

Computergestützte Mathematiktests im Informatikstudium

Ingrid Mengersen, Peter Riegler

Institut für Medieninformatik
Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel
Salzdahlumer Str. 46/48
38302 Wolfenbüttel

{i.mengersen,p.riegler}@fh-wolfenbuettel.de

Abstract: Computergestützte Übungen werden in den kommenden Jahren an Hochschulen aus verschiedenen Gründen an Bedeutung gewinnen. Zu den in der Informatik schon weit verbreiteten Anwendung in der Programmierausbildung dürften Anwendungen in der Mathematikausbildung hinzukommen. Wir stellen hier erste Erfahrungen mit zwei Einsatzgebieten von computergestützten Tests in der Mathematikausbildung in Informatikstudiengängen vor. Basierend auf diesen Erfahrungen diskutieren wir Faktoren, die den erfolgreichen Einsatz solcher Tests beeinflussen.

1 Einleitung

Rechnergestützte Übungs- und Bewertungssysteme haben in der Informatik inzwischen eine lange Tradition [FW65]. Insbesondere für die Programmierausbildung werden diese in den letzten Jahren verstärkt eingesetzt (z.B. [EFGvG03, RAP05]).

Die Motivation für den Einsatz solcher Systeme ist sicher vielfältig. In Präsenzstudiengängen dürfte es in den meisten Fällen die Hoffnung sein, dass durch ihren Einsatz Defizite im Lernerfolg von Studierenden effizienter behoben werden können und der Lernerfolg beschleunigt wird oder nachhaltiger wird. Die Knappheit der Hochschulen an Personalressourcen macht sie zusätzlich zu einer attraktiven Alternative zu herkömmlichen Übungsangeboten. Dieselben Gründe und Erwartungen motivieren den Einsatz von computergestützten Übungssystemen in der grundlegenden Mathematikausbildung.

In Abschnitt 2 gehen wir zunächst auf die Gründe ein, die uns zum Einsatz von rechnergestützten Mathematikübungen in unseren Informatikstudiengängen bewegt haben. Im darauf folgenden Abschnitt beschreiben wir kurz die wesentlichen Anforderungen an ein System, das solche Übungen im Bereich Mathematik unterstützt. Abschnitt 4 beschreibt ein konkretes Einsatzgebiet. In Abschnitt 5 berichten wir über erste Erfahrungen im Vorlesungsbetrieb und analysieren die Auswirkungen auf den Lernerfolg von Studierenden. Der letzte Abschnitt diskutiert die gewonnenen Ergebnisse. Dabei gehen wir insbesondere darauf ein, inwieweit alleine computergestützte Übungen die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen können und inwieweit dies von anderen Faktoren abhängt.



Abbildung 1: Schematische Darstellung unseres Konzeptes für den Einsatz von computergestützten Übungen. Diese sollen Studierenden möglichst viele grundlegende Aufgabenstellungen zur Verfügung stellen. Das Angebot soll mit traditionellen Übungsangeboten komplettiert werden, bei denen vorrangig komplexere Aufgabenstellungen in geringerer Zahl behandelt werden. Die Fläche jedes einzelnen geometrischen Segments in der Abbildung ist ein Maß für die Zahl möglicher Aufgabenstellungen in diesem Segment. Jedes Segment ist durch die Art der Betreuung bzw. der Aufgabenbewertung charakterisiert.

2 Motivation

Nicht nur in Informatikstudiengängen wird die Situation in der Mathematikausbildung an Hochschulen heute einstimmig als schwierig angesehen. Die Gründe für diese Schwierigkeiten sind vielfältig, neben der mangelnden Vorbildung der Studierenden wird häufig das nicht ausreichende Übungsangebot genannt [GKSK04]. Auch wir beobachten in unseren Vorlesungen, dass ein merklicher Teil der Studierenden Vorlesungen nicht nachbereitet und durch Übungen vertieft. Die Lernphase ist nicht kontinuierlich, sondern wird von vielen auf wenige Tage vor der Prüfungsperiode komprimiert. Gerade regelmäßige Übungen können hier die Rolle eines Schrittmachers übernehmen und Studierende zu einem stetigeren Befassen mit dem Lernstoff bewegen.

Intensivere Übungsangebote sind allerdings nur dann sinnvoll und werden in der Regel auch nur dann angenommen, wenn die übenden Personen ein zeitnahes Feedback erhalten. Zumeist verfügen heute Hochschulen jedoch nicht über die notwendigen Ressourcen, um ausreichende Übungsangebote und Tutorien anzubieten. In dieser Situation ist der Wunsch nach computergestützten Übungssystemen nahe liegend.

