispielhaft seien hier Vorkurse/Brückenkurse oder auch spezielle Ergänzungsveranstaltungen während des Semesters genannt. Dies erfordert zunächst Wissen über die konkreten Lücken in den mathematischen Grundlagen. Eine Bedarfsanalyse unter allen Lehrenden an der HS Stralsund, die Mathematik oder mathematiknahe Inhalte unterrichten (kurz: „Dozentenbefragung“), zeigte auf, welche mathematischen Grundlagen besondere Relevanz in der Studieneingangsphase vor Ort haben (s. Wolf & Friedenberg 2017). Aufbauend auf den Ergebnissen wurde ein Grundlagentest entwickelt, welcher hochschulweit in allen Mathematik-Erstsemesterveranstaltungen eingesetzt wurde. Wir möchten in dieser Arbeit Ergebnisse und Methodik der Studie präsentieren und somit Einblick in eine hochschulweite Untersuchung anbieten. Die Arbeit entstand im Rahmen des Projektes HoDiMa (Hochschuldidaktik Mathematik) an der HS Stralsund.

2. Ziele und Forschungsfragen

Die Studie bestand aus zwei zentralen Teilen: Der Dozentenbefragung bzgl. der Relevanz mathematischer Themen zum Studienstart und dem darauf aufbauenden Mathematik-Grundlagentest, der in allen Erstsemester-Mathematikveranstaltungen im WS17/18 durchgeführt wurde. Die Forschungsfragen des zweiten Teils, auf den wir hier eingehen wollen, lauten:

1. Welche der mathematischen Grundkenntnisse, die von den Dozenten als relevant für den Studienstart bewertet wurden, werden von den

Studienanfängerinnen und Studienanfängern der HS Stralsund tendenziell (nicht) beherrscht?

2. Inwiefern unterscheiden sich die Ergebnisse hinsichtlich der einzelnen Studiengänge bzw. Fakultäten?

Im Hinblick auf Studien von z.B. Greefrath & Hoever (2016) und den Ausführungen von Biehler et al. (2014) gingen wir davon aus, dass generell Lücken bei den „klassischen Problemthemen“ wie Bruchrechnung, Potenzen oder Logarithmen vorlägen. Im Hinblick auf die zweite Frage lag die Hypothese nahe, dass deutliche Unterschiede zwischen den Fakultäten identifiziert werden könnten. So berichten z.B. Greefrath et al. (2014) von deutlichen Unterschieden zwischen Studienanfängerinnen und Studienanfängern der Informatik und der E-Technik hinsichtlich der Mathematik-Vorkenntnisse.

3. Design der Studie

Anfang 2017 wurden die Lehrenden der Hochschule Stralsund, die Mathematik oder ein mathematiknahes Fach (wie z.B. Technische Mechanik) im ersten Semester unterrichten, hinsichtlich der Relevanz von 49 mathematischen Themen befragt. Die Auswertung der Dozentenbefragung zeigte eine Reihe von Themen auf, welche als wichtig oder gar sehr wichtig bewertet wurden (wie z.B. Bruchrechnung, Potenzgesetze, s. Wolf & Friedenbergs 2017, S. 209). Dieser Auflistung folgend sollte nun ein entsprechender Grundlagentest im WS17/18 eingesetzt werden. Die Mathematikdozentinnen und -dozenten der HS Stralsund boten an, den Test in all ihren Erstsemester-Mathematikveranstaltungen in den ersten Wochen des Semesters während der Vorlesung einzusetzen, was das starke Interesse der Lehrenden an den Resultaten unterstreicht.

Die Entwicklung des Tests (die Aufgaben werden auf Anfrage gerne bereitgestellt) beruhte auf den Wünschen der Lehrenden dieser Hochschule, weshalb wir entschieden den Test selbst zusammenzustellen, wobei wir zunächst nach zugänglichen Leistungstests recherchierten, um möglichst auf erprobten Aufgaben aufzubauen (z.B. Baumert et al. 1999). Jede Aufgabe bietet 6 Antwortmöglichkeiten (inkl. „Weiß ich nicht“) - eine richtige Lösung und fünf Distraktoren. Die Studierenden wurden gebeten, möglichst nicht zu raten, sondern ggf. „Weiß ich nicht“ zu wählen.

