



MAP@HCU: "*Mathematical Assessment and Practice*" an der HafenCity Universität Hamburg

Autoren: Prof. Dr. Thomas Schramm
StR Tim Buhrke
Portalbereich: Aus der Praxis
Stand: 15.01.2010

Inhaltsverzeichnis

Teaser.....	1
Ausgangssituation.....	1
Status Quo.....	2
Die technische Basis.....	3
Erste Erfahrungen.....	4
Rahmenbedingungen und Ausblick.....	7
Fazit.....	7
Literatur.....	8
Die Autoren.....	8

Teaser

Viele Studierende der Natur- und Ingenieurwissenschaften haben in ersten Semestern erhebliche Probleme mit der Mathematik. Im Projekt MAP@HCU wird ein Mathematik-Online-Assessmentsystem eingesetzt, um Eignungs- oder Einstufungstests, Hausübungen und eKlausuren zu entwerfen und durchzuführen. Das beliebig geduldige System hilft den Studierenden ihre Kenntnisse zu prüfen und zu sichern und in eKlausuren unter Prüfungsbedingungen zu dokumentieren. Wir berichten über erste Erfahrungen.

Ausgangssituation

In den Ingenieurstudiengängen der HafenCity Universität kämpfen wir mit den gleichen "First-Year"-Problemen der Studierenden wie andere Hochschulen auch. Wie bei anderen technisch orientierten Studiengängen stellt der sichere Umgang mit den naturwissenschaftlichen und mathematischen Grundlagen die Voraussetzung für ein erfolgreiches Studium, aber damit auch eine harte Barriere im Grundstudium dar.

Die hochschulpolitische Forderung nach mehr und qualifizierten Ingenieurabsolventen kollidiert hier mit der abnehmenden Qualifikation von Schulabsolventen ein Ingenieurstudium aufnehmen zu können.

Die Hochschulen beklagen sich seit Langem über die inhaltliche Erosion der Lehrpläne an Schulen. Aber auch die Medien nehmen sich verstärkt dieses Themas an. So bemerkt der Kollege Dietz, Mathematikprofessor an der Uni Paderborn in einem Spiegelartikel zur Zukunft des Gymnasiums: „Vor zehn Jahren fehlte es noch eher an höherer Mathematik, jetzt haben viele schon Probleme mit quadratischen Gleichungen



oder dem Bruchrechnen [...] schon die Rolle der Klammern ist nicht allen klar, obwohl das eigentlich in der vierten oder fünften Klasse gelernt worden sein sollte (Dahlkamp, Friedmann & Verbeet, 2009).

Wir können das bestätigen: Termumformungen gelingen oft nicht, weil der sichere Umgang mit Brüchen ganzer Zahlen nicht beherrscht wird. Komplexere Techniken, etwa das Lösen goniometrischer oder exponentieller Gleichungen, stößt auf große Probleme, weil trigonometrische oder Logarithmusfunktionen bzw. das Konzept von Funktionen und Umkehrfunktionen nicht oder nicht mehr bekannt sind. Hinzu kommen Schwächen im Textverständnis und dem Vermögen sich sicher (schriftlich) auszudrücken. Obwohl das sicher nicht für alle Studierenden gilt, sehen wir jedoch die Tendenz schwierigen Fragestellungen aus dem Weg zu gehen. Für ein Einüben mathematischer Fertigkeiten ist das wenig hilfreich (vgl. auch Schramm, 2009 und Referenzen darin).

Status Quo

Wir haben uns dieser Problematik in der Geomatik (der modernen Form des Vermessungswesens) an der HafenCity Universität bzw. vor ihrer der Gründung 2006 an der Hochschule für angewandte Wissenschaften in Hamburg von verschiedenen Seiten genähert.

Die Studienbewerber müssen sich über die Anforderungen des Studiums im Klaren sein, und wir benötigen motivierte, gut vorgebildete Studierende. Wir besuchen daher Schulen, führen dort spannende Messübungen oder Begabtenkurse durch (vgl. Schramm & Buhrke, 2009, S.18), beraten Lehrkräfte und erhoffen uns einen gewissen Multiplikatoreffekt. Zusammen mit den Bauingenieuren entwerfen wir zurzeit naturwissenschaftlich-mathematische Online-Assessments, die eine Eignung für ein Ingenieurstudium aufzeigen sollen.