Zu einem tragfähigen und effizienten Konzept, um ein ausreichendes Übungsangebot anzubieten, werden rechnergestützte Systeme trotz knapper Personalressourcen nur zum Teil beitragen. Das Niveau von Übungsaufgaben, die in einem solchen System implementiert werden können, hängt von dessen Leistungsfähigkeit ab. Ab einem gewissen Niveau oder Schwierigkeitsgrad müssen Studierende ein individuelles Feedback von qualifizierten Personen erhalten. Abb. 1 stellt dies schematisch dar.

Aus diesen Überlegungen heraus haben wir das Konzept entwickelt, vorlesungsbegleitend regelmäßig die Bearbeitung von computergestützten Übungsaufgaben zu fordern und die Übungen in geringerer Anzahl durch traditionelle Übungsformen zu ergänzen. Dabei entfällt auf die computergestützten Aufgaben der zahlenmäßig größere Anteil, der Schwierigkeitsgrad ist jedoch geringer.

Computergestützte Übungen zeichnen sich zudem durch zwei weitere Vorteile aus: Zum einen erhalten Lehrende schnell ein Feedback über den aktuellen Leistungsstand der Studierenden. Wenn die Ergebnisse einzelner Übungsaufgaben Schwierigkeiten mit den dahinter liegenden Lernzielen zeigen, können diese in der Vorlesung noch einmal angesprochen oder weiter vertieft werden.

Zum anderen kann die Gefahr, dass Studierende Lösungen abschreiben (was bei den üblichen Übungsblättern auf Papier sicher häufig auftritt) durch eine automatisierte Randomisierung und damit Individualisierung der Aufgabenstellung verringert werden. Diese Individualisierung schließt nicht aus, dass Studierende zusammenarbeiten und Aufgabenstellungen gemeinsam lösen. Dies ist prinzipiell sogar positiv zu sehen, denn Studierende müssen dazu zunächst gemeinsam eine generische Lösungsstrategie entwickeln und dann individuell auf ihre Aufgaben anwenden.

Unsere Intention ist also, Studierende v.a. durch rechnergestützte Übungen zu einem adäquateren Studienverhalten zu bewegen und damit insbesondere im konkreten Fachgebiet der Mathematik ihren Studienerfolg zu erhöhen.

3 Automatisches Bewerten von mathematischen Lösungen

Ein wesentlicher Unterschied zwischen rechnergestützter Bewertung von Programmieraufgaben und Mathematikaufgaben besteht in der bekannten Schwierigkeit, die korrekte Funktionalität eines Programms mit formalen Methoden festzustellen. Nach erfolgreicher Syntaxüberprüfung eines Programms wird die Bewertung daher in der Regel daraus bestehen zu überprüfen, ob das Programm Testdaten korrekt verarbeitet.

Die Lösung typischer Mathematikaufgaben in der Hochschulausbildung ist dagegen in der Regel mit formalen Methoden auf Richtigkeit überprüfbar. Daraus ergibt sich die Anforderung, dass rechnergestützte Korrektursysteme für Mathematikaufgaben formale Methoden verwenden sollten. Wir werden unten zeigen, dass viele sinnvolle Aufgabenstellungen rechnergestützt auch nur mit formalen Methoden auf Korrektheit der Lösung überprüft werden können.

Im Gegensatz zu diesen strengen Anforderungen sind die angewandten Maßstäbe im Bereich der syntaktischen Richtigkeit von mathematischen Ausdrücken oft eher wohlwollend. Beispielsweise wird kaum ein menschlicher Korrektor einen Ausdruck der Form $a \cdot (b + c$ in einer studentischen Lösung streng ahnden.

Die Anforderung nach der formalen Überprüfbarkeit der Lösung legt für die computergestützte Bewertung von Mathematikaufgaben den Einsatz eines Computeralgebrasystems nahe. In den meisten Fällen wird die formale Korrektheit einer Aufgabenlösung dadurch

bestimmt, dass das Computeralgebrasystem mit algebraischen Methoden den Wahrheitswert einer Aussage der Art

$$\text{studentische Antwort} = \text{vorgegebene, korrekte Antwort} \quad (1)$$

überprüft. Im Beispiel der im Anhang aufgeführten Aufgabe A2a würden studentische Antworten der Form $3 \cdot s + 2 \cdot t$, $2 \cdot t + s \cdot 3$, $2 \cdot (t + 3/2 \cdot s)$ usw. alle als korrekt bewertet werden. Dagegen würde $2 \cdot (t + 3/2 \cdot s)$ als falsch bewertet werden. Wir halten eine solche penible Bewertung insbesondere im Rahmen von Informatikstudiengängen für gerechtfertigt, auch wenn sich Studierende in solchen Fällen häufig mit der Argumentation beklagen, dass ihre Lösung „nicht ganz falsch“ sei.