Aus der erwähnten Dozentenbefragung ergaben sich 21 mathematische Themen¹. Die erste Version wurde Anfang April 2017 in der „Mathematik 2 für Informatiker“ mit 30 Studierenden pilotiert. Die Datenerhebung erfolgte von September bis Anfang November 2017 in den Erstsemester-Mathematikveranstaltungen. Es nahmen 320 Studierende teil (ca. 64% der

¹ Elementares Rechnen, Distributivgesetz, Bruchrechnung, quad. Gleichung, Potenzgesetze, lin. Gleichung, Logarithmus, lin. Funktionen, Summen, Zahlbereiche, Exponentialfunktion, Prozentrechnung, Differentialrechnung, Idee und Grundl. der Integralrechnung, Einfache LGS, lin. Ungl., Trigonometrie, Betragsungleichung und „Funktionsbegriff“.

relevanten Erstsemester), von 311 Probanden wurden alle Aufgaben bearbeitet. Alle Lehrenden erhielten anschließend Auswertungen zu den sie interessierenden Kohorten.

4. Ergebnisse

Die HS Stralsund ist aktuell in drei Fakultäten unterteilt: Wirtschaft (WS), Maschinenbau (MB) und Elektrotechnik-Informatik (ETI). Aus Platzgründen können wir nur auf die hochschulweiten Ergebnisse eingehen. Auf Anfrage senden wir auch gerne ausführliche Auswertungen zu.

Drei Viertel der Teilnehmer*innen hat das Abitur und weitere 21% eine FH-Reife, wobei weniger als 10% ihren Abschluss vor 2013 erlangt haben. Wie für den Standort üblich stammen die meisten Studienanfängerinnen und Studienanfänger aus Mecklenburg-Vorpommern (41%) oder den umliegenden Bundesländern. Rund 37% haben einen Mathematik-Leistungskurs (bzw. erhöhtes Niveau) und 53% einen Grundkurs (bzw. grundlegendes Niveau) besucht. Die Schul-Abschlusszeugnisnote liegt im Mittel bei 2,5 (Median 2,6; SD 0,6). Die letzte Mathematiknote fällt im Durchschnitt mit 2,8 etwas schlechter aus (Median 2,7; SD 1,0). Wird jede der 21 Aufgaben bei korrekter Antwort mit einem Punkt belohnt, so ergibt sich über alle Probanden hinweg ein Mittelwert von 8,5 (Median 8; SD 4,5) Gesamtpunkten. Lediglich 38% haben mehr als 10 von 21 Punkten erlangt und nur rund 15% haben mehr als zwei Drittel der Punkte erreichen können.

In Abb. 1 werden die Studiengänge hinsichtlich der Verteilung der Gesamtpunktzahl via Boxplots verglichen. Die Abkürzungen stehen für verschiedene Studiengänge (z.B. Softwareentwicklung und Medieninformatik (SMI), Regenerative Energien (Reg), Motorsport Engineering (MSE), Medizininformatik (MIMEB), Leisure and Tourism Management (LTM) und IT-Sicherheit und mobile Systeme (SMS)). Besonders die E-Technik-Studiengänge und die BWL stechen durch außergewöhnlich gute bzw. schlechte Leistungen hervor. Im Falle der E-Technik liegt eine sehr breite Streuung vor (5,8), allerdings liegen hier lediglich ca. 20% unterhalb der Hälfte der Punkte, während etwa die Hälfte der Probanden mehr als zwei Drittel der Punkte im Test erlangt haben. Betrachten wir die E-Technik-Studiengänge (also E-Technik, WING-E und Reg.), so liegt ein Median von 13 Punkten bei einer Streuung von SD=4,8 vor. Hier haben etwa 26% weniger als die Hälfte der Punkte erreicht und ca. 47% erlangten zwei Drittel oder mehr der möglichen Punkte. Es liegt also eine beachtliche Differenz zwischen den angehenden E-Technik-Ingenieuren und insb. den BWL-Studienanfängerinnen und Studienanfängern vor. Man beachte jedoch, dass LTM ebenfalls ein Wirtschaftsstudiengang ist und hier immerhin an fünfter Stelle liegt. Die Punktetendenz scheint also mehr vom Studiengang, denn von der Fakultät abzuhängen.

