



Lernkontrollen in Mathematik im ingenieurwissenschaftlichen Grundstudium

Der Autor: Dr. Elmar Lau

Portalbereich: Aus der Praxis

Stand: 17.05.2011

Inhaltsverzeichnis

1	Überblick	1
2	Einführung	1
3	Aufbau des Testsystems.....	2
4	Zielsetzung, Didaktik der Fragen.....	3
5	Erfahrungen	5
6	Evaluation und Klausurergebnisse.....	6
7	Ausblick.....	7
8	Literatur	8
	Der Autor	8

1 Überblick

Seit dem Sommersemester 2010 wird an der Fachhochschule Köln am Campus Gummersbach für die Studierenden der Ingenieurwissenschaften begleitend zur Vorlesung Mathematik I ein Testsystem angeboten, welches einerseits den Studierenden ihren individuellen, aktuellen Wissensstand zeigt und andererseits den Dozenten Rückmeldung über den aktuellen Wissensstand eines Kurses liefert. Es wird über den Aufbau des Testsystems, die Didaktik der Fragen, die Erfahrungen der Studierenden und Zusammenhänge mit Klausurergebnissen berichtet.

2 Einführung

Nicht ausreichende Kenntnisse im Fach Mathematik sind ein bekanntes Problem in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen. Viele Hochschulen, wie auch der Campus Gummersbach der FH Köln, bieten Mathematik-Vorkurse an um die Grundkenntnisse der Studierenden zu Beginn des Studiums zu erhöhen und das Niveau homogener zu gestalten. Des Weiteren existieren zahlreiche Online-Kurse zum Studienstart, z.B. das von der FH Köln und der Deutschen Sporthochschule entwickelte Online-Lernprojekt MATRIXX, welches technisch in einer ILIAS-Lernumgebung umgesetzt wurde (vgl. Worth, 2006 und Konen, 2008).

Im ersten Semester, das bei zahlreichen Studierenden schnell vorbeirauscht, da insbesondere in der Mathematik wegen fehlenden Vorkenntnissen aus der Schule jede Vorlesung für die Studierenden viele bisher unbekannte Inhalte enthält, fehlt häufig eine objektive Selbsteinschätzung der eigenen Kenntnisse. Diese führt am Ende des ersten Semesters bei vielen Studierenden zu unerwartet schlechten Klausurergebnissen in Mathematik I. Vor diesem Hintergrund entstand zusammen mit meinem Kollegen



Prof. Böhm-Rietig, Dozent der Vorlesung Mathematik I, die Idee, den Studierenden über die bereits vorhandenen Unterstützungsmaßnahmen hinaus eine Möglichkeit zum Selbsttest an die Hand zu geben. Die Studierenden sollen ihren aktuellen eigenen Wissenstand erkennen um gezielte Maßnahmen treffen zu können. In der ersten Hälfte des Sommersemesters 2010 entstanden zunächst drei Fragenpools auf der Lernplattform ILIAS, mit denen das Testsystem gestartet wurde. Weitere Fragenpools entstanden im Sommersemester 2010 parallel zur Vorlesung Mathematik I.

Da die Studierenden die Lernplattform ILIAS bereits zu Beginn des Studiums durch Zugriffe auf zahlreiche Unterrichtsmaterialien wie z.B. Skripte, Mitschriften, Übungen, Aufgabensammlungen kennen lernen, wird diese Lernplattform auch für das Testsystem verwendet. Damit wird ein zusätzlicher Umstieg auf andere Plattformen vermieden.

3 Aufbau des Testsystems

Das Testsystem besteht aus sechs Fragenpools zu den Themen Vektorrechnung, Analytische Geometrie, Komplexe Zahlen, Funktionen, Differential- und Integralrechnung. Dies sind die wesentlichen Themen der Vorlesung Mathematik I. Jeder Pool enthält eine Sammlung von Fragen zu einem Thema. Je nach Fortschritt der Vorlesung wird der Test aus den Fragenpools zusammengesetzt, die zu den bereits behandelten Vorlesungsthemen zugeordnet sind. Die Anzahl der Fragen jedes verwendeten Pools wird vorgegeben. Durch den Modus „Wechselnder Zufallstest“ wird die Fragensauswahl bei jedem Testaufruf zufällig zusammengestellt. Deshalb kann der Test von Studierenden mehrfach wiederholt werden. Dies bestätigte auch eine anschließende Auswertung. Derzeit enthält das Testsystem 105 Fragen, die ungleichmäßig auf die verschiedenen Themenbereiche verteilt sind. Der Pool zu dem umfangreichen Thema Funktionen besteht aus 34 Fragen, der Pool zu dem Thema Komplexe Zahlen dagegen aus nur 10 Fragen.