Bei der Überprüfung von Aussagen der Art (1) müssen die Autoren von computergestützten Übungsaufgaben jedoch sorgfältig darauf achten, dass keine höherwertigen Methoden zur Termvereinfachung zum Einsatz kommen (wie z.B. `simplify`-Befehle). Andernfalls könnten Antworten als korrekt bewertet werden, die bei Korrektur von Hand nicht akzeptiert würden. Ohne solche geeigneten Maßnahmen würden beispielsweise die Aufgabenstellungen der Aufgabe A2 (Anhang) als korrekte Antworten akzeptiert werden.

Durch den Einsatz eines Computeralgebrasystems wird es darüber hinaus möglich Aufgabenstellungen computergestützt bewerten zu lassen, bei denen die korrekte Antwort *a priori* gar nicht explizit angebar ist. Aufgaben vom Typ „Geben Sie ein Beispiel für . . .“ gehören zu dieser Klasse. Bei der Aufgabenstellung „Geben Sie ein Beispiel einer Funktion mit gerader Symmetrie“ wird überprüft werden, ob für die studentische Eingabe $f(x)$ das Prädikat $f(-x) = f(x)$ den Wahrheitswert TRUE hat. Bei der Aufgabenstellung „Geben Sie ein Beispiel einer alternierenden Folge a_n mit Grenzwert 0 an“ muss die Eingabe u.a. auf Konvergenz getestet werden, was nur mit formalen Methoden möglich ist.

Um die studentischen Lösungen zu Übungsaufgaben computergestützt auf Richtigkeit zu überprüfen, verwenden wir das kommerzielle System Maple T.A. Dieses System verfügt über eine Anbindung an das Computeralgebrasystem Maple und ermöglicht somit die diskutierte formale Überprüfung von Lösungen auf Korrektheit. Das Produkt ermöglicht außerdem alle gängigen Aufgabentypen wie z.B. *Multiple Choice* oder *Fill in the Blanks* und durch geeignete Parametrisierung die Randomisierung der Aufgabenstellung. Darüber hinaus stellt Maple T.A. elementare Werkzeuge für *Authoring* und Verwaltung von Kursen zur Verfügung.

4 Studienanfängertest

Als Testapplikation für Maple T.A. haben wir zunächst unseren Studienanfängertest als rechnergestützten Test implementiert. Seit Wintersemester 2004/2005 testen wir die Eingangskennnisse der Informatikstudierenden mit einem standardisierten Test. Dieser besteht aus jeweils zwei Gruppen mit jeweils fünf Aufgaben. Dabei prüfen Aufgaben mit geraden Nummern Kenntnisse, die in der Mittelstufe vermittelt werden und für jeden technischen oder naturwissenschaftlichen Studiengang relevant sind. Ungerade Aufgabennummern befassen sich mit Problemstellungen, die für das Informatikstudium besonders rele-

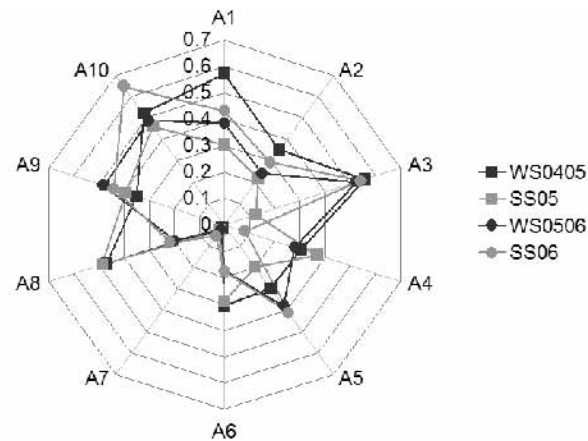


Abbildung 2: Ergebnisse des Studienanfängertests. A1 bis A10 bezeichnen die im Anhang aufgelisteten Testaufgaben. Dargestellt ist jeweils der Mittelwert der erreichten Punkte relativ zur maximal erreichbaren Punktzahl.

vant sind.

