

Vorkurse auf dem Prüfstand Mathematischer Kompetenzerwerb im GHR Lehramts Physik Studium

Sebastian Korff, Martin Panusch

Universität Flensburg, Institut für Physik und Chemie und ihre Didaktik, Auf dem Campus 1, 24943 Flensburg
sebastian.korff@uni-flensburg.de, martin.panusch@uni-flensburg.de

Kurzfassung

In der Ausbildung von Physiklehrkräften wird ein Grundrepertoire von mathematischen Kenntnissen vorausgesetzt, welches aber nicht explizit Inhalt des eigentlichen Physik Studiums ist. Studierende äußern oft mangelndes Verständnis für die mathematische Art der Problembetrachtung, die nicht selten als letzte Konsequenz zum Studienabbruch führt. Zur Überbrückung zwischen Schul- und Hochschulmathematik werden an vielen Universitäten spezielle Vorkurse angeboten, welche den Einstieg in die ersten Semester vereinfachen sollen. Im Herbst 2011 wurde an der Universität Flensburg ein solcher Vorkurs durchgeführt und flankierend zu einer aktuellen Studie im Bereich Chemie [1] analysiert. Der fünftägige Kurs thematisierte zentrale mathematische Methoden der Analysis und Algebra, die im Curriculum bei mechanischen, elektro- und thermodynamischen Fragestellungen benötigt werden. Evaluiert wurde in einem Prä-Post-FollowUp Design mit Kontrollgruppe durch einen Fragebogen. Der ordinale Vergleich der erreichten Punktzahlen zeigte im zeitlichen Vergleich keinen signifikanten Unterschied.

1. Einleitung

In verschiedenen Bereichen der Naturwissenschaften und besonders der Physik sind Kenntnisse an Mathematik von besonderer Bedeutung. Je nach Fach variieren die notwendigen mathematischen Fertigkeiten von einfachen Term-Umformungen und Exponentialgleichungen bis hin zu Differentialgleichungen höherer Ordnung, der Integralrechnung und Vektoranalysis. Der Erwerb der meisten dieser mathematischen Kompetenzen ist im Idealfall mit dem bestandenen Abitur als Eingangsvoraussetzung für das Hochschulstudium bereits abgeschlossen. Aber die Erfahrungen in der Hochschullehre zeigen, dass Studierende der Naturwissenschaften gerade mit mathematisch orientierten Inhalten Schwierigkeiten haben. Darum werden an vielen Universitäten mathematische Vorkurse angeboten, um die hierfür verantwortlichen Defizite aufzufangen. Am IPCD der Universität Flensburg wurde im Herbst 2011 ein solcher Vorkurs durchgeführt und die Änderung der Rechenfertigkeiten evaluiert.

2. Mathematische Kompetenzen für das Physik GHR Lehramt

Im Kanon der naturwissenschaftlichen Fächer nimmt die Physik in Bezug auf die Mathematik eine besondere Position ein: Schon in der Schule ist sie ein fester Bestandteil des Physikunterrichts, während man sich in der Biologie und der Chemie zumeist erst im Studium mit Themen wie logistischem Wachstum, Integralrechnung, Logarithmen, Ableitungen und Differentialgleichungen auseinander setzen muss. In der Physik muss man dahingegen schon als Schüler die im

Mathematikunterricht erworbenen Fähigkeiten in einem fremden Fach anwenden. Daher muss man als Lehrkraft und Studierender mindestens mit den in der Physik tangierten mathematischen Inhalten angemessen umgehen können, um auch diesen Anteil im Fach Physik thematisieren zu können. In unserem Kontext der universitären Lehrerausbildung für Grund-, Haupt- und Realschule (GHR) müssen wir uns die Frage stellen, welche mathematischen Kompetenzen im Studium benötigt werden, um die später zu vermittelnden Fachinhalte adäquat unterrichten zu können. Die Antwort auf diese Frage muss auch aus dem Selbstverständnis und der Tradition des Schulfachs Physik in Abgrenzung zur Diplomphysik entwickelt werden.

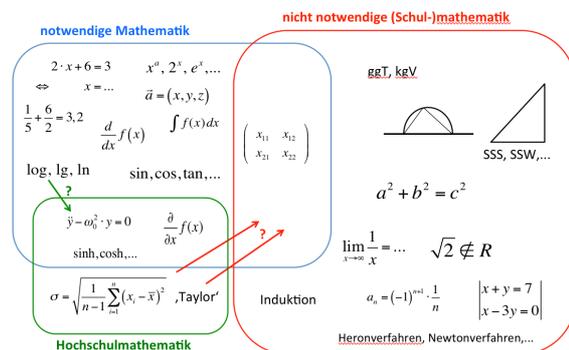


Abb.1: Mengendarstellung von relevanten mathematischen Fertigkeiten

Anhand der Fachinhalte der Sekundarstufe I haben wir eine Liste von mathematischen Operationen (Abb.1) aufgestellt, die in der Schulphysik eine Rolle spielen oder die Studierende im Lehramtsstudium grundsätzlich kennenlernen sollen.

