

E-Klausuren an Hochschulen

- Didaktik
- Technik
- Systeme
- Recht
- Praxis



Michael Vogt
Stefan Schneider

E-Klausuren an Hochschulen

Didaktik – Technik – Systeme – Recht – Praxis

Michael Vogt Stefan Schneider

Vogt, M. & Schneider, S. (2009). E-Klausuren an Hochschulen.
Koordinationsstelle Multimedia, JLU Gießen.

1. Auflage, 2009

Gefördert vom Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst (HMWK)
in Zusammenarbeit mit dem Hessisches Telemedia Technologie Kompetenz-Center (httc).

Wir möchten uns herzlich bei den Kollegen des ZMML der Universität Bremen und des Zentrums für
Hochschul- und Qualitätsentwicklung der Universität Duisburg-Essen für die Unterstützung und
Bereitstellung von Abbildungen bedanken.

Kontakt

Dipl. Psych. Michael Vogt
michael.vogt@hrz.uni-giessen.de

Dipl. Psych. Stefan Schneider
stefan.schneider@hrz.uni-giessen.de

Dipl. Psych. Ralf Frenger, Gruppenleitung
ralf.p.frenger@hrz.uni-giessen.de

Justus-Liebig-Universität Gießen
Hochschulrechenzentrum
Koordinationsstelle Multimedia (KOMM)
Heinrich-Buff-Ring 44
35392 Gießen

Creative Commons License

Es ist Ihnen gestattet, das Werk zu vervielfältigen, zu verbreiten und öffentlich zugänglich zu machen sowie Abwandlungen bzw. Bearbeitungen des Inhaltes anzufertigen. Dabei gelten folgende Bedingungen: Sie müssen den Namen der Autoren/Rechteinhaber nennen. Dieses Werk darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden. Wenn Sie den lizenzierten Inhalt bearbeiten oder in anderer Weise umgestalten, verändern oder als Grundlage für einen anderen Inhalt verwenden, dürfen Sie den neu entstandenen Inhalt nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar sind.



Inhaltsverzeichnis

E-Klausuren – eine neue Art des Prüfens?	1
Was sind E-Klausuren?.....	1
Ein kleines Beispiel	1
Definition.....	2
Abgrenzung zu E-Assessment, Online-Klausuren.....	2
Gründe für E-Klausuren.....	3
Erhöhter Prüfungsaufwand durch Bologna.....	3
Vorteile für die Studierenden.....	3
Vorteile für die Lehrenden.....	3
Vorteile für die Institution.....	4
Bedenken gegenüber E-Klausuren.....	4
Fairness.....	4
Zuverlässigkeit des Systems.....	4
Prüfbares Wissen.....	5
Aufwand der Erstellung.....	5
Zukunftsfähigkeit.....	5
Didaktik von E-Klausuren	6
Arten von prüfbarem Wissen.....	6
Deklaratives und Prozedurales Wissen	6
Lernzieltaxonomien.....	6
Aufgabentypen.....	8
Geschlossene Aufgaben.....	8
Offene Aufgaben.....	10
Auswahl eines geeigneten Aufgabentyps.....	11
Medieneinbindung.....	11
Hochauflösende Abbildungen.....	12
Audio und Video.....	12
Animationen / interaktive Grafiken.....	13
Übungsklausuren.....	14
Lernen durch Feedback.....	14
Kennenlernen der Software.....	14
Zusammenfassung Didaktik von E-Klausuren.....	15
Technik für E-Klausuren	16
Komponenten eines E-Klausur Systems.....	16

