ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of
ZBW
Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Ghosh, Amit; Rendtel, Ulrich

Working Paper

Unterrichten und Prüfen mit dem Statistiklabor: ein Erfahrungsbericht

Diskussionsbeiträge, No. 2007/7

Provided in Cooperation with:
Free University Berlin, School of Business & Economics

Suggested Citation: Ghosh, Amit; Rendtel, Ulrich (2007) : Unterrichten und Prüfen mit dem Statistiklabor: ein Erfahrungsbericht, Diskussionsbeiträge, No. 2007/7, ISBN 3938369558, Freie Universität Berlin, Fachbereich Wirtschaftswissenschaft, Berlin

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/28053

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Diskussionsbeiträge des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaft
der Freien Universität Berlin

Volkswirtschaftliche Reihe

2007/7

Unterrichten und Prüfen mit dem Statistiklabor: Ein Erfahrungsbericht

Amit Ghosh und Ulrich Rendtel

3-938369-55-8

Unterrichten und Prüfen mit dem Statistiklabor: Ein Erfahrungsbericht

Amit Ghosh Ulrich Rendtel

10.05.2007

Zusammenfassung

Aus der statistischen Praxis ist der Computer heute nicht mehr wegzudenken. In der statistischen Lehre dagegen wird der PC häufig noch nicht adäquat genutzt. Dieser Artikel beschreibt Entwicklung, Einsatz und Evaluation eines PC-gestützten Lehrkonzepts, das in der statistischen Grundausbildung am Fachbereich Wirtschaftswissenschaft der Freien Universität Berlin erstmals im Wintersemester 2004/05 eingesetzt wurde.

Stichworte: Statistiklabor, Blended-Learning, E-Learning, statistische Grundausbildung.
JEL: A22

1 Die statistische Grundausbildung im Wandel

Die letzte große technische Innovation in der statistischen Grundausbildung ereignete sich in den 70er Jahren durch die Einführung des Taschenrechners. Sowohl im Unterricht als auch in der Klausur bot der Taschenrechner dem Dozenten neue Möglichkeiten. Seitdem sind ca. 30 Jahre vergangen, in denen sich in der Statistik viel verändert hat: Efron (1979) führte den Bootstrap ein und bereicherte damit die Resampling-Verfahren nachhaltig. Der Bereich der multivariaten Verfahren entwickelte sich aufgrund der Verfügbarkeit geeigneter Hard- und Software sprunghaft und fand damit breite Anwendungen in der Praxis. Auch wenn dies bei Weitem keine erschöpfende Aufzählung der erzielten Fortschritte ist, so heben diese Beispiele die immer enger werdende Verflechtung zwischen rechenintensiven statistischen Verfahren und der Entwicklung der EDV hervor. Aus dem Alltag des Statistikers sind PCs heute nicht mehr wegzudenken. Die EDV unterstützt alle Bereiche des statistischen Forschungsprozesses, von der Erhebung der Daten über die Auswertung bis hin zur Präsentation der Ergebnisse – in vielen Fällen verläuft dieser Prozess mittlerweile gänzlich ohne Medienbruch. Teure und nur von Spezialisten zu wartende Server werden dabei nur für besonders daten- bzw. rechenintensive Projekte benötigt. Ein Großteil der Auswertungen kann problemlos von üblichen Büro-PCs bewältigt werden. Es gibt eine breite Auswahl an dazu geeigneter Statistik-Software. Auch die Open-Source-Community hat Programme entwickelt (allen voran „R“[1], die mit der kommerziellen Konkurrenz in vielen Bereichen mithalten können und neue Algorithmen und Methoden oft sogar schneller implementieren. Dadurch erhöht sich auch das Innovations-Tempo, so dass Anwender heute oft schneller von neuen Forschungsergebnissen profitieren als noch vor wenigen Jahren.

[1] R Development Core Team (2006)

Diese Entwicklungen haben die Arbeit der Statistiker – in der Praxis wie in der Forschung – im Vergleich zu den 70er Jahren nachhaltig verändert. Eine Lehre, die diese neue Realität nicht widerspiegelt, kann dem Anspruch auch für die Praxis auszubilden heute nicht mehr gerecht werden. Zwischen Lehre und Praxis/Forschung klafft an einigen Universitäten eine Lücke, die sich nur durch grundlegende Veränderungen schließen lässt. Natürlich betrifft dieses Problem nicht nur die Statistik. Aufgrund der rasanten Entwicklung und der starken Prägung durch die neuen Möglichkeiten der EDV ist die Statistik jedoch stärker betroffen als andere Fächer.

Seit einigen Jahren wird man in der (universitären) Lehre ständig mit dem Schlagwort „E-Learning“ konfrontiert. Die anfänglich häufig geäußerte Erwartung, dass die Lehre durch E-Learning gleichzeitig besser und billiger würde, konnte sich nicht bestätigen. Anders als beim schnellen Aufstieg und Untergang der Expertensysteme jedoch, hat beim E-Learning nach der Euphorie eine Phase der Konsolidierung eingesetzt. E-Learning bietet zwar viele neue Möglichkeiten. Um daraus aber Nutzen für die Anwender zu stiften, sind gleichermaßen sorgfältig konzipierte und qualitativ hochwertige Inhalte sowie eine professionelle technische Umsetzung erforderlich.

Durch umfangreiche Förderprogramme, z.B. dem Programm „Neue Medien in der Bildung“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung[2], EU-Förderprogrammen und teilweise ergänzender Förderung auf Universitätsebene entstand bei den Betroffenen mit der Zeit ein gewisser Druck, sich mit dem Thema auseinanderzusetzen. Anfangs herrschte große Verunsicherung, weil viele die Ziele der Förderprogramme dahingehend missverstanden, dass der Dozent durch entsprechende E-Learning-Angebote überflüssig werden sollte. Dabei war dies – zumindest im Rahmen der im Folgenden thematisierten universitären Präsenzlehre – gar nicht beabsichtigt. In diesem Bereich (Stichwort: „Blended-Learning“) soll der Dozent in der Lehre durch E-Learning lediglich unterstützt werden. Während bei den ersten E-Learning-Projekten ein Großteil der Ressourcen in die Lösung technischer Probleme investiert werden musste, konnten Projekte aus späteren Förderrunden häufig bereits auf vorhandene Infrastruktur (z.B. Learning-Management-Systeme oder Content-Authoring-Systeme[3]) zurückgreifen. Der Fokus rückte in dieser Phase eher auf die Qualität der erstellten Materialien. Nach Abschluss vieler Projekte wurde klar, dass die größte Hürde noch bevorstand: Wenn es nach Ablauf der Förderung nicht gelingt, die erstellten Materialien auch dauerhaft in die Lehre zu integrieren und deren Weiterentwicklung bzw. Aktualität zu sichern – Stichwort: Nachhaltigkeit – wird von vielen Projekten nicht viel mehr als eine verwaiste Projektseite im Internet übrig bleiben. Doch der Einsatz der E-Learning-Materialien oder -Konzepte stellt die Verantwortlichen vor viele Probleme.

In diesem Artikel wird ein möglicher Weg vorgestellt, der am Fachbereich Wirtschaftswissenschaft der Freien Universität Berlin erprobt wurde. Es handelt sich um einen Blended-Learning-Ansatz. Dabei wurden Komponenten aus dem BMBF-Projekt „Neue Statistik“[4] nach einer Pilotphase in die reguläre Statistik-Grundausbildung integriert. Es wird auf die bisherigen Erfahrungen, aufgetretene Probleme und Perspektiven dieses Ansatzes eingegangen.

[2]Weitere Informationen unter: http://www.medien-bildung.net

[3]Learning-Management-Systeme wie Blackboard, WebCT oder Moodle dienen der Organisation von Kurs-Materialien im Intranet bzw. Internet und unterstützen die Kommunikation zwischen den Studierenden und den Dozenten. Content-Authoring-Systeme werden bei der Erstellung von elektronischen Lerninhalten eingesetzt. Dabei stellen sie Funktionen zur Verfügung, die es den Autoren auf einfache Art ermöglichen, Texte zu schreiben und diese mit multimedialen Elementen anzureichern. Die mit einem Content-Authoring-System erstellten elektronischen Lerneinheiten sollten idealerweise in einem standardisierten Format vorliegen, welches die Inhalte vom späteren Layout weitgehend entkoppelt.

[4]Weitere Informationen sind über die Webseite des Projekts unter http://www.neue-statistik.de verfügbar.

Zunächst wird von dem längeren Piloteinsatz berichtet, der der Planung des eigentlichen Einsatzes vorausging. Darauffolgend wird das gewählte Einsatzkonzept beschrieben. Es schließt sich eine Schilderung der Vorbereitungsphase an. Danach werden die Erfahrungen aus dem Einsatz dargestellt. Im Rahmen einer Evaluation wird über die Eindrücke der Studierenden und der Dozenten berichtet. Neben diesem qualitativen Teil werden auch quantitative Daten, u.a. aus Befragungen der Studierenden und Nutzungsstatistiken des Learning-Management-Systems (kurz: „LMS“) einbezogen. Es folgt ein Fazit. Die Ausführungen schließen mit einem Ausblick auf die Anforderungen der Zukunft, die im konkreten Fall durch die Umstellung der Ausbildung am Fachbereich auf den Bachelor und die damit einhergehenden steigenden Teilnehmerzahlen geprägt sind.