Im mathematischen Grundstudium wiederholen wir den verschütteten Schulstoff nur punktuell, versuchen aber durch anonyme Einstufungstests die Lücken aufzuzeigen und bieten Tutorien an. Wir setzen dabei massiv auf den Einsatz von Computermathematik, die natürlich gute Grundkenntnisse nicht ersetzen kann, aber die Einübung erleichtert (Maschinen sollen tun, was Maschinen eben können). Parallel bieten wir online Übungsaufgaben an, die den Grundstock für die finale E-Klausur aufbauen. Die Tutorien im ersten und zweiten Semester werden in Kooperation mit dem Gymnasiallehrer Tim Buhrke durchgeführt, der die Online-Assessments entwirft und soweit inhaltlich möglich auch im Schulumfeld testet. Dies hat sich als besonders günstig erwiesen, da ein Pädagoge mit Erfahrung in der gymnasialen Oberstufe leicht Zugang zu den Problemen der Erstsemester bekommt. Wir bekommen so einen realistischen Einblick in die Schulwirklichkeit und die Schulkollegen eine Idee der tatsächlichen Anforderungen an ihre Absolventen. Weitere Fortbildungen für Lehrkräfte und der Einsatz von Online-Assessments an weiteren Schulen sind geplant.



Die technische Basis

Für das computerunterstützte Lehren und Lernen ist die Mathematik (und methodisch verwandte Bereiche) eine Herausforderung mit vielen Facetten. Die Erstellung und Darstellung statischer mathematischer Texte ist dank [LaTeX](#) (oder zur Not auch [MathType](#)®) und [MathML](#) geklärt, wenn auch die Implementation in Browsern noch teilweise problematisch ist. Das symbolische Rechnen kann mit Computeralgebrasystemen (z.B. [Maple](#)®, [Mathematica](#)®, [MuPad](#)®, [Maxima/Macsyma](#)®) und das numerische mit anderen mathematischen Problemlösern (z.B. [Matlab](#)®, [GNU-Octave](#), [PV-Wave](#)) eingeübt werden. Die Beherrschung dieser Software ist dabei eine wichtige zusätzliche Qualifikation für unsere Ingenieure. Einige dieser Spezialpakete können im WEB mit einem Browser betrieben werden, grundsätzlich stehen aber Open-Source-Lösungen oder preiswerte Studierendenversionen zur Verfügung. Im Studiengengebührenmodell der HafenCity Universität können Studierende einen Teil der Studiengebühren zum Erwerb solcher Lizenzen einsetzen.

Die Durchführung von **mathematischen Online-Assessments** fügt eine weitere Facette erheblicher Komplexität hinzu. Es reicht nicht aus, einem Standard-Assessment-System, das in einer Lernplattform (z. B. [ILIAS](#), [Blackboard](#), [OLAT](#), [Moodle](#)) enthalten ist, den Formelsatz hinzuzufügen, auch, wenn dies ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung ist. Mathematische Online-Assessment-Systeme (MOAS) müssen numerische und symbolische Antworten bewerten können, um ein automatisiertes Assessment durchzuführen. Hierzu werden in geeigneten Systemen Computeralgebrasysteme eingebettet, die in der Lage sind, formelmäßige Ausdrücke zu vergleichen. Zurzeit entziehen sich durch die unterschiedlichen verwendeten Algebrasysteme MOAS einer Standardisierung. Der für Assessmentssysteme entworfene [IMS QTI-Standard](#) greift hier zu kurz, sodass eine Übertragung von Fragendatenbanken zwischen unterschiedlichen Systemen zurzeit nur schwer zu bewerkstelligen ist.

Wir setzen [Maple T.A.](#) als MOAS ein. Neben den (QTI) Standardfragentypen wie Multiple-Choice, Lückentext, anklickbare Diagramme etc. sind Fragen möglich, deren Antworten durch das eingebettete Maple ausgewertet werden. Fragen werden als "Template" entwickelt und können Variablen für Zahlen, Symbole und grafische Darstellungen enthalten, die erst im konkreten Test mit potenziell zufälligen Werten dynamisch belegt werden (s. Abb. 1). Man kann so erreichen, dass keine zwei Studierenden die exakt gleichen Aufgaben in gleicher Reihenfolge bearbeiten.



http://cats.hcu-hamburg.de:8080/mapleta/modules/unproctoredTest.QuestionSheet

Question 1: (1 point)
Punktspiegelung an einer Geraden

Spiegeln Sie das blaue Kreuz (1,4) an der roten Geraden. Geben Sie die Koordinaten des gespiegelten Punktes an.