Allerdings erhebt diese Liste keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Bei einem Vergleich wird deutlich, dass es wenig Übereinstimmungen zwischen der in der Schulphysik notwendigen Mathematik, der Schulmathematik und der Mathematik des Physikstudiums, gibt.

3. Der Vorkurs

Unser Vorkurs wurde daher gemäß dieser praxisnahen Vorüberlegungen an die Bedürfnisse der Bachelorstudierenden im dritten Semester mit dem Berufsziel GHR angepasst. Ein Großteil der Teilnehmenden war aus dieser Zielgruppe. Trotzdem nahmen auch fünf nicht konsekutive Masterstudierende (M.Voc.Ed.) und zwei Erstsemester der Physik unser Angebot an. Der Kurs fand eine Woche vor Vorlesungsbeginn an 5 Tagen zu je 4 Blöcken mit jeweils 90 Minuten Dauer statt. Davon waren zwei Blöcke für Vorlesung und zwei für Übungszwecke vorgesehen. Diese 50/50 Teilung sollte genügend Raum für das gemeinsame Vertiefen der in der Vorlesung vorgestellten Thematiken bieten. Dafür wurde ein maßgeschneiderter Aufgabenkatalog zur Verfügung gestellt, der nicht nur Standard-Aufgaben à la Fischer/Kaul [2] und Schulz [3] beinhaltete, sondern auch das Modellieren von Funktionen anhand experimenteller Fragestellungen wie die der Newton'schen Abkühlung enthielt. Es wurden die Bereiche Zahlenmengen, Rechengesetze, verschiedene Funktionstypen, Differenzieren und Integrieren, Trigonometrie, Vektoranalysis und Matrizenrechnung besprochen und geübt. Entsprechend dieser Auflistung wurden je zwei dieser Themen an einem Tag bearbeitet. Im Allgemeinen lag der Schwierigkeitsgrad auf dem Niveau der gymnasialen Oberstufe mit einzelnen Ausflügen in die Hochschulmathematik. Als Vertiefung wurden unter anderem der Satz von Taylor und seine Bedeutung für die Physik thematisiert. Der fünfte Tag war offen gestaltet und blieb möglichen Fragen und Problemen der Studierenden vorbehalten. Komplexere Themen wie das Lösen von Differentialgleichungen oder das Führen von mathematischen Beweisen waren explizit nicht Gegenstand des Kurses.

4. Das Forschungsdesign

Die Wirksamkeit unseres Vorkurses haben wir mit Hilfe des Fragebogens der Kieler Studie von 2011 [1], [4] mit einem Prä-Post-FollowUp Design evaluiert. Das Antwortverhalten der Vorkursteilnehmer (n=17) haben wir mit einer Kontrollgruppe (n=52) verglichen und den Test vor (Prä), direkt nach (Post) und schließlich acht Wochen (FollowUp) nach dem Treatment durchgeführt. Der zur Erhebung konstruierte Fragebogen war sowohl in der Studie von Busker et.al. als auch in unseren drei Messungen jeweils derselbe. Da die Zuordnung von Probanden zu

Versuchs- und Kontrollgruppe von uns nicht zufällig durchgeführt wurde, sondern die Probanden diese Wahl selbst getroffen haben, indem sie sich für den Kurs angemeldet haben, handelt es sich mangels Randomisierung nur um ein Quasi-Experiment.

Der Fragebogen bestand aus insgesamt 12 thematisch getrennten Aufgaben mit einer jeweils unterschiedlichen Anzahl an Unteraufgaben, die in ihren Subgruppen einen ansteigenden Schwierigkeitsgrad haben und als Summe die insgesamt 33 dichotomen Items der Befragung bilden.

Die Kontrollgruppe bestand analog zu den Teilnehmern aus dem Vorkurs aus Physikstudierenden des ersten und dritten Semesters.

5. Die ordinale Auswertung

Nach dem Treatment und den drei Befragungen wurden die Fragebögen unabhängig voneinander doppelt ausgewertet. Trotz der vermeintlich leichten Kategorisierung der Ergebnisse in ‚richtig‘ und ‚falsch‘ wurde auf Grund von vereinzelt schwierigen Entscheidungen (hauptsächlich wegen unsauberer Handschrift oder nicht angemessener mathematischer Schreibweise) ein dritter unabhängiger Interrater für diese nicht eindeutigen Fälle zu Rate gezogen. Die Antworten der Probanden wurden anschließend als Datenmatrix

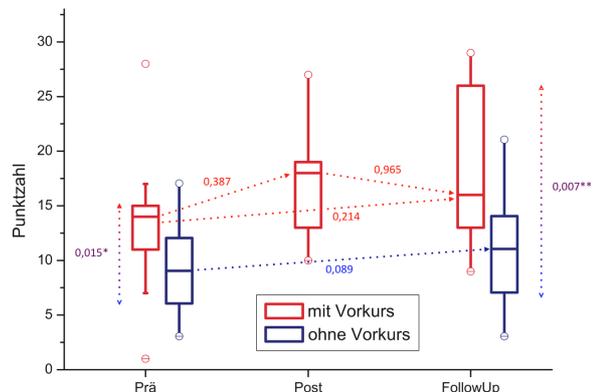


Abb.2: Vergleich von Treatment- und Kontrollgruppe als Median-Boxplots mit Quartilen, 22,5% Whisker und 2,5% Ausreißer. p-Werte des Rangsummentests auf den Verbindungspfeilen zwischen den Medianen.