2 Ausgangssituation

Aus Sicht der Autoren kann eine „Daten-ferne“ universitäre Grundausbildung den Ansprüchen der statistischen Praxis nicht vollends gerecht werden. Diese Erkenntnis motivierte in den letzten Jahren viele Dozenten, multimediale Lernmaterialien zu erstellen, die entweder isoliert verwendet oder im Rahmen größerer Projekte zu kompletten Lernumgebungen gebündelt wurden. Am Fachbereich Wirtschaftswissenschaft der Freien Universität Berlin bestand bereits früh ein Interesse an der Anreicherung der statistischen Grundausbildung durch PC-Unterstützung. Erste Erfahrungen wurden im Rahmen der Beteiligung an dem Projekt „Statistik interaktiv!“ gesammelt. Im Jahr 2000 ging aus dem Projekt eine gleichnamige Software samt Begleitbuch hervor. Anhand einer durch Videos motivierten Fallstudie zum Thema Lärmschutz wurden Grundbegriffe der deskriptiven Statistik problemorientiert eingeführt. Die Anwendung konnte am PC mithilfe der Software von den Studierenden geübt werden. Die Software eignete sich gleichermaßen zur Lösung anderer Aufgaben aus dem Bereich der deskriptiven Statistik. Zum damaligen Zeitpunkt standen einer Integration der Software in die Lehre insbesondere zwei Gründe entgegen: Die Software deckte nur einen Teil des Stoffs ab. Im Curriculum wurde die deskriptive Statistik in der ersten Hälfte der Statistik 1 behandelt. Für die zweite Hälfte des Semesters sowie für die gesamte Statistik 2-Vorlesung wäre ein Einsatz nicht infrage gekommen. Außerdem boten die ca. 70 PC-Plätze des Fachbereichs, die sich auf vier PC-Pools verteilten, nicht ausreichend Kapazität für die ca. 250 Teilnehmer der Vorlesung. Man entschied sich, auf freiwilliger Basis ein vorlesungsbegleitendes von studentischen Tutoren geleitetes „Multimedia-Tutorium“ anzubieten. Die Teilnehmer dieser Veranstaltung sollten die Vorlesung/Übung, das „klassische“ Tutorium und zusätzlich (zwei Semesterwochenstunden) das Multimedia-Tutorium besuchen. Als Anreiz für diesen Zusatzaufwand bekamen die Teilnehmer der Zusatzveranstaltung die Gelegenheit, ca. 30% der Klausur am PC mit Hilfe von „Statistik interaktiv!“ zu schreiben. Dieses Modell sollte dazu dienen, erste Erfahrungen mit dem Einsatz der Software zu sammeln.

Im Fall eines positiven Echos bei den Studierenden hegte man die Vermutung, dass die Nachfrage nach Multimedia-Tutorien stetig steigen würde. Pro Semester bewarben sich zwischen 50 und 60 der ca. 250 Vorlesungsteilnehmer für das Multimedia-Tutorium. Da der größte PC-Pool jedoch nur 20 Plätze bot und die Personalsituation keine Spielräume für die Betreuung weiterer Veranstaltungen bot, mussten die Teilnehmer ausgelost werden. Trotz eines positiven Feedbacks bevorzugten es einige Teilnehmer der Multimedia-Tutorien, die klassische Klausur zu schreiben, ohne auf ihre Erfahrungen mit der Software zurückzugreifen.

Auch am im Jahr 2001 begonnenen Projekt „Neue Statistik“ beteiligte sich der Fachbereich. Neben der langwierigeren Erstellung von Lernmodulen brachte das Projekt bereits im Folgejahr erste Java-Applets und Flash-Animationen hervor. Das als zentraler Bestandteil des Projekts entwickelte Statistiklabor – eine Art flexiblerer Nachfolger der Statistik interaktiv!-Software – stand in einer Testversion erstmals zum Wintersemester 2002/03 zur Verfügung.

Das Statistiklabor stellt den ganzen Funktionsumfang der Open Source-Software R über ein graphisches Benutzerinterface zur Verfügung. Bei der Erstellung der Software stand jedoch klar der Einsatz in der Lehre im Vordergrund. Das Statistiklabor orientiert sich an einem didaktischen Konzept, welches zum Ziel hat, dem Lernenden einen flexiblen und problemorientierten Ansatz zur Statistik zu ermöglichen. Das Statistiklabor beinhaltet einzelne Elemente (z.B. Datensatz-Import, Zufallszahlen-Generator, Datensatz-Objekt, R-Kalkulator, Graphik-Wizard, Daten-Export, Text-Feld), die über Pfeile (sog. Konnektoren) miteinander verbunden werden. Dabei entsteht eine visuelle Repräsentation der zur Durchführung einer statistischen Analyse erforderlichen Schritte. Über die Möglichkeit R-Pakete und Benutzerbibliotheken (.R-Dateien mit einigen Headern, die die Einbindung in die Benutzeroberfläche steuern) einzubinden, kann das Statistiklabor vom Dozenten flexibel erweitert werden. Die Benutzung von für den Anfänger umständlichen R-Funktionen (z.B. zum Erzeugen von Graphiken) wird durch die Benutzeroberfläche des Statistiklabors obsolet. Gleichzeitig bleibt das volle Leistungsspektrum von R über den im Statistiklabor enthaltenen R-Kalkulator erhalten. Das Statistiklabor wurde im Jahr 2003 mit dem Medida-Prix[5] ausgezeichnet und liegt mittlerweile in der Version 3.5 vor.

Durch die Verfügbarkeit des Statistiklabors konnte der PC-Einsatz im Wintersemester 2002/03 erstmals auch in der Statistik 2 fortgeführt werden. Dabei ließ sich – im Gegensatz zur Statistik 1 – der gesamte Themenumfang der Statistik 2-Veranstaltung (Verteilungsmodelle, Schätzen, Testen, Regression) mit der Software abdecken. Der Piloteinsatz wurde bis zum Sommersemester 2004 fortgeführt und dabei in einigen Nuancen variiert. Aus dieser Pilotphase konnten wesentliche Erkenntnisse gewonnen werden:

- Anfangs wurde vermutet, dass der freiwillige Charakter der Veranstaltungen insbesondere PC-affine Personen anziehen würde. Tatsächlich stimmte dies nur teilweise. Ungefähr die Hälfte der Teilnehmer der freiwilligen Multimedia-Tutorien hatten kaum Erfahrungen im Umgang mit PCs und begriffen die Veranstaltung als Angebot, sich diese für den Beruf essentiellen Kenntnisse – neben der Statistik – in gut betreuten Kleingruppen rechtzeitig anzueignen. Auf der anderen Seite sahen etliche „PC-Freaks“ von einer Teilnahme ab, da sie den Zusatzaufwand für den Besuch der Veranstaltung scheuten und sich keine besseren Noten versprachen.

- Aufgrund des positiven Feedbacks und der Mundpropaganda stieg die Nachfrage nach den Multimedia-Tutorien – gemessen an der Gesamtzahl der Teilnehmer der Vorlesung – zunächst an, stagnierte dann jedoch bei ca. 30%. Um zu untersuchen, ob die Scheu vor zusätzlichem Aufwand (2 SWS) Hauptursache für die Zurückhaltung vieler Teilnehmer sein könnte, wurde im Sommersemester 2004 testweise eine Statistik 1-Veranstaltung angeboten, im Rahmen derer sich die

[5] Der Medida-Prix wird von der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW) ausgeschrieben, weitere Informationen unter http://www.medidaprix.de

Teilnehmer zwischen klassischem und Multimedia-Tutorium entscheiden konnten. Zu Beginn des Semesters besuchten etwas mehr als 50% der Vorlesungsteilnehmer die Multimedia-Variante der Tutorien. Am Ende des Semesters legten ca. 45% der Studierenden die Abschlussklausur teilweise am PC ab. Für etwa die Hälfte der Vorlesungsbesucher waren offensichtlich andere Gründe entscheidungsrelevant.

- Parallel wurde in der Statistik 2 den Teilnehmern des Multimedia-Tutoriums eine Klausur gestellt, die komplett am PC zu schreiben war. Die Klausur verlief ohne Probleme. Die Veranstaltung schnitt in der standardisierten Evaluation des Fachbereichs überdurchschnittlich gut ab.

- Über das verwendete LMS Blackboard stand den Teilnehmern der Veranstaltung testweise auch ein Online-Skript in Form von Lernmodulen aus dem Projekt „Neue Statistik“ zur Verfügung. Dieses Zusatzangebot nutzten jedoch nur wenige Teilnehmer intensiver. Ein Grund ist in der anderen Schwerpunktsetzung sowie der teilweise von der Vorlesung abweichenden Notation zu sehen. Als weiteren Grund gaben viele Studierende an, zwar gerne mit dem PC zu arbeiten, jedoch beim Lesen von längeren Texten gedruckte Vorlagen zu bevorzugen.

3 Das neue Einsatzkonzept

Im Verlauf des Pilotprojekts wurde die Hoffnung einer „sanften“ Umstellung auf das Multimedia-Konzept enttäuscht. Obwohl ca. die Hälfte der Veranstaltungsteilnehmer den PC-Einsatz – sofern dieser keinen Mehraufwand bedeutet – einer klassischen Veranstaltung vorzogen, gab es unter den restlichen Studierenden offenkundig auch Skeptiker. Um unter den Studierenden vor einer möglichen umfassenden Umstellung des Lehrkonzepts keine Verunsicherung zu schüren, wurde auf Befragungen zur genaueren Ursachenermittlung verzichtet.