Schnittpunkt im Koordinatensystem

Nutzen Sie die Schreibweise: Bsp.: P(2,4).

P(,)

Fertig

Abb. 1: Frage mit dynamisch erzeugter Grafik mit zufälligen Werten.

Die Fragen werden in Datenbanken organisiert und zu **Assignments** (Tests) zusammengefügt, die ebenfalls in einer Datenbank abgelegt werden. So entstehen Übungen zum Selbststudium, Quizze, Hausaufgaben oder überwachte Klausuren mit unterschiedlichen Anforderungen an Freigabe und Personalisierung, die einfach mit einem WEB-Browser bearbeitet werden können. Die Auswertung, **Grading** genannt, erfolgt automatisch direkt nach Abschluss der Assignments und kann ggf. vom Dozenten gesichtet und nachkorrigiert werden. Nach Freigabe kann der Studierende in seinem **Gradebook** die Ergebnisse und Bewertungen direkt ansehen. Eine genauere Beschreibung von Maple T.A. und Hinweise zu weiteren MOAS kann z. B. Schramm (2009, S. 27) entnommen werden.

Erste Erfahrungen

Nachdem wir unser MOAS einige Zeit zur freiwilligen Bearbeitung von Übungen eingesetzt haben, sind jetzt die jede Woche freigeschalteten Hausaufgaben prüfungsrelevant. Es ergibt sich damit für die Lehrenden ein unmittelbares Feedback über den Erfolg der Lehre und es kann ggf. nachgesteuert werden. In diesem Sinne testet sich eigentlich die Lehrveranstaltung (vgl. engl. Wikipedia, Art. Formative Assessment, 15.01.2010).



Im SS09 haben wir erstmals eine eKlausur mit Maple T. A. in Linearer Algebra (Mathematik II) durchgeführt. In diesem Semester folgt Analysis (Mathematik I). Die Studierenden waren im Wesentlichen erfolgreich und wir können einen direkten Zusammenhang zwischen dem Klausurerfolg und der Beteiligung an den Hausaufgaben nachweisen. Dies bestätigt die Erfahrung aus dem Schulbereich, die einen positiven Einfluss der Beschäftigung mit dem Onlinesystem und dem Klausurerfolg nahelegt. Die Zahlen sind insgesamt zu klein, um abgesicherte statistische Resultate ableiten zu können, aber der Trend ist deutlich.

Aus der Sicht der Lehrenden haben wir natürlich einen erheblichen Aufwand, die Fragen- und Testdatenbanken zu erstellen. Die Lernkurve für die Beherrschung des Assessment-Systems ist auch nicht gerade flach. Dies wird aber teilweise durch die instantane Korrektur der Ergebnisse und die Mehrfachnutzung der Aufgaben kompensiert. Uns wäre es sonst auch gar nicht möglich, soviel Übungsmaterial auszugeben und zu korrigieren, wie es so der Fall ist.

Es hat sich als schwierig herausgestellt, Fragen ohne Kenntnis des Systems zu formulieren und dann genau diese umgesetzt haben zu wollen. Sehr einfache Fragen können erheblichen Aufwand erzeugen und sehr komplexe sind manchmal wiederum sehr einfach zu implementieren. Da man z.B. in Maple kaum verhindern kann, dass ein eingegebener Bruch gekürzt dargestellt wird, ist es schwierig eine Aufgabe zu formulieren, in der dies gefordert wird. Andererseits ist es z.B. einfach die symbolische Lösung einer Differenzialgleichung abzufragen, bei der es unendlich viele Möglichkeiten gibt, die Lösung darzustellen. Es ist also ratsam, Fragen mit dem Hintergrundwissen der Möglichkeiten des Systems zu formulieren.

Die Studierenden nehmen das System i.A. gut an. Kritik gibt es an der Bedienung, da es naturgemäß kompliziert ist, mathematische Ausdrücke korrekt einzugeben und sich an gewisse Standards zu halten, die allerdings vorher geübt wurden (Dezimalpunkt statt Komma etc.).