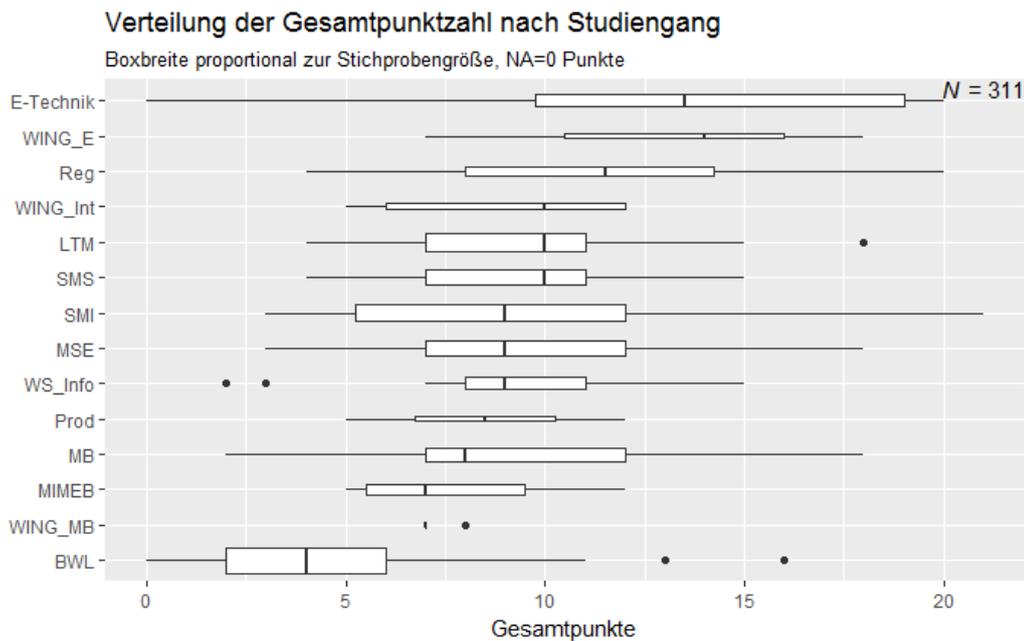


Abb. 1: Verteilung der Gesamtpunktzahl nach Studiengang über alle Probanden

Da wir in diesem Beitrag nicht auf alle Aufgaben eingehen können, treffen wir eine exemplarische Auswahl.

Das Lösen des Gleichungssystems $\begin{cases} x - 2y = -1 \\ 2x - y = 1 \end{cases}$ in Aufgabe 4 fiel den Probanden recht leicht. Rund 71% kreuzten die richtige Antwort an (ca. 12% „weiß ich nicht“). Während nur etwa 47% der BWL-Studierenden die Aufgabe korrekt lösten (27% „weiß ich nicht“), stellte sie für die E-Techniker keine Hürde dar (93% korrekt, 3,2% „weiß ich nicht“). Während man somit bei den Ingenieuren direkt in den fortgeschrittenen Themen einsteigen kann, müssen Lehrende der BWL-Studierenden augenscheinlich die entsprechenden Grundlagen wiederholen oder gänzlich neu beibringen.