Aufseiten des Lehrstuhls kam man zu der Überzeugung, dass in der Pilotphase ausreichend Erfahrungen gesammelt wurden, um die zweigleisige Strategie aufzugeben und das Multimedia-Konzept verpflichtend für alle Studierenden in der Lehre zu verankern. Um dies konsequent umzusetzen, sollte dabei ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt werden, der die Verwendung des Statistiklabors sowie weiterer multimedialer Komponenten nicht länger nur auf die Tutorien beschränkt. Um der Bedeutung der Ausbildung am PC Ausdruck zu verleihen, sollten die neuen Komponenten gleichermaßen in die Vorlesung/Übung integriert werden. Da aus Erfahrung der Autoren bei vielen Studierenden die Bedeutung bestimmter Inhalte größtenteils an deren Klausurrelevanz gemessen wird, sollte idealerweise ein PC-Einsatz auch im Rahmen der Klausur stattfinden. Der absehbar hohe Aufwand der Umstellung wurde als vertretbar zur Erreichung der verfolgten Ziele angesehen:

- praxisnahe, zeitgemäße Ausbildung (vgl. Rendtel 1998)

- Modernisierung des Curriculums (Simulationen, Bootstrap, multiple lineare Regression)

- mehr Beispiele mit realen Daten

- weniger Zeiteinsatz fürs Rechnen, mehr Zeit fürs Verstehen

Finanzielle Mittel aus einem E-Learning-Förderprogramm der Freien Universität kompensierten zwar den zusätzlichen Aufwand in der Vorbereitungsphase, mittelfristig musste ein Betrieb nach dem neuen Konzept jedoch mit den regulär zur Verfügung stehenden Ressourcen realisierbar sein. Diese Restriktion erforderte insbesondere eine Umschichtung beim Personaleinsatz. Es war absehbar, dass die obligatorische Verwendung des Statistiklabors eine Flankierung durch zusätzliche Betreuung erforderte. Der Piloteinsatz hatte gezeigt, dass einigen Teilnehmern des Multimedia-Tutoriums grundlegende Kenntnisse im Umgang mit PCs bzw. deren Betriebssystem fehlten. Diese Kenntnisse müssen zunächst vermittelt werden, da sie eine notwendige Voraussetzung für den produktiven Umgang mit Anwendungssoftware darstellen. Während die Statistikgrundausbildung bisher insbesondere unterschiedliche mathematische Vorkenntnisse der Teilnehmer berücksichtigen musste, kommen im Rahmen des neuen Konzepts unterschiedliche PC-Vorkenntnisse als zusätzlicher heterogenitätsstiftender Faktor hinzu.

Da auf die Heterogenität der Studierenden in einer Vorlesung mit ca. 250 Teilnehmern nur in begrenztem Umfang eingegangen werden kann, musste eine intensive persönliche Betreuung außerhalb der Vorlesung stattfinden. Dabei sollte den Studierenden eine größere Eigenverantwortung abverlangt werden. Weil keine zusätzlichen Personalkapazitäten zur Verfügung standen, kam nur eine gezieltere Alloktation der vorhandenen Ressourcen in Betracht. Als Lösung wurde die Anzahl der vorlesungsbegleitenden Tutorien von sechs auf drei pro Woche reduziert. Um diesen Prozess transparent zu gestalten, wurde diese Veranstaltungsform in „Großübung“ umgetauft. Um „schwächere“ Studierende intensiver und individuell betreuen zu können, wurden zusätzliche Arbeitsgemeinschaften eingeplant. Die Betreuung dieser 45-minütigen AGs erfolgte je nach Bedarf durch ein bis drei Tutoren an drei Terminen pro Woche. Im Gegensatz zur Vorlesung und den Großübungen wurde der Besuch der AGs ausdrücklich als freiwillig deklariert. Regelmäßige am PC zu lösende Hausaufgaben ergänzen das Konzept als weitere Komponente. Ziel ist, die Studierenden zum aktiven und kontinuierlichen Arbeiten zu motivieren und gleichzeitig bereits während des Semesters eine objektive Selbsteinschätzung des erzielten Lernfortschritts zu ermöglichen. Letzteres setzte eine Korrektur der Hausaufgaben durch die Tutoren voraus. Um den Aufwand dafür zu beschränken, sollten Hausaufgaben jeweils für zwei Wochen gestellt werden. Die Bearbeitung der Aufgaben sollte idealerweise in Gruppen von zwei bis vier Personen erfolgen. Die ursprüngliche Planung, Punkte aus dem Hausaufgabenbetrieb auf die Klausur anzurechnen bzw. eine gewisse Mindestpunktzahl zur Bedingung für eine Klausurteilnahme zu machen, stand nicht mit den Vorgaben der Diplomprüfungsordnung des Fachbereichs in Einklang[6]. Diese Pläne wurden zugunsten einer Regelung aufgegeben, die Teilnahme-Anreize dadurch setzt, dass nur Gruppen, die eine sinnvoll bearbeitete Lösung eingeschickt haben, die Musterlösungen der Aufgaben vom Lehrstuhl erhalten. Abbildung 1 liefert einen Überblick über Veränderungen im Rahmen der Umstellung. Als mögliche Problembereiche im Rahmen einer Umstellung auf das neue Multimedia-Konzept wurden insbesondere folgende Punkte identifiziert:

- Einmalig erhöhter Aufwand durch die Umstellung des Veranstaltungskonzepts: Die Umstellung erfordert insbesondere eine umfassende Überarbeitung und Erweiterung der Materialien für die Vorlesung.

- Erweiterte Anforderungen an die Tutoren. Die Anforderungen an die Tutoren

[6] Dieses verpflichtende Prozedere im Hausaufgabenbetrieb wird nun jedoch nachträglich mit der Umstellung auf die Bachelor-Studienordnung eingeführt.

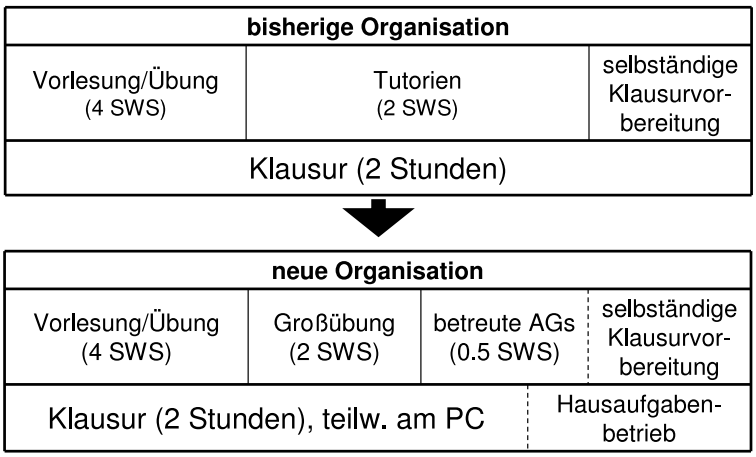

Abbildung 1: Organisation des Veranstaltungsbetriebs vor und nach der Umstellung.

steigen durch die Umstellung. Neben der Betreuung größerer Gruppen in den Großübungen wird zusätzlich zu einem umfassenden Verständnis der Statistik und entsprechenden didaktischen Kompetenzen nun auch ein sicherer Umgang mit der EDV verlangt.

- Mögliche negative Reaktion von „EDV-feindlich“ eingestellten Studierenden: Es bestand eine Unsicherheit bezüglich der Reaktion jener Studierender, die im Rahmen der Pilotphase den EDV-Einsatz systematisch gemieden haben.

- Organisatorische und technische Hürden: Neben der Notwendigkeit entsprechend ausgestatteter Hörsäle für Vorlesung und Großübungen stand insbesondere hinter der Organisation einer in Teilen PC-gestützten Klausur in Großveranstaltungen mit bis zu 250 Teilnehmern ein großes Fragezeichen.

4 Die Vorbereitungsphase

Im Sommersemester 2004 startete die Vorbereitungsphase. Ziel war, die Statistik 1-Vorlesung im folgenden Wintersemester nach dem neuen Konzept zu halten und parallel dazu die Statistik 2-Vorlesung entsprechend vorzubereiten.

In einer ersten Phase fand eine Prüfung der Konformität des neuen Konzepts mit der Diplomprüfungsordnung des Fachbereichs statt. Anschließend wurde das Vorhandensein der entsprechenden Infrastruktur überprüft. Der Lehrstuhl beteiligte sich dabei finanziell an der ohnehin anstehenden Modernisierung zweier Hörsäle, die dafür im Gegenzug für die anzubietenden Großübungen vorrangig zur Nutzung bereitstehen sollten. Die Hörsäle verfügen neben Tafeln auch über eine parallel nutzbare Leinwand, OH-Projektor sowie Beamer. Die PC-Anlage enthält einen fest montierten PC mit Netzwerk-Zugang sowie die Möglichkeit, alternativ einen Laptop anzuschließen, der über WLAN Zugang zum Internet erhält. Um z.B. Flash-Animationen mit Ton wiedergeben zu können, verfügen die Hörsäle weiterhin über die Möglichkeit, Audio vom PC oder externen Quellen zuzuführen und auf das Lautsprecher-System des Hörsaals zu schalten.

Nach einer ersten Abschätzung der Nachfrage nach den AGs wurden zu den AG-Terminen jeweils zwei benachbarte PC-Pools mit einer Gesamtkapazität von 40 PC-Plätzen gebucht. Da davon ausgegangen wurde, dass eine AG höchstens einmal im Rahmen eines 2-wöchigen Hausaufgaben-Zyklus besucht wird, ergab sich eine rechnerische Betreuungskapazität von 240 Teilnehmern. Diese Zahl schien gemessen an den Abschätzungen der tatsächlichen Nachfrage mehr als ausreichend.