Die Lösungen der Studierenden werden bewertet. Dies ermöglicht den Studierenden Vergleiche mit bereits durchgeführten Testdurchläufen zu ziehen und Lernerfolge zu messen. Nach jedem Durchlauf des Tests erhalten die Studierenden eine Auswertung, sie erkennen welche Fragen sie korrekt gelöst haben und erhalten bei falsch gegebenen Antworten zielgenaue Hinweise zum Nachschlagen und Weiterlesen.

Das Testsystem ermöglicht den Lehrenden jede Frage statistisch auszuwerten, um so Hinweise zu erhalten, wie gut die Studierenden einen Themenbereich verstanden haben. Lehrende können auch die Leistungen der einzelnen Studierenden einsehen, dies wird in der Praxis aber nicht umgesetzt.



4 Zielsetzung, Didaktik der Fragen

In den die Vorlesung Mathematik I begleitenden Übungen und Tutorien werden zahlreiche Aufgaben zum Üben gelöst. Darüber hinaus werden die Studierenden auf Aufgabensammlungen hingewiesen, die es zur Genüge in Buchform und auch im Internet zu finden gibt. Das Testsystem ist nicht als erweiterte Aufgabensammlung gedacht, sondern es soll den aktuellen Wissensstand der Studierenden überprüfen. Anstatt Rechenrezepte abzufragen, soll das mathematische Vokabular und mathematische Verständnis, welches zum Lösen zahlreicher Aufgaben unerlässlich ist, überprüft werden. Dabei wird sogar empfohlen eine mathematische Formelsammlung zur Hand zu nehmen. Auch eine Zusammenarbeit der Studierenden untereinander ist ausdrücklich erwünscht.

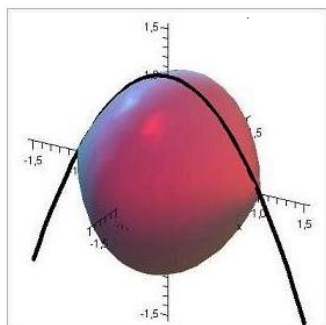
Das Testtool von ILIAS unterstützt zahlreiche Fragentypen z.B. Multiple-Choice-Fragen, Lückentexte, Numerische Fragen, Zuordnungsfragen, Anordnungsfragen (vgl. Handbuch für ILIAS-Autoren, 2010a und 2010b). Bei der Erstellung der Fragen stellte sich heraus, dass für viele Fragestellungen, Freitextfragen sinnvoll wären, z.B. „Wie überprüft man, ob zwei Geraden im \mathbb{R}^3 windschief zueinander liegen?“ Zwar sind mit ILIAS Freitext-Fragen möglich, hierbei ist jedoch eine manuelle Korrektur unumgänglich, die aber gerade vermieden werden soll. Deshalb mussten die Fragen so modifiziert und konstruiert werden, so dass sie ohne manuelle Hilfe bewertet werden können.

Es zeigte sich, dass die meisten Fragestellungen (über 70%) durch Multiple-Choice-Fragen gebildet werden konnten. Hierbei gab die Anleitung von René Krebs (2004) wertvolle Hinweise, z.B. in Bezug darauf, welche Fragentypen sich für bestimmte Lernziele und Aufgaben eignen. Außerdem geht Krebs darauf ein, wie Fragen und Antworten formuliert werden sollten, um ungewollte sprachliche und formale Lösungshinweise, sog. Cues zu vermeiden.

Die Multiple-Choice-Frage in Abb. 1 auf der folgenden Seite zeigt ein Beispiel für eine solche bewusste Zusammenstellung von Antwortalternativen. Da die Antwort, welche die größte Zahl von Elementen mit anderen Antworten gemeinsam hat, mit erhöhter Wahrscheinlichkeit die richtige ist, wurde z.B. darauf geachtet, dass es drei Antwortmöglichkeiten mit einem Integral und drei Antwortmöglichkeiten mit zwei Integralen gibt.



Frage 1 Integralrechnung / Rotationskörper (1 Punkt)



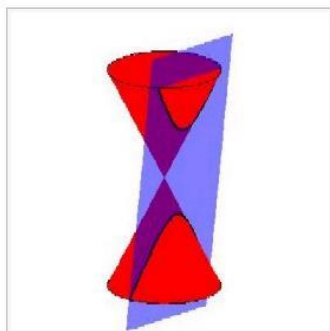
Durch welches Integral wird das Volumen des in der Abbildung dargestellten Rotationskörpers, der entsteht, wenn die schwarz dargestellte Kurve um die x-Achse rotiert, beschrieben?