In Abb. 2 sieht man in zeitlicher Abfolge der Teststufen den Median und vier Quartile, die die Verteilung der erreichten Punkte charakterisieren. Die Box repräsentiert insgesamt 50% der Antworten, die durch den Median getrennt sind. Die beiden Whisker stellen jeweils die äußeren 22,5% der Antworten dar. Der Kreis begrenzt die 2,5% Ausreißer. Der Median der Punktzahl verändert sich vom Prä- bis zum FollowUp-Test bei Treatment- und Kontrollgruppe um je 2 Punkte nach oben. Gleichzeitig vergrößert sich die Spannweite der Punktzahlen der Treatmentgruppe im Vergleich zum Prä-Test auf den ersten Blick deutlich. Ob diese Unterschiede auf den Vorkurs oder einen anderen

zufälligen Einfluss zurückzuführen sind, muss statistisch überprüft werden. Mit dem Wilcoxon-Rangsummentest kann man die statistische Übereinstimmung verschiedener Stichprobenpaare untersuchen. Beim Vergleich der Ergebnisse der drei Teststufen der Treatmentgruppe muss man nach diesem Test einräumen, dass die offensichtlichen Unterschiede nicht signifikant sind. Damit ist die These, dass die Vergrößerung der Bandbreite und die Erhöhung des Medians auf die Teilnahme am Vorkurs zurückzuführen sind, nicht haltbar. Ebenso kann man für die zeitliche Veränderung der Kontrollgruppe zeigen, dass die Ursache wiederum zufälliger Natur ist. Ohne Teilnahme am Vorkurs haben die Probanden den Fragebogen nicht erfolgreicher abgeschlossen.

Andererseits kann im direkten Vergleich von Treatment- und Kontrollgruppe beim Prä- und FollowUp-Test ein signifikanter bzw. sehr signifikanter Unterschied in den erreichten Punktzahlen nachgewiesen werden. Das bedeutet, dass nur leistungsstärkere Studierende den Vorkurs besucht haben. Ein möglicher Erklärungsansatz dafür ist, dass die Kontrollgruppe zu einem größeren Teil aus Erstsemester-Studierenden bestand als die Treatmentgruppe, in der vorwiegend Studierende des dritten Semesters waren. Deren Erfahrungsvorsprung kann ihnen zu besseren Ergebnissen im Prä-Test verholfen haben.

6. Fazit und Ausblick

Insgesamt können wir also konstatieren, dass keine signifikante Leistungssteigerung über alle drei Treatmentstufen mit unserem methodischen Werkzeug gezeigt werden kann. Dennoch gibt es die schon diskutierte sehr signifikante Änderung in der Unterscheidbarkeit der Treatment- und Kontrollgruppe im FollowUp-Test. Ob diese Änderung der Signifikanz auf die Teilnahme am

Vorkurs zurückzuführen ist, kann nicht nachgewiesen werden.

Inhaltlich sollte noch angemerkt werden, dass viele Probanden auf dem Fragebogen notierten, dass die gestellten Aufgaben im Kopf schwierig zu lösen seien. Sie entschuldigten ihre mangelhaften Antworten im Test mit dem Fehlen eines Taschenrechners. Als Grund vermuten wir die letzten Änderungen im Kerncurriculum für Mathematik hin zu kontextorientierten Problemen und weg von einer breitbandigen Vermittlung von mathematischen Fertigkeiten, die auch Heck & van Gastel kritisch sehen [5].

Eine auf diese Vorstudie aufbauende Untersuchung soll in diesem Herbst mit einem differenzierteren Fragebogen folgen. Zudem erhoffen wir uns auch die Chemiestudierenden unseres Institutes für den Vorkurs gewinnen zu können, sodass ein Vergleich mit der Kieler Studie über das Vorwissen von Erstsemester-Studierenden erarbeitet werden kann.

7. Literatur

- [1] Busker, Neumann, Klostermann (2011): Vorwissen Mathematik bei Physik- und Chemiestudierenden, in: Bernholt (Hrsg.): Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht, GDCP Jahrestagungsband 2011, Münster: LIT, S. 479ff.
- [2] Fischer, Kaul (1990): Mathematik für Physiker, Stuttgart: Teubner.
- [3] Schulz (1993): Physik mit Bleistift, Berlin: Springer.
- [4] Klostermann, Busker, Herzog, Parchmann (2011): Vorkurse als Schnittstelle zwischen Schule und Universität, in: Bernholt (Hrsg.): Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht, GDCP Jahrestagungsband 2011, Münster: LIT, S. 482ff.
- [5] Heck, van Gastel (2006): Mathematics on the threshold, in: International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, Vol. 37, No. 8, S. 925ff.