Den Hauptteil der Arbeit nahm – wie erwartet – die Überarbeitung der Vorlesungsmaterialien in Anspruch. Die bestehenden Folien mussten um neue Themen wie Bootstrap und multiple Regression ergänzt werden. Weitere Maßnahmen bestanden in der Ergänzung von neuen Beispielen mit echten Daten bzw. der Modifikation vorhandener Beispiele. Dazu musste zunächst nach geeigneten Datensätzen recherchiert werden. Zur besseren Illustration wurden Screenshots aus dem Statistiklabor integriert. Auf den Folien wurden Erklärungen zu wichtigen R-Funktionen eingefügt, ebenso auch in der Formelsammlung. Weitere Materialien (Java-Applets und einige Flash-Animationen) wurden an passender Stelle eingebaut. Als zeitaufwändig erwies sich die Erstellung etlicher neuer Statistiklabor-Aufgaben für die Großübungen sowie den Hausaufgabenbetrieb. Um in der Klausur ein zügiges Arbeiten mit dem Statistiklabor zu fördern, wurde eine kompakte 4-seitige Befehlsreferenz zusammengestellt, die alle in den Vorlesungen Statistik 1 und 2 verwendeten R-Kalkulator-Befehle mit ihrer Syntax zusammenfasst.

Bei der Einstellung neuer Tutoren wurde explizit im Vorstellungsgespräch auf die veränderte Situation (größere Gruppen, sicherer Umgang mit dem PC) geachtet. Die restlichen Tutoren bereiteten sich ebenfalls auf den veränderten Einsatz vor.

Einen Monat vor Beginn des Wintersemesters 2004/05 wurde im LMS Blackboard ein virtueller Kurs angelegt, der alle veranstaltungsbegleitenden Materialien bündelte. Um Studierenden zusätzliche Hilfe beim Umgang mit dem Labor zu bieten, wurden einige Exemplare eines auf das Statistiklabor zugeschnittenen Einführungsbuchs (Schlittgen 2005) für die Lehrbuchsammlung der Bibliothek angeschafft.

5 Der erste Statistik-Zyklus nach dem neuen Konzept

Den Studierenden wurde das Konzept in der ersten Statistik 1-Vorlesung des Wintersemesters 2004/05 vorgestellt. Durch entsprechende Informationen im Vorlesungsverzeichnis, der Webseite zur Veranstaltung sowie im LMS waren die meisten Vorlesungsbesucher jedoch bereits informiert, so dass der Start ohne Probleme verlief. Innerhalb der ersten drei Wochen der Vorlesungszeit trugen sich über 200 Studierende in den Blackboard-Kurs ein, um Zugriff auf die veranstaltungsbegleitenden Materialien zu erhalten. Obwohl der damalige Statistik-Kurs als eine der ersten Vorlesungen am Fachbereich das LMS intensiv nutzte, kamen die Studierenden mit Blackboard auf Anhieb zurecht.

Zu Beginn des Semesters nahmen die Studierenden an einer schriftlichen Befragung teil. Dadurch erhielten die Studierenden erste Einblicke in den Prozess der Datengewinnung und beschäftigten sich auch mit Fragen der geeigneten Kodierung der Daten. Der gewonnene Datensatz diente als Basis für weitere Auswertungen, an dem diverse im Rahmen der deskriptiven sowie der Inferenzstatistik erlernte Methoden demonstriert wurden. Die im Fragebogen gestellten Fragen zu den Vorkenntnissen der Studierenden und deren EDV-Ausstattung sollten zusätzlich den Informationsstand des Lehrstuhls verbessern und u.a. die Planung der Klausur unterstützen. Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse der Befragung in Bezug auf die PC- und Mathematikkenntnisse der Teilnehmer. Während eine Aufschlüsselung der Mathematikkenntnisse nach dem

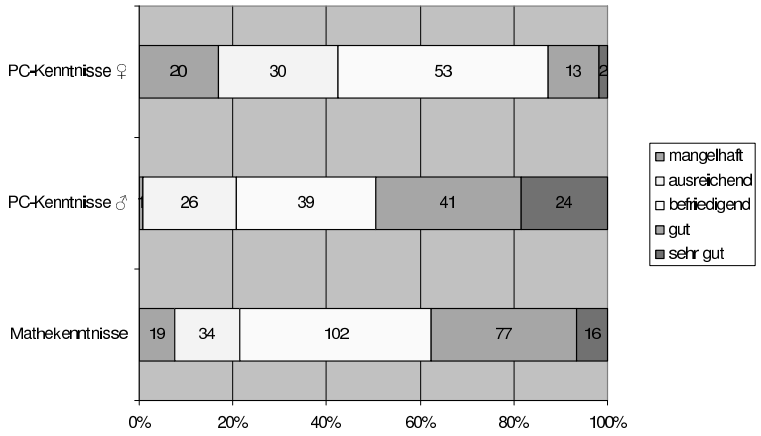

Abbildung 2: PC- und Mathematikkenntnisse (aufgeschlüsselt nach Geschlecht) der Veranstaltungsteilnehmer, absolute Häufigkeiten

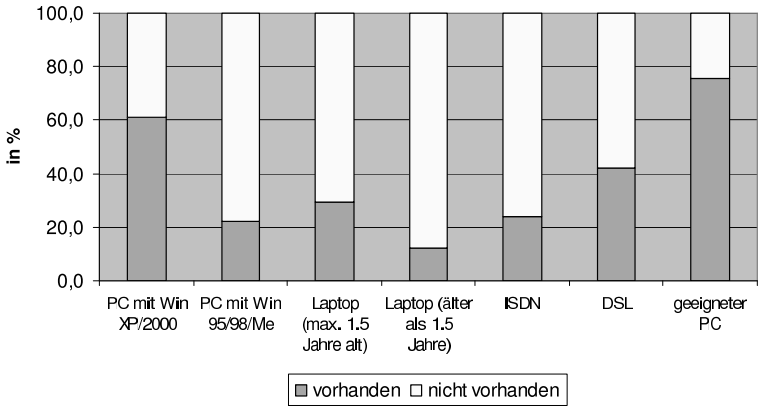

Abbildung 3: EDV-Ausstattung der Studierenden

Geschlecht keine systematischen Unterschiede zeigte, gab es bei den PC-Kenntnissen deutliche geschlechtsspezifische Unterschiede. Die Angaben basieren jedoch auf einer Selbsteinschätzung der Studierenden. In Bezug auf die EDV-Ausstattung (Abbildung 3) war insbesondere von Interesse, wie viele Studierende einen geeigneten PC/Laptop besaßen und somit nicht auf die Nutzung der PC-Pools zum Üben angewiesen waren. Weil das Statistiklabor lediglich Windows 2000/XP unterstützt, wurde zusätzlich nach dem Betriebssystem des PCs/Laptops gefragt. Bei den Laptops wurde unterstellt, dass Geräte, deren Kauf zum Befragungszeitpunkt nicht mehr als 1,5 Jahre zurücklag, in Bezug auf Hardware und Betriebssystem ebenfalls zur Installation des Statistiklabors geeignet waren. Insgesamt besaßen gut 75% einen geeigneten PC oder Laptop.

Weiterhin wurde nach dem Nutzungsverhalten gefragt. Jeweils knapp 90% der Studierenden gaben an, den PC regelmäßig zur gezielten Informationssuche im Internet und zum Lesen/Schreiben von E-Mails zu verwenden. Immerhin nutzen 65% auch regelmäßig Textverarbeitungsprogramme. Der Anteil derer, die regelmäßig mit einer Tabellenkalkulation arbeiten oder den PC zum Programmieren verwenden, lag dagegen nur bei 17% bzw. 8%. Dementsprechend waren nur geringe Vorkenntnisse hinsichtlich

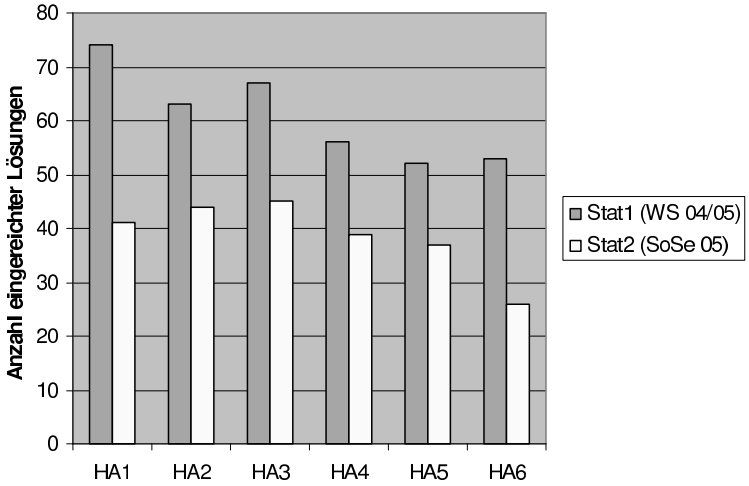

Abbildung 4: Anzahl der eingereichten Hausaufgaben-Zettel (HA1, . . ., HA6) in den Kursen Statistik 1 und 2

der Arbeit mit Statistikprogrammen zu erwarten.