Die Aufgabe 10 behandelt die Prozentrechnung:

„Ein Laden in Dänemark wirbt mit dem Slogan „Heute keine Mehrwertsteuer“ (derzeit 25 Prozent). Wie viel Prozent günstiger sind die Waren gegenüber sonst?“ Antwortmöglichkeiten: 15%, 19%, 20%, 25%, 75% oder „weiß nicht“. (nach Grosse & Geller-Urban (2017), zzgl. eigenen Distraktoren)

Entgegen unserer ursprünglichen Erwartung lag hier die Lösungsquote der BWL-Studierenden bei unter 13%. Über 70% wählten den Distraktor „25%“. Dies hat uns überrascht, da wir davon ausgegangen sind, dass kaum jemand einfach die Zahl aus der Aufgabenstellung wählen würde. Wir wollten ursprünglich nicht einmal diese Antwortmöglichkeit geben, da sie aus unserer Sicht eine zu offensichtliche Falschantwort darstellt. Die E-Techniker schnitten jedoch auch nicht wesentlich besser ab: Nur 16% lösten die Aufgabe korrekt. Auch hier haben mehr als die Hälfte (rund 59%) den genannten Distraktor gewählt. Studierende erklärten, dass sie die Frage „gegenüber sonst“ nicht verstanden hätten. Uns wurde jedoch mitgeteilt, dass in der BWL eine Woche

vor dem Test die gleiche Aufgabenstellung nur mit Deutschland statt Dänemark geübt wurde.

5. Fazit

In der Gesamtauswertung zeigten die Studierenden akzeptables Grundwissen hinsichtlich des Lösen von linearen Gleichungssystemen mit zwei Unbekannten, des Ableitens von Polynomen, elementaren Rechnungen mit Zahlen sowie des Lösen von linearen Gleichungen mit einer Unbekannten. Große Schwierigkeiten bereiteten die Prozentrechnung, Bruchrechnung (mit Unbekannten), Potenzen / Wurzeln, Logarithmus, Berechnung eines bestimmten Integrals (Polynom) und die Trigonometrie (Berghöhe). Auch das Auflösen von Klammern und das Lösen von Ungleichungen fällt schwer. Wissen über die Funktionsgraphen der Exponential- und Logarithmusfunktion kann nach unseren Ergebnissen nicht als selbstverständlich vorausgesetzt werden. Ergebnisse aus ähnlichen Mathematik-Grundlagentest zeigen ebenfalls häufig niedrige Lösungsquoten (vgl. Abel & Weber 2014). Einige Gründe für das schlechte Abschneiden werden in der Literatur aufgezählt und z.B. in Greefrath & Hoever (2016, S. 528f) zusammengefasst. Wir stimmen den Vermutungen von z.B. Knospe (2011) zu, dass die Inhalte in der Schule nicht in ausreichendem Umfang eingeübt (oder überhaupt behandelt) wurden.

Ein klareres Bild hinsichtlich der vorhandenen und fehlenden Grundlagen in der Mathematik stellt eine Basis für gute Lehre dar. Der hier vorgestellte Test zeigt wichtige Tendenzen auf, deren Untersuchungen weiterer Forschungsgegenstand sein können. Zwar ist uns bewusst, dass die Studienanfängerinnen und Studienanfänger der HS Stralsund nicht repräsentativ für die Gesamtheit der deutschen Studierenden sind, jedoch können die hier vorgestellten Verfahren (insb. die Kombination aus Dozentenbefragung und Leistungstest) durchaus Beispielcharakter für andere Hochschulen haben und in zukünftigen Untersuchungen gewinnbringend eingesetzt werden. Es ist klar, dass solche Erhebungen regelmäßig erfolgen müssen, da Bildung im Wandel ist und gerade aktuelle Erkenntnisse der modernen Lehre nützen. Im Hinblick auf die Ergebnisse drängt sich die Frage auf, ob und welche Maßnahmen notwendig sind. Die aktuelle Situation lässt an der Hochschule Stralsund nur einen kurzen Vorkurs zu. Semesterbegleitende Angebote werden vom HoDiMa-Projekt bereitgestellt, basieren jedoch auf Freiwilligkeit und Belohnungssystemen. Ein Vorsemester zum Aufbauen der mathematischen Grundlagen, wie z.B. an der HS Osnabrück, erscheint uns als ein notwendiger Schritt, obgleich er mit einigen verwaltungstechnischen Hürden verknüpft ist. Untersuchungen wie die hier vorliegende fördern die Diskussion und zeigen auf, dass es längst an der Zeit ist, die Hürden anzugehen.