- $\pi \int_{-1}^1 (1-x^2)^2 dx$
- $\pi \int_{-1}^1 (x^2+1)^2 dx$
- $\pi \int_{-1}^1 1-x^2 dx$
- $\pi \int_{-1}^1 1-x^2 dx - \pi \int_{-1}^1 x^2 - 1 dx$
- $\pi \int_{-1}^1 (1-x^2)^2 dx - \pi \int_{-1}^1 (x^2-1)^2 dx$
- $\pi \int_{-1}^1 (x^2+1)^2 dx - \pi \int_{-1}^1 (-x^2-1)^2 dx$

Abb. 1: Beispiel für eine Multiple-Choice-Frage

In zahlreichen Fällen konnten auch Lückentexte verwendet werden. Hierbei muss jedoch gesichert sein, dass alle von den Studierenden richtig gegebenen Antworten in einer vorgegebenen Antwortmenge enthalten sind. Damit eine Antwort bei einem Buchstabendreher, einem falschen, fehlenden oder zusätzlichem Buchstaben trotzdem als richtig bewertet wird, wurde der „Levenshtein-Abstand“ auf 2 gesetzt. (Der Levenshtein-Abstand ist ein Maß für den Unterschied zwischen zwei Zeichenketten. Abstand 1 bedeutet in diesem Fall, dass eine Antwortangabe, die ein falsches Zeichen enthält, immer noch als richtig gewertet wird. Bei einem Buchstabendreher wird jedoch schon der Levenshtein-Abstand 2 benötigt. So werden in dem in Abb. 2 gezeigten Beispiel auch Antworten wie „Hüperbel“ und „Hyberpel“ als richtig gewertet.)

Frage 2 Funktionen und Kurven / Kegelschnitte I (1 Punkt)



In der Abbildung wird ein gerader Kreiskegel mit einer ebenen Kurve geschnitten. Wie heißt der dargestellte Kegelschnitt?

Antwort:

Abb. 2: Beispiel für eine Lückentextaufgabe

Die Spezialvariante der Textlücke, die numerische Frage, bei der numerische Werte in

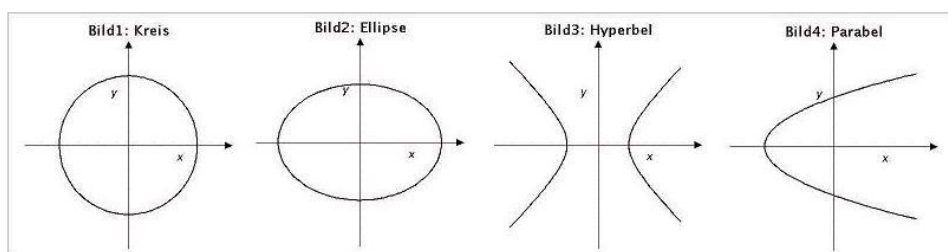


die Lücken eingetragen werden, wurde nur sehr selten benötigt, da die Fragen nicht aus Rechenaufgaben bestehen. Aus demselben Grund war das Vergleichen von formelmäßigen Ausdrücken nicht nötig, welches nur durch den Einsatz von Computeralgebrasystemen erreicht werden kann.

Zuordnungsfragen, bei denen die Studierenden Text-Paare einander zuordnen müssen, wurden nur selten verwendet, da häufig mit relativ geringem Wissen durch Ausschluss und Zufall die richtigen Zuordnungen gefunden werden können.

Frage 3 Funktionen und Kurven / Kegelschnitte II (1 Punkt)

15



Ordnen Sie die implizit gegebenen Gleichungen den Kegelschnitten auf den Bildern zu.

- $y^2 = 2 \cdot px$ passt zu
- $x^2 + y^2 = r^2$ passt zu
- $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ passt zu
- $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ passt zu

Abb. 3: Beispiel für eine Zuordnungsfrage

Weitere Fragentypen erschienen für diesen mathematischen Test als nicht sinnvoll.

Unabhängig von der Schwierigkeit der Aufgaben wird für eine vollständig korrekt gegebene Antwort ein Punkt vergeben. Bei den Multiple-Choice-Fragen gibt es den Punkt nur wenn alle richtigen Antworten angekreuzt sind, aber keine falsche Antwort markiert ist. Dies lässt sich in ILIAS durch negative Punkte bei falsch gegebenen Antworten realisieren. Bei den Lückentexten gibt es einen Punkt für korrekte Antworten, bei mehreren Lücken wird der Punkt entsprechend der Anzahl der Lücken aufgeteilt. Geteilt werden auch die Punkte bei den Zuordnungsfragen, leider ist es mit ILIAS nicht möglich den Punkt nur im Fall von allen richtigen Zuordnungen zu geben.