Einen Indikator für die Mitarbeit während des Semesters liefert die Aktivität im Hausaufgabenbetrieb. Zu Beginn des Semesters registrierten sich in der Statistik 1 103 Hausaufgabengruppen mit insgesamt 249 Teilnehmern. In der zu diesem Zyklus gehörenden Statistik 2-Veranstaltung waren es noch 65 Gruppen mit 148 Teilnehmern. Trotz Bemühungen des Lehrstuhls, ein Minimum von zwei Personen pro Gruppe durchzusetzen, bildeten sich in der Statistik 1 18 „Ein-Personen-Gruppen“, in der Statistik 2 immerhin noch zehn. Die betroffenen Personen gaben meist an, aufgrund von langen Fahrtwegen oder Nebenverpflichtungen (Job/Familie) keine Zeit für Treffen mit anderen Kommilitonen zu haben. Die Hausaufgaben wurden nach einem einfachen Bewertungsschema kategorisiert: Für eine nicht bearbeitete Teilaufgabe gab es -0,1 Punkte, für eine fehlerhaft bearbeitete Teilaufgabe gab es Null Punkte und für jede richtige Teilaufgabe einen Punkt. Zusätzlich zu den Punkten gaben die Tutoren bei Fehlern ein stichwortartiges Feedback. Pro Semester waren sechs Aufgabenblätter zu bearbeiten. Abbildung 4 gibt einen Überblick über die Anzahl der eingereichten Lösungen. Die Punkte konnten über das Semester kumuliert werden. Die beste Gruppe erreichte in der Statistik 1 59 von 61 Punkten, in der Statistik 2 erreichten fünf Gruppen 49 von 52 Punkten. Neben dem Niveau-Unterschied, der in der geringeren Anzahl von Teilnehmern in der Statistik 2-Veranstaltung begründet liegt, fällt der unterschiedliche Verlauf auf: In der Statistik 1 sprangen viele Gruppen nach der Bearbeitung des 3. Aufgabenblatts ab, welches das letzte Aufgabenblatt vor den Weihnachtsferien war. In der Statistik 2 stieg die Anzahl der aktiven Gruppen zunächst sogar leicht. Etliche Gruppen fassten die Entscheidung für den Ausstieg vermutlich erst kurz vor der Klausur.

6 Die Klausur

Die Durchführung einer PC-gestützten Abschluss-Klausur im Rahmen einer Massenveranstaltung bildete die größte Herausforderung. Nachdem die Studierenden-Befragung zeigte, dass immerhin 30% der Veranstaltungsteilnehmer bereits zu Beginn des Seme-

Abbildung 5: Die Teilnehmer der Statistik 1-Klausur beim Aufbau der mitgebrachten Laptops.

sters einen geeigneten Laptop besaßen, wurde der Entschluss gefasst, es den Studierenden zu ermöglichen, die Klausur am eigenen Laptop zu schreiben. Um die PC-Pools des Fachbereichs zu entlasten, ermutigte man die Studierenden in den Veranstaltungen auch explizit zur Wahl dieser Option. Aus Gesprächen ging hervor, dass daraufhin einige Studierende die ohnehin für das Studium geplante Anschaffung eines Laptops vorzogen. Während des Semesters meldeten sich ca. 200 Personen für die Abschluss-Klausur über das Prüfungsamt an. Um den Raumbedarf besser planen zu können, mussten sich Personen, die die Klausur am Laptop schreiben wollten, zusätzlich in eine weitere Anmeldeliste am Lehrstuhl eintragen. Durch die Eintragung in diese Liste versicherten die Studierenden, dass sie auf einen Platz im PC-Pool verzichten und selbst für die Funktionstüchtigkeit des mitgebrachten Laptops verantwortlich sind. 76 Personen trugen sich in die Liste ein. Bei der Eintragung in die Laptop-Liste wurde die Ausstattung der Laptops durch einen studentischen Tutor grob mit den vorab veröffentlichten Hard- und Software-Anforderungen zur Verwendung des Statistiklabors geprüft. Diese aufwändige Prozedur erwies sich jedoch als überflüssig und wurde in den folgenden Semestern nicht wiederholt.

Aufgrund mangelnder Kapazitäten wurde die Klausur in zwei zeitversetzten Gruppen geschrieben. Die Gruppenzuteilung erfolgte durch den Lehrstuhl. Pro Durchlauf standen knapp 90 PCs verteilt auf drei PC-Pools sowie maximal 45 Plätze in einem separaten Raum für Laptops zur Verfügung. Die Laptop-Nutzer schrieben die Klausur in der modernisierten Cafeteria des Fachbereichs (Abbildung 5), da dieser Raum über ausreichend Steckdosen verfügte. Obwohl ein Großteil der Laptops für die Klausurzeit von 120 Minuten auch ohne Anschluss an das Stromnetz hätte betrieben werden können, drängten im Vorfeld etliche Studierende „zur Sicherheit“ auf eine ausreichende Anzahl von Steckdosen. In der Klausur waren insgesamt 120 Punkte zu erreichen, von denen genau die Hälfte auf den am PC zu lösenden Teil entfielen. Auch die Klausuraufgaben für den PC-Teil wurden auf Papier gestellt. Vor der Klausur wurden vier in der

Veranstaltung bereits verwendete Datensätze benannt, die die Teilnehmer zur Klausur bereithalten sollten. Der Open-Book-Tradition bei Statistik-Klausuren am Fachbereich folgend, durften die Teilnehmer nun konsequenterweise neben gedruckten Materialien und eigenen Aufzeichnungen auch Dokumente in digitaler Form nutzen. Ein Verbot von Materialien in digitaler Form wäre auf den Laptops ohnehin kaum durchsetzbar gewesen. Die beiden Klausurgruppen bekamen unterschiedliche Aufgaben. Dabei wurden u.a. andere Zahlen verwendet, die Aufgabentexte wurden teilweise komplett neu geschrieben, in den Labor-Aufgaben wurden Auswertungen mit anderen Datensätzen oder in demselben Datensatz, jedoch mit anderen Variablen durchgeführt.

Ein wichtiger Aspekt war die Vermeidung von Täuschungsversuchen. Bisherige Erfahrungen mit PC-gestützten Klausuren aus dem Pilotbetrieb zeigten zwar, dass auch hier die größte Gefahr vom „einfachen Abgucken“ – in diesem Fall vom Bildschirm des Nachbarn – ausging. Im Gegensatz zu klassischen Klausuren sind die Platzverhältnisse in den PC-Pools häufig beengter. Nur in Ausnahmefällen ist es möglich, zwischen zwei Teilnehmern einen PC-Platz nicht zu belegen. Diesem Problem wurde durch zusätzliche Aufsichtspersonen begegnet. Weiterhin wurde auch innerhalb der Klausur-Gruppen durch simple Vertauschung der Aufgabenreihenfolge eine A- und eine B-Klausur mit unterschiedlichem Deckblatt erstellt, was das direkte Abgucken zumindest erschwerte. Ein auf dem Router des Netzwerks während der Klausurzeit aktivierter IP-Filter unterband den Zugriff der PCs auf das Internet sowie andere LAN-Segmente und verhinderte so technische Täuschungsversuche. Den gleichen Effekt sollte die temporäre Abschaltung des WLANs der Universität in der Umgebung des Laptop-Raums erzielen. An- und Abmeldungen an den PCs wurden protokolliert. Ein passiver WLAN-Scanner suchte vor und während der Klausur permanent nach Access-Points und Ad-Hoc-Netzen. Zusätzlich wurden die Studierenden vor der Klausur darauf aufmerksam gemacht, dass jegliche Nutzung drahtloser Kommunikationswege als Täuschungsversuch gewertet wird. Regelmäßig mussten vor der Klausur die internen WLAN-Karten einiger Laptops durch die Aufsicht deaktiviert werden, da deren Besitzer dazu nicht in der Lage waren.

Während sich die WLAN-Nutzung relativ gut kontrollieren lässt, stellen alternative drahtlose Formen der Kommunikation in letzter Zeit eine zunehmende „Gefahr“ dar. Neuere Notebooks besitzen häufig interne Bluetooth-Adapter mit einer Reichweite, die zumindest für die Kommunikation innerhalb des Klausurraums ausreicht. Interne bzw. von außen kaum sichtbare GPRS- oder UTMS-Adapter würden sogar theoretisch eine Kommunikation nach außen ermöglichen. Derartige Täuschungsversuche können nur durch größeren technischen Aufwand (Räume mit speziellen Wänden, die Funk in relevanten Frequenzbändern dämpfen oder teure Frequenzscanner) verhindert werden. Auf der anderen Seite darf nicht vergessen werden, dass ein derartiger Täuschungsversuch penibel geplant sein und technisch entsprechend umgesetzt werden muss. Da im Laptop-Raum während der Klausur bis zu fünf Aufsichten anwesend sind, besteht ein nicht unerhebliches Risiko entdeckt zu werden. Dadurch, dass die Aufgaben auf Papier gestellt werden, müsste zudem der gesamte Aufgabentext zunächst auf den PC (z.B. durch Abtippen) übertragen werden, bevor er über eine versteckte Drahtlos-Verbindung nach außen geschickt werden könnte. Zum Bestehen der Klausur sind ferner 50% der Punkte erforderlich. Selbst wenn es gelänge, im PC-Teil zu schummeln, ist man noch weit von einer guten Note entfernt. Zuletzt sollte auch bedacht werden, dass technische Betrugsversuche (die Benutzung einer drahtlosen Kamera zum Abfilmen von Klausuren oder der Einsatz eines unauffälligen Bluetooth-Headsets in Verbindung mit einem Handy) auch ohne Laptop möglich sind und dagegen auch in klassischen Klausuren – neben den üblichen Kontrollen durch die Aufsicht – noch keine speziellen

Maßnahmen ergriffen werden.