Bei der Auswahl der Aufgaben haben wir uns zum einen von unseren Erfahrungen mit den üblichen thematischen Schwierigkeiten der Studienanfänger leiten lassen, aber auch von den Testfragen in [BO01]. Die Aufgaben erheben nicht den Anspruch ein repräsentatives Bild der Eingangsqualifikationen der Studierenden zu erheben. Die Intention ist vielmehr

- Studienanfänger frühzeitig auf ihre Defizite hinzuweisen und ihnen diese bewusst zu machen.
- ein Instrument zur Hand zu haben, mit dem eine geeignete Aufteilung von Studierenden auf Lehrangebote ermöglicht wird (z.B. parallele Vorlesungen, Tutorien, Übungsgruppen, soweit jeweils ausreichende Ressourcen für ein Mehrfachangebot zur Verfügung stehen). In diesem Sinne erfüllt der Studienanfängertest genau den Zweck, den *placement tests* an amerikanischen Hochschulen verfolgen.
- Dozenten frühzeitig eine Einschätzung über die mittlere Qualifikation der aktuellen Studienanfänger zu geben.

Die Aufgaben des Studienanfängertests sind im Anhang aufgelistet.

Im Wintersemester 2004/2005 und Sommersemester 2005 wurde der Test noch handschriftlich durchgeführt und von Dozenten korrigiert. Seit Wintersemester 2005/2006 wird der Test an Rechnern durchgeführt und automatisch ausgewertet. Abbildung 2 zeigt die bisherigen Ergebnisse.

Deutlich zu erkennen ist das schlechtere Abschneiden bei Fragen mit gerader Ordnungsnummer, also solchen Aufgaben, die elementare mathematische Schulkenntnisse überprüfen. Dagegen ist die Erfolgsquote bei den Aufgaben mit stärkerem Informatikbezug in der

Regel höher. Dies rechtfertigt jedoch nicht den Schluss, dass Studierende auf solche Problemstellungen besser durch die Schule vorbereitet sind. In Gesprächen mit Studierenden zeichnet sich eher das Bild ab, dass Studierende solche Aufgaben als Knobelaufgaben betrachten und gern bearbeiten. Die Lösungsstrategie ist jedoch meistens nicht systematisch und strukturiert, sondern schlicht Ausprobieren.

Wichtig für den Einsatz von computergestützten Aufgaben ist die Verlässlichkeit der automatischen Bewertung. Natürlich ist zu erwarten, dass v.a. bei Aufgaben mit symbolischer Antwort das rechnergestützte System strenger korrigiert als die meisten menschlichen Korrektoren. Durch stichprobenartige Nachkorrektur haben wir festgestellt, dass dies durchaus der Fall ist. In sehr vielen Fällen ist dies auf syntaktisch falsche Eingaben zurückzuführen. Die wohlwollende Korrektur per Hand schlägt sich jedoch kaum auf die Bewertung der einzelnen Studierenden nieder. Die Mehrzahl der Studienanfänger erreicht nicht mehr als die Hälfte der erreichbaren Punkte. Die durch Nachkorrektur zugesprochen Punkte bewegen sich im Rahmen von 1 bis 5 zusätzlichen Punkten bei einer maximal erreichbaren Anzahl von 100.

5 Vorlesungsbegleitender Einsatz

Seit Beginn des Wintersemesters 2005/2006 setzen wir computergestützte Tests auch vorlesungsbegleitend zu Mathematikveranstaltungen ein. Wegen des großen Aufwands geeignete Übungsaufgaben zu entwerfen und zu implementieren wurden diese Tests im genannten Semester nur in zwei Vorlesungen eingesetzt. Mit Beginn des Sommersemesters 2006 setzen wir computergestützte Übungsaufgaben in den Mathematikvorlesungen aller unserer Informatikstudiengänge ein. Die beiden Veranstaltungen des Wintersemesters 2005/2006, im folgenden Vorlesungen A und B genannt, unterschieden sich jedoch deutlich in der Art und Weise, wie die computergestützten Tests in das Vorlesungskonzept integriert wurden:

In Vorlesung A (3. Studiensemester) wurde Wert darauf gelegt, dass die Teilnehmer die nötigen Grundlagenkenntnisse mitbringen, insbesondere solche aus vorangegangenen Vorlesungen. Daher wurden mit den Tests zwei Zielrichtungen verfolgt: Erstens das Einüben und Vertiefen des Vorlesungsstoffs und zweitens das Wiederholen von Grundlagen. Um das letztgenannte Ziel zu unterstützen, gab es zu Beginn des Semesters einen ebenfalls rechnergestützten Eingangstest. An diesem konnte jeder Studierende zweimal teilnehmen. Bestehen des Tests qualifizierte zur Teilnahme an den vorlesungsbegleitenden rechnergestützten Übungen. In diese wurden zudem gelegentlich Aufgaben integriert, die Grundlagenstoff zum Gegenstand hatten, der bald in der Vorlesung benötigt werden würde.