Die Rückmeldungen des Systems bei falschen Lösungen werden oft als zu knapp empfunden. Diese Kritik richtet sich natürlich zuerst an die Aufgabensteller, die das Feedback vorbereiten. Allerdings reicht die Lesekompetenz der Studierenden oft nicht aus, die Rückmeldungen des Systems richtig zu interpretieren, wobei die automatisch generierten mathematischen Ausdrücke manchmal typografisch besser aufbereitet werden könnten (s. Abb. 2).



The screenshot shows a web browser window titled "Maple T.A. - Gradebook - Mozilla Firefox". The address bar shows the URL "http://cats.hcu-hamburg.de:8080/mapleta/gradebc". The page content is divided into two columns: "Your response" and "Correct response".

Your response:
 Geradengleichung in Parameterform
 Geben Sie eine Parameteregleichung einer Geraden an, die durch die Punkte $P_1(1, -8, -8)$ und $P_2(3, -16, -15)$ verläuft.
 $g: \vec{x} = \langle 1, -8, -8 \rangle + r \langle 3, -16, -15 \rangle$ (33%) + (0%)
 Geben Sie zum Beispiel für die Gerade
 $g: \vec{x} = \begin{pmatrix} 2 \\ -3 \end{pmatrix} + r \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$ nur $\langle 2, -3 \rangle + r \langle 1, 2 \rangle$ ein. Geben Sie bitte r als Parameter an.
 Total grade: $1.0 \times 1/3 + 0.0 \times 2/3 = 33\% + 0\%$
 Comment:
 Eine mögliche Gleichung für die Gerade lautet:
 $g: \vec{x} = \begin{pmatrix} 1 \\ -8 \\ -8 \end{pmatrix} + r \cdot \begin{pmatrix} 2 \\ -8 \\ -7 \end{pmatrix}$

Correct response:
 Geradengleichung in Parameterform
 Geben Sie eine Parameteregleichung einer Geraden an, die durch die Punkte $P_1(1, -8, -8)$ und $P_2(3, -16, -15)$ verläuft.
 $g: \vec{x} = \langle 1, -8, -8 \rangle + \text{Vector}[\text{column}](3, \{(1) = 2*r, (2) = -8*r, (3) = -7*r\}, \text{datatype} = \text{anything}, \text{storage} = \text{rectangular}, \text{order} = \text{Fortran_order}, \text{shape} = [1])$
 Geben Sie zum Beispiel für die Gerade
 $g: \vec{x} = \begin{pmatrix} 2 \\ -3 \end{pmatrix} + r \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$ nur $\langle 2, -3 \rangle + r \langle 1, 2 \rangle$ ein. Geben Sie bitte r als Parameter an.

An "INCORRECT" label with a red 'X' icon is visible on the right side of the correct response column.

Abb. 2: Bildschirmkopie der Rückmeldung auf eine falsche Antwort

Ein zentrales Problem war und ist, dass zwar Teillösungen als richtig bewertet werden können, aber letztlich richtige Ansätze nicht zählen. Dies führt zu fein granulierten Aufgaben, die keine inneren Abhängigkeiten haben. Komplexere Fragestellungen, in denen Studierende ihre Antworten frei entwickeln, sind so höchstens als Freitextaufgabe mit manueller Korrektur denkbar. Hier ist der Stein der Weisen noch nicht gefunden. Wir greifen bei solchen Fragen daher noch auf die klassische Papierform zurück, auch weil die Eingabe einer Herleitung mit einem mathematischen Formeleditor für die Studierenden zu aufwendig ist. Studierende empfanden beim Üben die unmittelbare Rückmeldung als sehr wertvoll, um das eigene Verständnis richtig einzuschätzen. Erstaunlicherweise war dies bei Schülern oft nicht so, die nicht so gern wissen wollten, wie ihr Stand war.

Die Möglichkeit Aufgaben mit anderen Zahlen zu wiederholen verstärkte das Gefühl der Sicherheit im Umgang mit dem mathematischen Thema. Insgesamt motivierte das System die Studierenden, kontinuierlich in der Vorlesung mitzuarbeiten.