Keine Software läuft 100% stabil. Wenn während der Klausur ungefähr 200 Teilnehmer mit dem Statistiklabor arbeiten und etliche Laborszenarien erstellen, verändern, speichern und wieder öffnen, kommt es gelegentlich zu Programmabstürzen. In diesen Situationen gilt es, die Studierenden zuerst zu beruhigen und danach den entstandenen Schaden – insbesondere die verlorene Zeit – abzuschätzen. Bisher konnte immer einvernehmlich mit dem Betroffenen eine Nachschreibezeit vereinbart werden, die sich an den Punktzahlen der verloren gegangenen Teilaufgaben orientierte.

Es stellte sich die Frage, ob dieser Aufwand tatsächlich gerechtfertigt ist. Doch auch in der Klausur ergeben sich durch die PC-Unterstützung für den Dozenten neue Möglichkeiten: Die Studierenden können z.B. im Bereich der Schätztheorie zuerst in einer klassischen Aufgabe „einfache“ Schätzfunktionen hinsichtlich ihrer Eigenschaften beurteilen und anschließend eine Simulation durchführen, um die Eigenschaften weiterer – beispielsweise auf Ordnungsstatistiken basierenden Schätzfunktionen – zu untersuchen. Im Bereich des statistischen Testens und der Regression können Aufgaben gestellt werden, die den Charakter einer kleinen Fallstudie aufweisen. Allerdings muss auch der Dozent erst einmal Erfahrung mit PC-gestützten Klausuraufgaben sammeln. Deren Schwierigkeitsgrad lässt sich am Anfang schwer einschätzen. Dafür erhält man die Möglichkeit, bestimmte Fähigkeiten zu überprüfen, die über klassische Aufgaben kaum abgefragt werden können. Selbst wenn in klassischen Aufgaben z.B. SPSS-Outputs abgedruckt werden, ist der Studierende in ein bestimmtes Schema gepresst. Kann er dagegen in der Klausur selbst mit der Software arbeiten, muss er auch den Weg zur Lösung eigenständig und explorativ finden. Dabei kann er im Rahmen der Vorgaben selbst wählen, welche Methoden er einsetzt.

Häufig wird gefragt, ob sich durch die Einführung des neuen Konzepts die Noten verbessert hätten. Dabei wird implizit unterstellt, dass sich der Lernerfolg – der zweifelsohne ein wichtiges Kriterium im Rahmen der Evaluation darstellt – im Vergleich zu Studierenden früherer Semester durch Änderungen im Notendurchschnitt messen ließe. Jedoch ist mit der Umstellung auch die Erwartungshaltung gestiegen. Wäre dies anders, so hätten sich die Noten bereits durch die Einführung des Taschenrechners nachhaltig verbessern müssen. Obwohl sich auch durch die Einführung des multimedialen Konzepts der Notendurchschnitt nicht signifikant verändert hat, werden nach dem Empfinden der Autoren wesentliche zusätzliche Fähigkeiten vermittelt, die den Studierenden gerade beim Einstieg in den Beruf von Nutzen sein können. Ein aussagekräftiger Notenvergleich wäre nur im Rahmen eines aufwändigen Experiments möglich, welches sich im laufenden Vorlesungsbetrieb nicht ohne Weiteres durchführen lässt. Dennoch kann die Evaluation neben einigen subjektiven Eindrücken der Dozenten und Studierenden auch auf quantitative Daten bauen.

7 Evaluation des ersten Zyklus

Im Rahmen des ersten Veranstaltungszyklus, der nach dem neuen Konzept durchgeführt wurde, fielen diverse Daten an: An der in der Statistik 1 durchgeführten schriftlichen Befragung nahmen 249 Studierende teil. In der Statistik 2 wurde eine zweite Befragung durchgeführt, in der die Studierenden nach ihrer Meinung zu dem neuen Konzept befragt wurden (76 Teilnehmer). Zusätzlich lagen personalisierte Daten aus dem Hausaufgabenbetrieb vor. Das LMS Blackboard lieferte personalisierte Daten über die Nutzung der einzelnen Inhalts-Bereiche der Kurse Statistik 1 und Statistik 2. Hinzu kommen die Klausurergebnisse, aufgeschlüsselt u.a. nach PC-/Laptop-

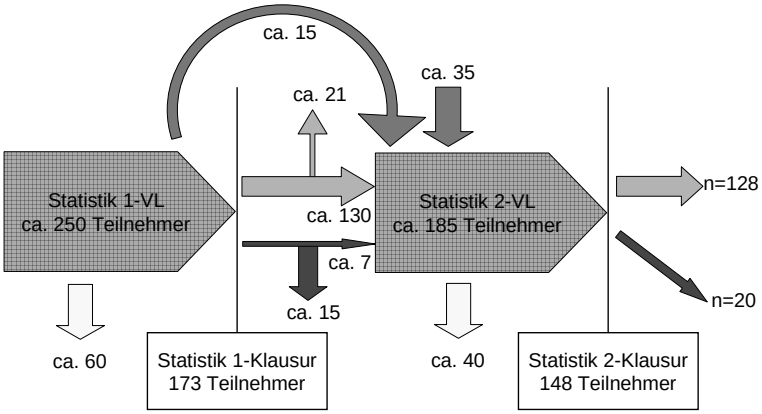

Abbildung 6: Reproduzierte „Wanderung“ der Teilnehmer durch den ersten Veranstaltungszyklus. Die obere Pfeilreihe in der Mitte repräsentiert Teilnehmer, die die Klausur bestanden haben, die darunterlaufenden dunkleren Pfeile Teilnehmer, die die Klausur nicht bestanden haben.

Bereich	Mean	Max	Beschreibung
Information	23.58	109	Veranstaltungstermine, Literaturliste, ...
Vorlesung	134.03	544	Materialien zur Vorlesung (Folien, Laboraufgaben, Datensätze, Applets, Formelsammlung, ...)
Übungsblätter	236.75	1029	Übungsblätter mit Aufgaben für die Großübungen und den Hausaufgaben
Statistiklabor	38.85	200	Download des Statistiklabors
Tools	6.84	57	persönliche Datei-Ablage
Gesamt	455.97	1713	

Tabelle 1: Nutzungsstatistiken des LMS Blackboard für den Kurs Statistik 1, Zugriffe pro Nutzer im Zeitraum vom 01.10.2004 bis zum 31.03.2005

Nutzung, Klausur-Durchgang und Klausur-Version. Eine Zusammenführung der Daten ermöglichte eine grobe Verfolgung der Teilnehmer durch den Veranstaltungszyklus (vgl. Abbildung 6). Die Drop-Out-Quoten liegen dabei im Bereich des am Fachbereich Üblichen. In der Statistik 2 ist die Anzahl der Teilnehmer generell geringer, weil diese Veranstaltung z.B. für viele Magister-Studierende nicht obligatorisch ist.

Die weitere Analyse der Blackboard-Statistiken (Tabelle 1) zeigt eine hohe Korrelation zwischen der Nutzung der einzelnen Inhalts-Bereiche (mit Ausnahme des Bereichs „Tools“ liegt die Korrelation bei ca. 0.65). Der erste Eigenvektor vermag 74% der Gesamtvarianz der Zugriffe zu erklären.

Um herauszufinden, welche Faktoren die Teilnahme-Entscheidung bezüglich der Klausur beeinflussen, wurden verschiedene Logit-Modelle gerechnet. Einzig die Anzahl der im Hausaufgabenbetrieb erzielten Punkte erwies sich dabei als signifikant ($p = 0.0014$), was plausibel erscheint. Dagegen spielte überraschenderweise die Anzahl der Zugriffe auf das LMS keine Rolle ($p = 0.9909$)[7].

[7]Die detaillierten Ergebnisse der Logit-, sowie der im Folgenden erwähnten Regressions-Analyse sind

Bezüglich des PC-Teils in der Klausur stellte sich vorab die Frage, ob es überhaupt gelingt, mit dem Statistiklabor differenziert Statistik-Kenntnisse abzufragen. Dabei wurde die Befürchtung geäußert, dass evtl. stattdessen im Wesentlichen überprüft wird, ob die Studierenden mit dem Statistiklabor selbst umgehen können. Tabelle 2 zeigt die Korrelation der Punkte in den Aufgaben aus dem Laborteil.

Statistik 1	AG-Punkte	A1	A2	A3	Laborteil
AG-Punkte	1.00	0.03	0.17	0.21	0.19
A1		1.00	0.40	0.31	0.76
A2			1.00	0.21	0.75
A3				1.00	0.69
Laborteil					1.00

Tabelle 2: Korrelationsmatrix der Punkte im Laborteil der Klausur

Die erste Aufgabe behandelt einfache Probleme der deskriptiven Statistik, Aufgabe zwei befasst sich mit empirischen Zusammenhangsmaßen, während die dritte Aufgabe diskrete Verteilungsmodelle zum Inhalt hat. Die verhältnismäßig schwache Korrelation der in den Aufgaben erreichten Punkte legt nahe, dass verschiedene Kenntnisse zur Lösung erforderlich sind – die grundsätzliche Fähigkeit zur Bedienung des Statistiklabors kann also lediglich eine untergeordnete Rolle spielen. Überraschend dagegen ist die sehr geringe Korrelation zwischen den im Laborteil der Klausur erreichten Punkten und dem Hausaufgabenbetrieb, der explizit auf die PC-Aufgaben in der Klausur vorbereiten sollte.