Die vorlesungsbegleitenden Tests standen jeweils für eine Woche zur Verfügung, die Bearbeitungszeit war ansonsten nicht beschränkt. Zudem konnten die Tests mehrmals wiederholt werden.

Parallel zur Vorlesung wurde ein wöchentliches Tutorium angeboten, in dem Aufgaben von traditionellen Übungsblättern besprochen wurden und auf alle Fragen von Studierenden eingegangen wurde.

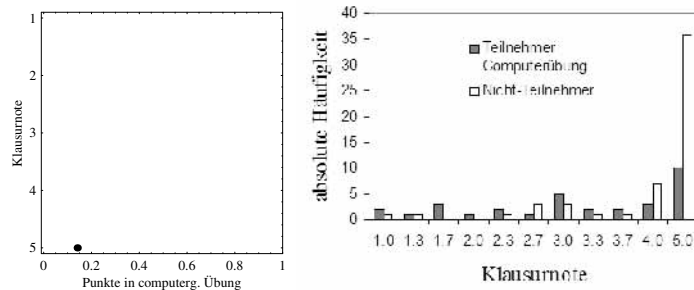


Abbildung 3: Resultate der Vorlesung A. Links: Scatter-Plot der von den 32 Teilnehmern der computergestützten Übungen erreichten Abschlussnoten über den Anteil der bei den computergestützten Übungen erreichbaren Punkte. Rechts: Notenverteilung von Teilnehmern an den computergestützten Übungen im Vergleich zu der von Nicht-Teilnehmern. Um die Klausur zu bestehen (Note 4.0 oder besser) mussten mindestens 50% der Punkte erreicht werden.

Bei Vorlesung B (1. Studiensemester) wurde dagegen mit einem Anreizsystem gearbeitet. Studierende konnten durch die Teilnahme an den computergestützten Übungen Bonuspunkte erwerben, die in der Abschlussklausur in geringem Maß (insgesamt 4 %) angerechnet wurden. Die Tests fanden auch hier wöchentlich statt. Die Studierenden konnten sich innerhalb des Zeitraums einer Woche frei entscheiden, wann sie die Testaufgaben bearbeiten wollten, allerdings war die Bearbeitungsdauer auf 120 Minuten beschränkt. Aufgrund des Anreizes Bonuspunkte zu erwerben, konnte der Test nicht wiederholt werden. Die Tests wurden jedoch nach Ablauf des Bearbeitungszeitraums ohne Beschränkung freigeschaltet und standen den Studierenden so als Übungsmaterial zur Verfügung.

Zusätzlich wurden in Vorlesung B zwei Zwischentests unter Klausurbedingungen geschrieben, die jeweils von Hand korrigiert wurden. Die erzielten Ergebnisse konnten Studierende ebenfalls in Form von Bonuspunkten auf die Abschlussklausur anrechnen lassen.

Wie bei Vorlesung A wurde Vorlesung B durch Tutorien ergänzt. Für Vorlesung B wurden insgesamt drei parallele Tutorien eingerichtet.

Abb. 3 zeigt die Ergebnisse der Vorlesung A. Dargestellt ist der Zusammenhang zwischen Klausurnoten und dem Anteil der bei den computergestützten Übungen maximal erreichbaren Punkte für die 32 Teilnehmer der computergestützten Übungen. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass die in den Übungen erreichte Punktanteil positiv mit der Klausurnote korreliert.

Außerdem dargestellt ist die Verteilung der erreichten Klausurnoten der Teilnehmer der computergestützten Übungen im Vergleich zu den Nicht-Teilnehmern. Hier ist das im Mittel schlechtere Abschneiden der Nicht-Teilnehmer deutlich sichtbar. Diese Daten unterstützen natürlich nicht zwangsläufig einen Ursache-Wirkung-Zusammenhang der Art „Teilnahme an den Übungen bewirkt gute Klausurnote“. Genauso plausibel erscheint die Erklärung, dass gute Studenten stärker motiviert sind, eher an den Übungen teilnehmen und dabei auch bessere Resultate erzielen.