5 Erfahrungen

ILIAS bietet die Möglichkeit Tests auszuwerten. Es zeigte sich, dass einige Fragen nur von einer sehr geringen Anzahl von Studierenden korrekt beantwortet wurden. An dieser Stelle kann der Dozent eingreifen und untersuchen ob das Thema noch nicht verstanden wurde oder ob die Frage möglicherweise missverständlich gestellt ist (z.B.,



ob Studierende bei Multiple-Choice-Fragen nur eine Lösung angekreuzt haben, obwohl mehrere Lösungen richtig sind oder ob die Frage zu schwierig ist).

Bei einer Auswertung der Fragen hinsichtlich richtig gegebener Antworten in Abhängigkeit von den Themen / Fragenpools ergibt sich das in der Abbildung 4 dargestellte Ergebnis. Grundlage sind 721 ausgewertete Tests, die von insgesamt 137 Studierenden bearbeitet wurden. Das bedeutet, dass jeder dieser Studierenden den Test durchschnittlich fünf Mal durchlaufen hat. Da jeder Test aus zehn Fragen besteht, bezieht sich die Auswertung in Abb. 4 auf die insgesamt 7210 beantworteten Fragen.

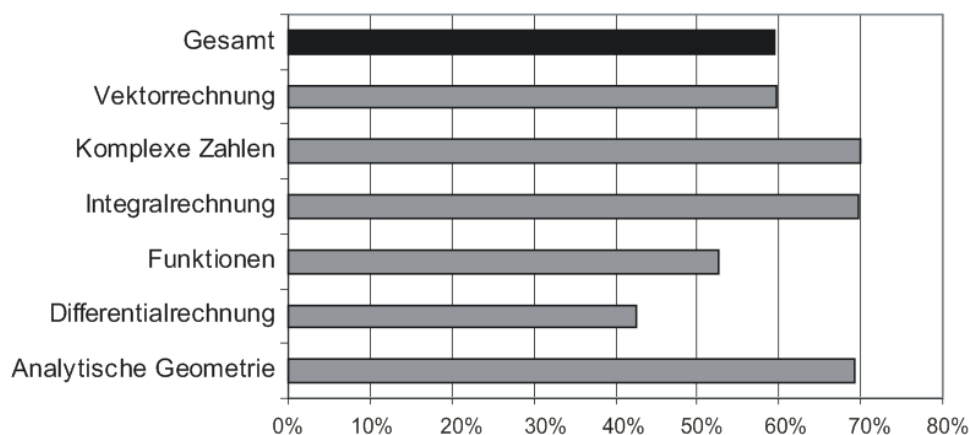


Abb. 4: Auswertung nach mathematischen Themen

Die Grafik zeigt, dass in keinem der Testbereiche mehr als durchschnittlich 70% richtige Antworten gegeben wurden. Jedoch hängt die Häufigkeit richtiger Antworten durchaus von den Themenbereichen ab. So wurden Testfragen zu den Themen „Komplexe Zahlen“, „Integralrechnung“ und „Analytische Geometrie“ (alle ca. 70%) häufiger richtig beantwortet als Fragen zur „Vektorrechnung“ (60%) und Funktionen (ca. 53%). Am schlechtesten schnitten die Studierenden im Bereich „Differentialrechnung“ ab, dort wurden nur 42,5% der Fragen korrekt beantwortet. Die Dozenten werden darauf hingewiesen, dass die Studierenden mit diesem Thema größere Probleme haben.

6 Evaluation und Klausurergebnisse

Im Anschluss an die Mathematik I-Klausuren wurden die Studierenden zu dem Testsystem befragt. Es zeigte sich, dass die meisten Studierenden die Tests allein durchgeführt hatten, obwohl auch eine gemeinsame Bearbeitung zwecks Diskussion sinnvoll ist. Obwohl ausdrücklich auf die Benutzung einer Formelsammlung hingewiesen ist, wurde diese von nicht allen Studierenden benutzt. Die überwiegende Mehrheit der Studierenden gab an, dass die Fragen für sie verständlich sind. Auch die Hinweise zum Weiterlesen bei falsch gegebenen Antworten reichten fast allen Studierenden. Bei



der Frage „Wie gut hat der Test Ihnen zur Vorbereitung auf die Klausur geholfen?“ wurden die möglichen Antworten „gut“, „etwas“ und „wenig“ fast gleichhäufig genannt. Von allen Studierenden wurde die Bedienbarkeit des Tests positiv bewertet.