Durchschnittlich wurden im Laborteil der Klausur ca. 15 Punkte mehr erreicht als im klassischen Teil. Ein Grund ist darin zu sehen, dass die Empfehlung gegeben wurde, die drei Laboraufgaben vor den klassischen Aufgaben zu lösen. Da die Zeit knapp bemessen war, konnten einige Studierende die letzte(n) Aufgabe(n) aus dem klassischen Teil nur oberflächlich bearbeiten. Studierende gaben jedoch auch an, die Laboraufgaben würden „mehr Spaß“ machen und hätten deshalb beim Lernen intensivere Aufmerksamkeit erfahren. Die Korrelation zwischen den im Laborteil und den im klassischen Teil der Klausur erreichten Punkten lag bei 0.55 (0.47 in der Statistik 2).

Um die in der Klausur erreichte Gesamtpunktzahl zu erklären, wurden verschiedene Regressionsmodelle gerechnet. Dabei hatten die Klausurgruppe ($p = 0.2995$) sowie die Klausurversion (0.6717) keinen signifikanten Einfluss. Ebenfalls konnte kein signifikanter Unterschied zwischen PC- und Laptop-Nutzern festgestellt werden ($p = 0.1519$). Dagegen übten die Punkte im Hausaufgabenbetrieb sowie die Blackboard-Nutzung einen positiven Einfluss aus ($p = 0.0077$ bzw. $p = 0.0105$). Insgesamt vermochte aber keines der aufgestellten Regressionmodelle mehr als 20% der Gesamtvarianz der Punkte zu erklären. Offensichtlich haben nicht erfasste Faktoren (wie Fleiß, Begabung, Motivation etc.) einen erheblichen Einfluss.

Von den Veranstaltungsteilnehmern wurden insbesondere der Einsatz des Statistiklabors und des Blackboard-Systems zur Verwaltung aller Materialien sehr positiv bewertet (Abbildung 7). Zu der Vorlesung Statistik 2 wurden drei Großübungen angeboten, von denen zwei jeweils von ca. 40 Studierenden besucht wurden, während die dritte Großübung über 80 Teilnehmer zählte. Vor diesem Hintergrund wurden die Studierenden ebenfalls gefragt, ob sie die besuchte Großübung als zu voll empfänden. Dabei gaben 95% der Besucher der beiden kleineren Großübungen an, dass die Teilnehmeranzahl „gerade richtig“ bzw. „noch okay“ sei. Dagegen waren über 60% der

auf Anfrage über die Autoren erhältlich.

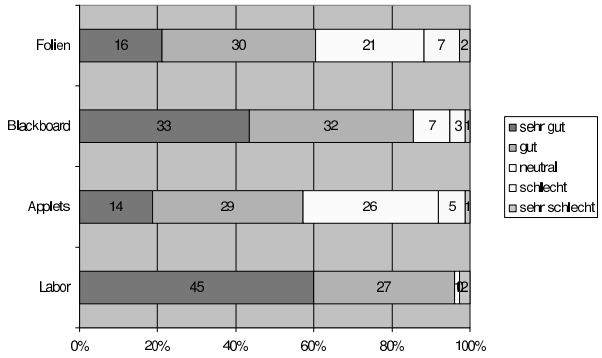

Abbildung 7: Bewertung einiger Komponenten des neuen Konzepts durch die Veranstaltungsteilnehmer. Die Zahlen geben die absoluten Häufigkeiten wieder, $n = 76$.

Besucher der vollen Großübung der Meinung, dass die Teilnehmerzahl überhöht sei. Da die Termine der anderen Großübungen überschneidungsfrei zu anderen Veranstaltungen gelegt wurden, war die Unzufriedenheit jedoch offensichtlich nicht so groß, dass sie die betreffenden Teilnehmer zu einem Wechsel in eine nicht so gut besuchte Großübung veranlasst hätte.

Am Lehrstuhl bindet die Korrektur der Hausaufgaben und die Betreuung der AGs viele Ressourcen. In der Befragung sollte herausgefunden werden, inwiefern dies zu rechtfertigen ist. 13% der Befragten gaben an, die AGs in den PC-Pools regelmäßig zu besuchen. Ebenfalls 13% besuchten die AGs nach eigener Angabe zumindest häufig. Insgesamt 35% der Teilnehmer besuchten die AGs zumindest gelegentlich – diese Zahl entsprach auch der Einschätzung der Tutoren, die die AGs betreuten. Interessanterweise gaben knapp 50% der Befragten an, nie eine AG besucht zu haben. In vielen Fällen besuchten alle Teilnehmer einer Hausaufgabengruppe gemeinsam eine AG. Die Aufgaben wurden dann im Team gelöst. Entstehende Fragen konnten so zuerst innerhalb der Gruppe diskutiert werden – nur, wenn Fragen gruppenintern nicht abschließend geklärt werden konnten, wurde ein Tutor hinzugezogen.

Während des Semesters wurde diskutiert, ob die zeitaufwändige Korrektur und das Schreiben kurzer Kommentare zu den eingeschickten Hausaufgaben notwendig seien. Alternativ hätten die Aufgaben lediglich mit „einem Blick“ begutachtet werden können. Eine sinnvolle Bearbeitung vorausgesetzt, hätten die Gruppen dann eine Musterlösung erhalten, anhand derer das Auffinden evtl. gemachter Fehler prinzipiell auch selbstständig möglich wäre. Allerdings empfanden über 50% der Befragten die Korrektur als „sehr hilfreich“, weitere 34% immerhin als „hilfreich“. Angesichts dieser positiven Bewertung des bestehenden Prozederes wurde die Korrektur auch in den folgenden Semestern beibehalten.

Kaum einer der Veranstaltungsteilnehmer hatte bisher Erfahrungen mit einer teilweise am PC zu absolvierenden Prüfung. Vor der Statistik 1-Klausur bestand bei vielen Veranstaltungsteilnehmern eine Verunsicherung bezüglich der Anforderungen und dem Ablauf der Klausur. Der Lehrstuhl stellte daraufhin kurzfristig eine Probeklausur und veröffentlichte ein mehrseitiges Dokument, in welchem der Ablauf der Klausur detailliert erläutert wurde. In der Evaluations-Befragung – also in der Vorbereitungsphase auf die Statistik 2-Klausur – wurden die Studierenden nach der subjektiv empfundenen Unsicherheit im Hinblick auf die Statistik 2-Klausur im Vergleich zu anderen Grundstudiums-Klausuren gefragt. Knapp 80% der Befragten fühlten sich zumindest

„nicht unsicherer“. 45% fühlten sich sogar „eher sicherer“. Zusätzlich wurde gefragt, wie die Studierenden zum Umfang des PC-Teils in der Klausur standen. Lediglich 10% empfanden den Umfang des PC-Teils von 50% als „hoch“ oder „zu hoch“. Über die Hälfte der Befragten hätte sich sogar einen umfangreicheren PC-Teil gewünscht. Die anfangs bestehenden Unsicherheiten konnten offenbar durch die getroffenen Maßnahmen größtenteils abgebaut werden. Der Umgang mit dem Statistiklabor scheint den Studierenden darüber hinaus zu gefallen.

Gefragt nach einer Gesamteinschätzung des Konzepts im Vergleich zu anderen Grundstudiumsveranstaltungen gaben 75% der Befragten an, dieses „besser“ zu finden. Weitere 16% beurteilten das Konzept als „eher besser“, während nur 3% das Konzept als „schlechter“ bzw. „eher schlechter“ bewerteten.

Die von v. d. Lippe und Kladroba (2007) geäußerten Vorbehalte gegenüber dem Einsatz von Statistik-Software im Grundstudium sehen die Autoren daher nicht bestätigt. Sicher ist der Fokus auf reale Daten kein „Allheilmittel“ gegen die beklagte Abneigung vieler Studierender gegenüber dem Fach Statistik als solches. Die Studierenden eines wirtschaftswissenschaftlichen Fachbereichs haben sich i.d.R. bewusst für diese Ausrichtung entschieden. Sie lassen sich durch die „Schönheit“ mancher Formeln und Beweise meist – anders als ihre Kommilitonen an mathematischen Fachbereichen – nicht beeindrucken. Viele Statistik-Dozenten an sozialwissenschaftlichen Fachbereichen kämpfen mit dem verbreiteten Vorurteil, Mathematik und Statistik seien lediglich Bestandteil des Curriculums, um Studierende zu ärgern oder „rauszuprüfen“, hätten aber darüber hinaus keinen Wert fürs spätere Studium oder gar den Beruf. Dagegen helfen auch die gut gemeinten Worte der Dozenten am Anfang eines Statistik-Zyklus im Grundstudium erfahrungsgemäß wenig. Häufig weicht dieses Vorurteil erst im Hauptstudium oder im Berufsleben der späten Erkenntnis, dass es sinnvoll gewesen wäre, sich im Grundstudium eingehender mit der Statistik zu beschäftigen. Auch wenn das neue Konzept es nicht vermag, bei allen Studierenden Begeisterung für die Statistik hervorzurufen, so ermöglicht die Arbeit mit echten Daten am PC, die vielfältigen Anwendungen und damit verbunden die Relevanz des Fachs besser und früher zu erkennen. Die Erfahrung der Autoren ist, dass die Studierenden es dabei auch nicht übel nehmen, wenn die Einführung eines etwas komplexeren Beispiels einiger Erläuterungen bedarf, die über das Gebiet der reinen Statistik hinausgehen und dafür die vielfältigen Bezüge zu anderen Fächern aufzeigen.