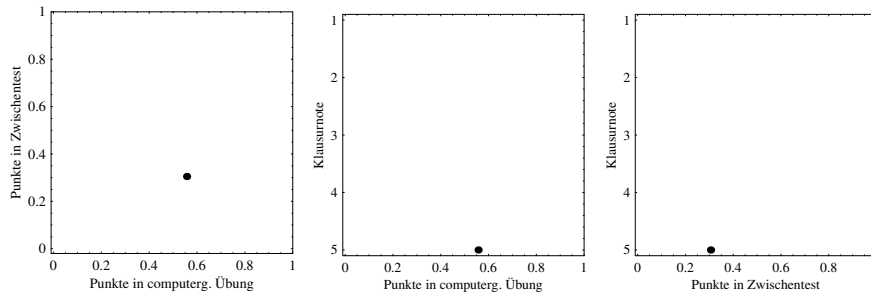


Abbildung 4: Scatter-Diagramme von den von Teilnehmern an Vorlesung B erreichten Punkten in computergestützten Tests, Zwischenprüfung und Klausur. Dargestellt sind nur die Ergebnisse der 63 von insgesamt 72 Klausurteilnehmern, die an den rechnergestützten Übungen teilgenommen haben.

Im Gegensatz zu Vorlesung A kann bei Vorlesung B die positive Korrelation zwischen Leistungen in den computergestützten Übungen und Klausurerfolg nicht beobachtet werden, siehe Abb. 4. Eine beachtlich große Gruppe von Studierenden hat zwar in den computergestützten Übungen gute bis sehr gute Ergebnisse erreicht, die Klausur aber gar nicht oder nur mit schlechtem Ergebnis bestanden. Dagegen korrelieren die Ergebnisse des Zwischentests in der zu erwartenden Art mit denen der Abschlussklausur. Der Vergleich von Ergebnissen im Zwischentest mit denen der computergestützten Übungen zeigt deutlich, dass viele Teilnehmer unerwartet gute Ergebnisse bei den computergestützten Aufgaben erzielt haben.

Die plausible Erklärung für dieses unerwartete Ergebnis ist, dass viele und v.a. die schlechter qualifizierten Studierenden durch das Anreizsystem dazu bewogen wurden Wege zu finden, die ihnen das bequeme Erreichen möglichst vieler Bonuspunkte ermöglichen. Diese Vermutung wird auch durch die am Ende des Semesters durchgeführte Umfrage belegt, bei der viele Studierende geantwortet hatten, dass sie an den computergestützten Übungen nur aufgrund der erreichbaren Bonuspunkte teilnahmen, siehe Tabelle 1. Zudem fiel deutlich auf, dass sehr viele Studierende ihre Lösungen zum gleichen Zeitpunkt elektronisch eingereicht haben. Offenbar hat hier trotz Randomisierung der Aufgaben das Anreizsystem nicht förderlich auf den Lernerfolg gewirkt.

6 Schlussfolgerungen und *Lessons learnt*

Die Erfahrungen mit Vorlesung B machen deutlich, dass der Erfolg von computergestützten Übungen durch andere Faktoren, hier das verwendete Anreizsystem, substantiell beeinflusst werden kann. Dadurch wird auch deutlich, dass der Vorteil der schnellen Rückmeldung von studentischen Schwierigkeiten an die Lehrenden mit gewisser Vorsicht zu betrachten ist. Durchschnittlich gute Ergebnisse in computergestützten Übungen bedeuten nicht zwangsläufig, dass der abgefragte Lernstoff gut verstanden wurde. Es ist daher ratsam mit anderen Mitteln zumindest stichprobenartig den Leistungsstand der Studierenden

Frage	Vorlesung A	Vorlesung B
Macht es Ihnen Spaß rechnergestützte Übungsaufgaben zu bearbeiten?	17 × Ja 1 × Nein	6 × Ja 9 × Nein
Finden Sie das Angebot nützlich?	17 × Ja 1 × Nein	14 × Ja 1 × Nein
Glauben Sie, dass das Bearbeiten der rechnergestützten Aufgaben einen positiven Effekt auf ihr Klausurergebnis haben wird?	13 × Ja 4 × Nein	13 × Ja 2 × Nein
Würden Sie das Angebot auch wahrnehmen, wenn es keine Anreize in Form von Bonuspunkten geben würde?	n/a	9 × Ja 6 × Nein

Tabelle 1: Umfrageergebnisse zum vorlesungsbegleitenden Einsatz von computergestützten Mathematiktests im Wintersemester 2005/2006. Die Teilnahme an der anonymen Befragung war freiwillig. Daher ist die Zahl der Antworten geringer als die Zahl der Übungsteilnehmer.

zu evaluieren. Handschriftliche Zwischentests, wie sie auch in Vorlesung B durchgeführt wurden, können dieses Ziel erfüllen.

Unabhängig von dieser Problematik legen unsere Umfrageergebnisse nahe, dass Studierende computergestützte Tests nicht unbedingt mögen, aber sie mit großer Mehrheit als hilfreich für ihren Lernprozess sehen. Dies deckt sich mit Erfahrungen, die an anderer Stelle gemacht wurden [KST⁺93]. Bisher können wir allerdings nicht feststellen, dass tatsächlich eine merkbare oder gar messbare (z.B. in Form von Prüfungsergebnissen) Verbesserung des Lernprozesses durch computergestützte Tests bewirkt wird. Auch dies ist in Übereinstimmung mit anderen Studien [Pas02].