Im Anschluss an die Klausuren wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen der Bearbeitung des Tests und der Klausurnote besteht.

Als Beispiel sei hier auf die Klausuren am Ende des Sommersemesters 2010 und des Wintersemesters 2010/11 hingewiesen. An diesen Klausuren nahmen 311 Studierende teil. Von diesen haben 125 den Test mindestens einmal bearbeitet. Die restlichen 186 Studierenden haben den Test nicht bearbeitet.

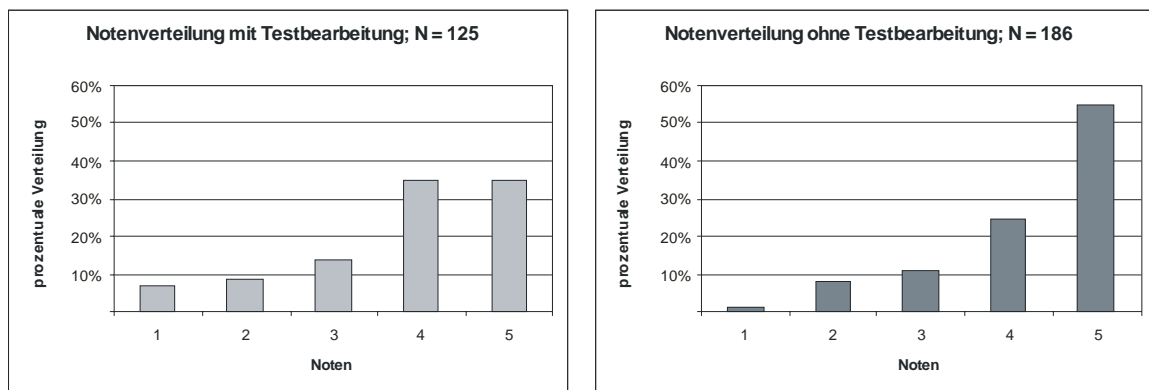


Abb. 5: Klausurergebnisse mit und ohne Testbearbeitung

Abbildung 5 zeigt, dass die Studierenden, die den Test bearbeitet hatten (linke Grafik), in der Klausur besser abschnitten und seltener durchfielen als diejenigen, die den Test nicht gemacht hatten (rechte Grafik).

7 Ausblick

Das Testsystem wurde erstmals im Sommersemester 2010 eingesetzt. Die hier vorgestellten Ergebnisse beziehen sich auf das Sommersemester 2010 und das Wintersemester 2010/11. Nach anfänglich geringer Resonanz seitens der Studierenden wurde der Test inzwischen mehr als 700mal durchlaufen. Die Korrelation mit den Klausurergebnissen lässt vermuten, dass eine noch stärkere Nutzung die Studienleistungen erhöhen würde. Die anschließende Evaluation bei den Teilnehmern zeigte auch, dass der Test durch weitere Fragen ergänzt werden sollte. Um die Motivation bei den Teilnehmern weiter zu erhöhen wird der Test in Zukunft durch Grafiken interessanter und abwechslungsreicher gestaltet. Außerdem sollen die Studierenden angeregt werden den Test gemeinsam zu bearbeiten um Antworten zu diskutieren und Lehrende sollen versuchen die Testergebnisse verstärkt in die Gestaltung der Veranstaltungen einzubeziehen.



8 Literatur

Handbuch für ILIAS-Autoren. Erstellen und Bearbeiten von Lernmaterialien, Tests und Umfragen. ILIAS-Version 4.0, 9. Aufl., Qualitus 2010, Köln

Handbuch für ILIAS-Lernende. Einführung in die Nutzung grundlegender Funktionen. ILIAS-Version 4.0, 9. Aufl., Qualitus 2010, Köln

Konen, Wolfgang (2008): Statusbericht MATRIX: eLearning in der „Mathematik für Informatiker“. In: Richter, Schott (Hrsg.): 6.Workshop Mathematik für Ingenieure, Soest, Wissmarer Frege-Reihe, Heft 03/2008

Krebs, René (2004): Anleitung zur Herstellung von MC-Fragen und MC-Prüfungen für die ärztliche Ausbildung. http://www.i-med.ac.at/lehre/habil/mc_anleitung.pdf

Worth, Maria-Anna (2006): MATRIX- für einen reibungslosen Studieneinstieg. - In: Insider, FH Köln, Januar 2006, S13-15

Der Autor



Name: Dr. Elmar Lau

Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
FH Köln, Campus Gummersbach

E-Mail: lau@gm.fh-koeln.de