Viele Studierende gaben an, dass ihnen die selbstständige Arbeit mit dem Statistiklabor „Spaß“ bereitet hat, was sich auch klar in den Evaluationsergebnissen widerspiegelt. Natürlich darf es nicht nur um Spaß gehen. In diesem Zusammenhang ist wohl die Befürchtung zu sehen, dass ein verstärkter EDV-Einsatz zulasten des Verständnisses der Methoden gehen könnte. Dabei ist keine Entweder-Oder-Entscheidung zu treffen. Der EDV-Einsatz wird als probates Mittel zur besseren Vermittlung des Stoffs verstanden. Zweifelsohne ist das Verständnis der Formeln notwendige Bedingung für solide statistische Analysen. Nicht zu vernachlässigen ist jedoch das Verständnis für Daten. Was hilft es, den Zwei-Stichproben-t-Test verstanden zu haben, wenn man in der Praxis nicht in der Lage ist, die Bedingungen für dessen Anwendung zu prüfen?

Die gemachten Erfahrungen zeigen, dass dies für einen Großteil der Studierenden keineswegs trivial ist. Ein wesentliches Problem ist dabei offensichtlich, ein „Gefühl“ für die Auswirkungen zufälliger Effekte zu entwickeln und diese von systematischen Unterschieden abzugrenzen. Wann sind z.B. in einem QQ-Plot sichtbare Abweichungen von der Geraden zufällig? Wann unterscheiden sich zwei Boxplots systematisch? Für einen guten Autofahrer reicht es nicht, die Verkehrsregeln zu kennen – eine gewisse Fahrpraxis ist unerlässlich. Genauso verhält es sich nach Meinung der Autoren mit

der Statistik. Natürlich abstrahieren auch die im Rahmen des neuen Konzepts verwendeten Beispiele und Übungen. Dennoch liegen sie näher an realen Problemstellungen als gänzlich fiktive Beispiele. Durch den Einsatz realer Daten kommen die Studierenden schon während des Studiums mit Problemen wie Ausreißern (die z.B. regelmäßig durch bewusste Falschangaben, Übertragungs- oder Kodierungsfehler in der Studierendenbefragung entstehen), Missing-Values, Rundungs- und Gruppierungseffekten in Berührung. Auch wenn diese Themen aufgrund der beschränkten Zeit nur tangiert werden, so wird bereits früh ein Bewusstsein dafür geschaffen, dass reale Daten selten „perfekt“ sind. Der Blick auf die Daten im Sinne von Tukey (1970) sollte der Anwendung inferenzstatistischer Methoden stets vorausgehen – dies wird im Rahmen des neuen Konzepts auch regelmäßig in der Klausur verlangt. Da ein Großteil der Studierenden der Wirtschaftswissenschaft im Hauptstudium Studienschwerpunkte abseits der Statistik wählt, sollten diese Kenntnisse zumindest ansatzweise schon im Grundstudium vermittelt werden.

8 Fazit

Aus Sicht der Teilnehmer kann aufgrund der Evaluations-Ergebnisse eine positive Bilanz gezogen werden. Auch wenn fast allen Besuchern der Vorlesung der unmittelbare Vergleich zu einer Statistikausbildung ohne PC-Einsatz fehlt, werden die wesentlichen Vorzüge des neuen Konzepts erkannt und geschätzt. Zusätzlich zur speziell auf das neue Konzept abgestimmten Veranstaltungsevaluation durch den Lehrstuhl wurde die Veranstaltung auch einer standardisierten Evaluation durch den Fachbereich unterzogen. Die Statistik 2-Veranstaltung lag dabei bezüglich fast aller Bewertungskriterien über dem Fachbereichsdurchschnitt im Grundstudium. Dabei zählt die Statistik normalerweise nicht zu den beliebtesten Fächern im Grundstudium der Wirtschaftswissenschaft. Wie erwähnt, bestand nach den Erfahrungen aus dem Piloteinsatz die Befürchtung, dass einige EDV-feindlich eingestellte Studierende einer Implementation des neuen Konzepts entgegenwirken könnten. Dies konnte jedoch nicht beobachtet werden. Weder in der Evaluation des Lehrstuhls noch in der Evaluation des Fachbereichs fand sich auch nur ein Kommentar, der den PC-Einsatz grundsätzlich infrage gestellt hätte. Im Gegenteil – der Einsatz des Statistiklabors war Gegenstand zahlreicher positiver Äußerungen.

Auch aus Dozenten-Sicht fällt das Fazit positiv aus: Die Durchführung und Gestaltung der Veranstaltung bereitet aufgrund der neuen Möglichkeiten und Freiräume durch den PC-Einsatz mehr Spaß. In den AGs fand ein beidseitiger Lernprozess statt: Durch die vielen Fragen der Studierenden eröffnete sich auch für den Dozenten die Möglichkeit, die Probleme der Studierenden besser zu verstehen. Parallel wachsen allerdings die Anforderungen an die Dozenten. Neben den unterschiedlichen Mathematikkenntnissen sind nun auch die teilweise stark variierenden EDV-Kenntnisse der Veranstaltungsbesucher zu berücksichtigen. Zuletzt besteht eine höhere Abhängigkeit von der Technik in den Hörsälen. Bei einem Ausfall des PCs, des LMS oder des Beamers ist Improvisationstalent gefordert.

Die Umsetzung des erarbeiteten Konzepts ist insgesamt gelungen. Der Aufwand war dabei – wie erwartet – zunächst höher als bei einer Veranstaltung nach dem klassischen Konzept ohne PC-Einsatz, lag aber noch im Rahmen der Erwartungen. Mittlerweile ist bereits der vierte Zyklus nach dem neuen Konzept angelaufen. Dabei ist der Aufwand von Semester zu Semester spürbar gesunken und liegt mittlerweile wieder im Rahmen des Gewohnten. Bestimmte Bereiche bieten noch weiteres Rationalisierungs-

potenzial: Die Administration des Hausaufgabenbetriebs (Registrierung und Verwaltung der Gruppen sowie die Veröffentlichung des Feedbacks) ließen sich durch eine passende Webanwendung oder bessere Unterstützung im Blackboard deutlich vereinfachen. In der Klausur würde eine sichere, gleichermaßen für Laptops und PC-Pools verwendbare „Klausur-Abgabe-Software“ für die digitalen Aufgaben den Prozess des Einsammelns der Lösungen deutlich beschleunigen.

9 Ausblick

Für die Studierenden und die Statistik-Dozenten ist das neue Konzept längst zur Normalität geworden. Die Fortführung der Lehre nach dem neuen Konzept stellt jedoch vor dem Hintergrund der Einführung des Bachelors eine Herausforderung dar. Durch die Umstellung werden Kurse nur noch im Jahres-Zyklus angeboten. In der Übergangsphase werden zusätzlich zu den Bachelor-Studierenden noch einige Studierende aus den auslaufenden Diplom-Studiengängen die Veranstaltung besuchen. Dabei werden bis zu 500 Teilnehmer in der Vorlesung erwartet. Mit den bisher zur Verfügung stehenden Ressourcen kann eine PC-gestützte Klausur am Fachbereich mit derartigen Teilnehmerzahlen nicht realisiert werden. Der Anteil der Laptop-Nutzer schwankte in den vergangenen Klausuren zwischen 33% und 45%. Es müssten also ca. 200 PC-Plätze zur Verfügung stehen. Eine Erhöhung der Anzahl der Klausurdurchgänge ist organisatorisch nicht mehr zu bewältigen. Größere PC-Pools und mehr Laptop-Räume scheinen unumgänglich. Ob solche Investitionen in Zeiten knapper Mittel jedoch tatsächlich getätigt werden, ist derzeit noch fraglich. Tatsächlich würde sich dieser hohe Mitteleinsatz lohnen, wenn sich PC-gestützte Prüfungen auch in anderen Veranstaltungen bzw. anderen Fachbereichen durchsetzen.

Mittelfristig wird der Laptop zweifelsohne zur Standardausstattung eines Studierenden zählen – so selbstverständlich wie heute der Taschenrechner. Spätestens dann werden Klausuren nach dem Open-Book-Prinzip auch in größeren Studiengängen problemlos möglich sein. Vorausgesetzt, dass bis dahin eine wirksame Kontrolle der drahtlosen Kommunikation möglich ist, werden entsprechende Klausuren dann aus Sicht der Universität mit verhältnismäßig geringem Aufwand realisierbar sein. Mit diesem Fokus ist an der Freien Universität die Einrichtung geeigneter zentraler Lehr- und Prüfungsräume geplant, die auch in der Übergangsphase die Fortführung des Konzepts ermöglichen sollen.

Literaturverzeichnis

EFRON, BRADLEY (1979). Bootstrap methods: Another look at the jackknife. *The Annals of Statistics* **7** 1–26.

V. D. LIPPE, PETER & KLADROBA, ANDREAS (2007). *Der unaufhaltsame Niedergang der Fächer Statistik und Ökonometrie.* unveröffentlichtes Manuskript.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2006). *R: A language and environment for statistical computing.* R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL: http://www.R-project.org.

RENDTEL, ULRICH (1998). Praxisnähe im Grundstudium. *Allgemeines Statistisches Archiv* **82** 396–406.

SCHLITTGEN, RAINER (2005). *Das Statistiklabor: Einführung und Benutzerhandbuch.* Springer, Berlin.

TUKEY, JOHN W. (1970). *Exploratory Data Analysis.* Addision-Wesley, Massachusetts.