Obgleich tiefergehende statistische Analysen noch ausstehen und wie bei nahezu jedem Test Kritik an einzelnen Aufgaben berechtigt ist, möchten wir mit diesem Beitrag dazu aufrufen, Leistungstests an vorhergehende Bedarfsanalysen

anzupassen. Die Diskussion über die Differenzen zwischen Ist und Soll hinsichtlich der Themen und Leistungen der Studienanfängerinnen und Studienanfänger muss an die Lehrenden getragen werden, da hier häufig ein sehr unklares Bild über die tatsächlich mitgebrachten Grundlagen vorliegt, was zu Frust und Demotivation auf beiden Seiten führen und damit weitreichende Auswirkungen auf den Studienverlauf haben kann. An der Hochschule Stralsund haben die Ergebnisse für rege Diskussionen und weitere Untersuchungen gesorgt und somit hier ein wichtiges Ziel erreicht.

Literaturverzeichnis

1. Wolf, P., Friedenberg, S. (2017). Gegenüberstellung von Bildungsstandards und Bedarfsanalyse bzgl. der Mathematikgrundlagen an der HS Stralsund. ZFHE, 12(4), 189-214
2. Greefrath, G., Hoever, G. (2016). Was bewirken Mathematik-Vorkurse? In Hoppenbrock, A., Biehler, R., Hochmuth, R., Rück, H.-G. (Hrsg.): Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase – Herausforderungen und Lösungsansätze (S. 321-338). Wiesbaden: Springer Spektrum
3. Biehler, R., Bruder, R., Hochmuth, R., Koepf, W. (2014). Einleitung. In Bausch et al. Mathematische Vor- und Brückenkurse: Konzepte, Probleme und Perspektiven. (S. 1-6) Wiesbaden: Springer Spektrum
4. Greefrath, G., Neugebauer, C., Koepf, W., Hoever, G. (2014). Studieneingangstests und Studierfolg. Mögliche Zusammenhänge am Beispiel zweier Hochschulen. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM
5. Baumert, J., Bos, W., Klieme, E., Lehmann, R., Lehrke, M., Hosenfeld, I., Neubrand, J. & Watermann, R. (Hrsg.) (1999). Testaufgaben zu TIMSS/III Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung und voruniversitäre Mathematik und Physik der Abschlußklassen der Sekundarstufe II. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin 1999.
6. Große, A., Geller-Urban, K. (2017). Monitoring der Studieneingangsphase im Fach Mathematik an der Ernst-Abbe-Hochschule Jena/Fachbereich Grundlagenwissenschaften. Die neue Hochschule, Ausgabe 01
7. Abel, H., Weber, B. (2014). 28 Jahre Esslinger Modell – Studienanfänger und Mathematik. In Bausch, I et. al., Mathematische Vor- und Brückenkurse: Konzepte, Probleme und Perspektiven. (S. 9-19) Wiesbaden: Springer Spektrum
8. Knospe, H. (2011). Der Eingangstest Mathematik an Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen von 2002 bis 2010. Proceedings des 9. Workshops Mathematik für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge (S. 8-13). Wismarer Frege-Reihe, 02/2011

Autoren

Dr. rer. nat. Paul Wolf

Hochschuldidaktik Mathematik (HoDiMa)
Hochschule Stralsund
Zur Schwedenschanze 15
D-18435 Stralsund
E-Mail: paul.wolf@hochschule-stralsund.de

Prof. Dr. rer. nat. Stefan Friedenberg

Fakultät für Elektrotechnik und Informatik
Hochschule Stralsund
Zur Schwedenschanze 15
D-18435 Stralsund
stefan.friedenberg@hochschule-stralsund.de