Rahmenbedingungen und Ausblick

Wir haben ein technisches System und die Infrastruktur um Online-Assessments anzubieten. Die Aufgabe allerdings justiziable Klausuren durchzuführen, stellt uns vor ganz neue Herausforderungen. Es beginnt mit einfachen Dingen: Jeder Studierende benötigt einen Computer, was bei uns dazu führt, dass die Klausur gleichzeitig in mehreren beaufsichtigten Poolräumen durchgeführt werden muss. Die Computer müssen funktionieren, das Netzwerk und der Klausurserver auch. Wir bereiten leere Accounts für die Studierenden vor und die Zugriffsrechte auf Server oder das Internet müssen bedacht und ggf. blockiert bzw. Zugriffe protokolliert werden.

Natürlich muss der Klausurserver vor fremden Zugriff geschützt und der Datenschutz gewährleistet sein. All dies erfordert eine vertrauensvolle, intensive Zusammenarbeit mit dem lokalen Rechenzentrum. Mittelfristig müssen eKlausuren bei der Installation von Pools mitgedacht bzw. es sollten zentrale reine Prüfungspools eingerichtet werden.

Typischerweise sehen Prüfungsordnungen eKlausuren noch nicht vor, d.h. hier muss geändert, oder fantasievoll interpretiert werden. Für die Speicherung bzw. Lagerung von Prüfungsergebnissen gibt es eigene Vorschriften, die berücksichtigt werden müssen.

Wir verfahren zurzeit so, dass die Studierenden eine Blankoversion der Klausur auf Papier bekommen, in die sie die Zahlen und Symbole der konkreten Online-Klausur und ihre Ergebnisse übertragen müssen. Diese Versionen werden archiviert. Für den Fall der Fälle halten wir eine Papierform der Klausur vor, die ebenfalls auf Wunsch von "Nachschreibern" genutzt wird, die keine Übung mit dem System haben.

Eine Reihe von weiteren Fragen, wie Barrierefreiheit, Widerspruchsverfahren etc. sind noch gar nicht erörtert. Eine schöne Übersicht findet man bei Michael Vogt & Stefan Schneider (2009).

Fazit

Wir glauben, dass der Einsatz von Computermathematik einerseits und automatisierten Online-Assessments für Eignungstests, Übungen und eKlausuren andererseits ein probates Mittel sind, um bei der Überwindung der Anfangsschwierigkeiten in der Mathematik und verwandten Fächern im Grundstudium zu helfen. Wunder sind allerdings nicht zu erwarten und nichts kann die intensive, motivierte Mitarbeit der Studierenden ersetzen.



Literatur

Dahlkamp, Jürgen, Friedmann, Jan & Verbeet, Markus (2009). Die neue Haupt-Schule. In: Der Spiegel 46/2009, S. 142ff. Online: <http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-67682740.html>.

Schramm, Thomas & Buhrke, Tim (2008). Enrichment, Computermathematik und Maple. In: Computeralgebra Rundbrief 4/2008, S. 18-21. Online: <http://www.fachgruppe-computeralgebra.de/JdM/Sonderheft.pdf>

Schramm, Thomas (2009): eAssessments und eKlausuren im Studiengang Geomatik der HafenCity Universität. In: Hamburger eLMagazin #2 -08/09, S. 27. Online: http://www.uni-hamburg.de/eLearning/eCommunity/Hamburger_eLearning_Magazin/eLearningMagazin_02.pdf

Vogt, Michael & Schneider, Stefan (2009). E-Klausuren an Hochschulen. Koordinationsstelle Multimedia, JLU Gießen. <http://wiki.uni-giessen.de/eklausur>
<http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2009/6890/pdf/VogtMichael-2009-02-20.pdf>

Art. Formative Assessment Online: http://en.wikipedia.org/wiki/Formative_assessment

Alle Links wurden zuletzt überprüft am 15.01.2010.

Die Autoren



Name: Prof. Dr. Thomas Schramm
HafenCity Universität Hamburg
Studiengang Geomatik

Internet: <http://www.hcu-hamburg.de/geomatik/department/mit/schramm/>

E-Mail: thomas.schramm@hcu-hamburg.de



Name: StR Tim Buhrke
Studienleiter Mathematik, IQSH
Gymnasium Wentorf, Schleswig-Holstein

E-Mail: timbuhrke@web.de