Bei einer genaueren Analyse der Faktoren, die den Lernprozess beeinflussen oder beeinflussen können, ist aufgrund deren großer Zahl ein signifikanter positiver Einfluss von computergestützten Tests *im Mittel* eher unplausibel. Dies schließt natürlich nicht aus, dass computergestützte Tests bei *einzelnen* Studierenden einen deutlichen positiven Einfluss auf deren Lernprozesse und Studienerfolg haben. Einen solchen Einfluss meinen wir vereinzelt auch zu beobachten. Beispielsweise werden wir merklich häufiger von einzelnen Studierenden wegen Lösungstipps für die computergestützten Tests angesprochen als bei den traditionellen Übungsblättern, die wir weiterhin für die Tutorien verwenden.

Das stärkste Argument für den Einsatz von vorlesungsbegleitenden computergestützten Tests ist in unseren Augen weiterhin der Mangel an finanziellen Ressourcen bzw. qualifiziertem Personal, das für eine eher individualisierte Betreuung an Hochschulen benötigt werden würde. Mit anderen Worten: Ohne finanzielle Randbedingungen wären „personen-gestützte“ Tests die bessere Alternative zur computergestützten Variante.

Danksagung

Wir danken dem Präsidium der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel für die finanzielle Unterstützung der hier beschriebenen Aktivitäten.

Anhang: Aufgaben des Studienanfängertests

Die folgende Auflistung zeigt nur eine mögliche Realisierung der Testaufgaben. In der Regel sind alle numerischen Werte randomisiert, ohne dass sich der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben ändert. In Aufgabe 3 werden die Personennamen zufällig aus einer vorgegebenen Liste ausgewählt.

- A1) Professor Chaotix besitzt 8 rote, 12 grüne, 10 blaue und 10 weiße Socken, die er alle -wild durcheinander geworfen- in einer Schublade aufbewahrt. Ohne auf die Farbe zu achten nimmt er Socken aus der Schublade. Wie viele Socken muss er mindestens herausnehmen, damit darunter

- a) garantiert zwei gleichfarbige Socken,
- b) garantiert zwei weiße Socken sind?

- A2) Vereinfachen Sie die folgenden Ausdrücke:

- a) $\frac{9s^2 + 12st + 4t^2}{3s + 2t}$
- b) $\log_2 2^5$
- c) $54 \cdot 3^{k-3} + 2 \cdot 3^{k+1} - 24 \cdot 3^{k-1}$
- d) $\log_{10} 8 + 3 \cdot \log_{10} 5$
- e) $(\sqrt{s^2 + s} - \sqrt{s^2 - s}) \cdot (\sqrt{s^2 + s} + \sqrt{s^2 - s})$
- f) $\sqrt{3} \cdot \sqrt{12}$

- A3) Kommissar Müller hat drei Tatverdächtige, nämlich Herrn Paul, Herrn Quintus und Herrn Richard. Er weiß:

- Wenn sich Herr Quintus oder Herr Richard als Täter herausstellen, dann ist Herr Paul unschuldig.
- Ist aber Herr Paul oder Herr Richard unschuldig, dann muss Herr Quintus ein Täter sein.
- Ist Herr Richard ein Täter, dann ist Herr Paul ebenfalls ein Täter.

Wer ist Täter, wer ist unschuldig?

- A4) Welche Steigung hat die Gerade mit der Gleichung $\frac{x}{3} - \frac{y}{2} = 1$?

- A5) Eine Zahlenfolge a_1, a_2, a_3, \dots ist durch die folgende Vorschrift gegeben:

$$a_n = \begin{cases} 1 & \text{für } n = 1 \\ a_{n-1} + 2n - 1 & \text{sonst} \end{cases}$$

Berechnen Sie die Folgenglieder a_2 , a_3 , a_4 und a_5 . Welche Vermutung über die Gestalt der Zahlenfolge könnte man an den ersten fünf Folgengliedern ablesen?

A6) Bestimmen Sie jeweils die Lösungsmenge der Gleichung.

$$\text{a) } \frac{3}{8x-1} = 5 \quad \text{b) } |x+1| = 2 \quad \text{c) } \log_{10}(1000x^5) = 9 + \log_{10} x^2$$

$$\text{d) } \sqrt[3]{125x^9} = 135$$

A7) Stellen Sie sich vor, Sie haben drei Kästen vor sich, von denen einer zwei weiße Kugeln, ein zweiter zwei schwarze Kugeln und der dritte eine schwarze und eine weiße Kugel enthält. Den Inhalt der Kästen können Sie nicht sehen.

Ursprünglich hatten die Kästen -je nach Inhalt- Schilder mit der Aufschrift ww , ss und sw . Dann hat aber jemand die Schilder so vertauscht, dass jetzt auf *jedem* Kasten ein falsches Schild klebt. Diese Schilder können Sie sehen.

Der Inhalt aller drei Kästen soll nun auf folgende Weise bestimmt werden: Sie haben die Erlaubnis, immer eine Kugel auf einmal aus einem frei von Ihnen wählbaren der drei Kästen zu nehmen, ohne dabei in den Kasten zu schauen. Sie sehen sich dann die herausgenommene Kugel an und legen Sie beiseite. Welches ist die kleinste Anzahl von herausgegriffenen Kugeln, die man braucht, um den Inhalt aller drei Kästen angeben zu können?

A8) Bestimmen Sie jeweils die Lösungsmenge des Gleichungssystems.

$$\text{a) } \begin{cases} 2x + 5y = 7 \\ x + 4y = 5 \end{cases} \quad \text{b) } \begin{cases} x^2 - 5y = 1 \\ y - x = 1 \end{cases} \quad \text{c) } \begin{cases} 2x + 5y = 8 \\ 2x + 5y = 9 \end{cases}$$

A9) Es werden die Wörter der deutschen Sprache betrachtet, alle in Kleinschreibung. Wir nennen ein Wort x ein Teilwort eines Wortes y und schreiben dafür $teil(x, y)$, wenn es in y eine Stelle gibt, von der ab das Wort x als Teil von y vorkommt. So gilt etwa für das Wort $y = \text{mäuserich}$:

$$teil(\text{mäuse}, y), \quad teil(\text{er}, y), \quad teil(\text{ich}, y).$$

Welche der folgenden Aussagen sind für beliebige Wörter x , y und z richtig?

1. $teil(x, x)$.
2. Falls $teil(x, y)$ und $teil(y, x)$ gilt, so sind die Wörter x und y gleich.
3. Falls $teil(x, y)$ und $teil(x, z)$ gilt, so muss auch $teil(y, z)$ gelten.
4. Falls $teil(x, y)$ und $teil(y, z)$ gilt, so muss auch $teil(x, z)$ gelten.

A10) Mona startet morgens um 8 Uhr mit ihrem Auto und einer Geschwindigkeit von 90 km/h. Lisa startet eine halbe Stunde später an der gleichen Stelle mit einer um 50 % höheren Geschwindigkeit. Beide fahren geradeaus in dieselbe Richtung. Zu welchem Zeitpunkt wird Mona von Lisa eingeholt?

Literatur

- [BO01] F. Bry und H.J. Ohlbach. Selbsttest zur Prüfung der Eignung zum Studium der Informatik. <http://www.pms.ifi.lmu.de/eignungstest/>, 2001.
- [EFGvG03] H. Eichelberger, G. Fischer, F. Grupp und J. Wolff v. Gudenberg. Programmierausbildung Online. In A. Bode, J. Desel, S. Rathmayer und M. Messner, Hrsg., *DeLFI 2003*, Lecture Notes in Informatics, Seiten 134–143. Springer, 2003.
- [FW65] F.E. Forsythe und N. Wirth. Automatic grading programs. *Commun. ACM*, 8(5):275–278, 1965.
- [GKSK04] N. Grünwald, A. Kossow, G. Sauerbier und S. Klymchuk. Der Übergang von der Schul- zur Hochschulmathematik: Erfahrungen aus internationaler und deutscher Sicht. *Global J. of Engng. Educ.*, 3:283–293, 2004.
- [KST⁺93] E. Kashy, B.M. Sherrill, Y. Tsai, D. Thaler, D. Weinshank, M. Engelmann und D.J. Morrissey. CAPA—An integrated computer-assisted personalized assignment system. *Am. J. Phys.*, 61:1124–1130, 1993.
- [Pas02] A.M. Pascarella. *CAPA (Computer-Assisted Personalized Assignments) in a Large University Setting*. Dissertation, University of Colorado, 2002.
- [RAP05] D. Rösner, M. Amelung und M. Piotrowski. LlsChecker, ein CAA-System für die Lehre im Bereich Programmiersprachen. In J.M. Haake, U. Lucke und D. Tavangarian, Hrsg., *DeLFI 2005*, Lecture Notes in Informatics, Seiten 307–318. Springer, 2005.