Autorenwerkzeug.....	16
Fragenverwaltung.....	16
Funktionalitäten für die Durchführung der E-Klausur.....	17
Eine Frage der Schnittstellen.....	18
Die Bedeutung von Schnittstellen und Standards.....	18
Anbindung an ein Verwaltungssystem.....	18
Im- und Export von Fragen.....	18
Server und Clients.....	19
Serverarchitektur.....	19
PC-Pools, Nutzerprofile und Secure Browser	20
Räumlichkeiten.....	20
Anforderungen an Räume für E-Klausuren.....	21
Räume multifunktional nutzen.....	21
Das mobile Testcenter.....	22
Auswertung und Veröffentlichung.....	22
Automatisierte Auswertung.....	22
Bewertung offener Fragen.....	22
Notenschemata.....	23
Item-Gütekriterien.....	23
Wie werden die Prüfungsergebnisse mitgeteilt?.....	23
Archivierung und Klausureinsicht.....	24
Ausdrucken und Abheften.....	24
PDF-Generierung.....	24
Sicherung gegen Veränderung der Daten.....	24
Archivierung der Klausurdaten.....	25
Einsicht für den Prüfling.....	25
E-Klausur Systemlösungen.....	26
Open-Source Lösungen.....	26
ILIAS Testmodul.....	26
Safe Exam Browser.....	27
Kommerzielle Anbieter.....	28
L-PLUS.....	28
Codiplan Q[kju:].....	29
Respondus.....	30
Questionmark Perception.....	31
Rechtliche Aspekte von E-Klausuren.....	33
Anmeldung zu Prüfungen.....	33
Sicherstellung der Prüfungsvoraussetzung.....	33
Authentifizierung und Unterschrift.....	34
Quittung für die Anmeldung.....	35
Zuordnung von Prüfungen.....	35
Anlegen der Nutzer im E-Klausur System.....	35

Authentifizierung und Unterschrift.....	36
Absicherung des Prüfungsverfahrens.....	36
Täuschung verhindern.....	36
Anfechtungsgründe ausschließen.....	37
Ähnlichkeit zu traditioneller Prüfung erhalten.....	37
Dokumentation der Klausur.....	37
Fairness.....	37
Gleiche Prüfung für alle.....	38
Individuelle, gleichwertige Prüfungen.....	38
Gestaltung des Fragenkatalogs.....	38
Prävention.....	39
Vertrauen aufbauen.....	39
Übungsmöglichkeiten bereitstellen.....	39
Persönliche Betreuung vor Rechtsstreit.....	39
Frühzeitige Anpassung der Bestimmungen.....	39
Beispiele aus der Praxis.....	41
E-Klausur System Justus-Liebig-Universität Gießen.....	41
k-MED, Philipps-Universität Marburg.....	41
Einstufungstest Spanisch, Zentrum für interdisziplinäre Lehraufgaben – Referat Fremdsprachen.....	43
Testcenter Universität Bremen.....	43
Johannes Gutenberg-Universität Mainz.....	46
E-Klausur Wiki.....	48
Literatur.....	49

E-Klausuren – eine neue Art des Prüfens?

Was sind E-Klausuren?

Ein kleines Beispiel

So oder so ähnlich könnten die ersten Erfahrungen eines Studierenden mit einer E-Klausur aussehen:

Ungeduldig wartet eine Menge von etwa 100 Studierenden vor dem neu umgebauten Hörsaal C. Da sollen jetzt Computer in jeden Tisch eingebaut worden sein, munkelt man. Der Dozent hatte in den letzten Wochen immer von „E-Klausur“ gesprochen, und in Stud.IP eine Probeklausur verlinkt. Die Probeklausur war kein Problem; einfach die richtigen Antworten anklicken, Wörter in Felder eintragen, auf Weiter klicken, Lückentext ausfüllen. Am Schluss bekam man sofort das Ergebnis angezeigt. Das war schon ganz praktisch, so konnte man sich noch gezielt auf seine 'schwachen Bereiche' vorbereiten. Wenn das heute mit der „echten“ Klausur auch so gut klappt, ist der Schein schon so gut wie abgeheftet.

Endlich öffnet sich die Tür zum Hörsaal. Die Meute drängelt zum Eingang, doch da scheint so was wie eine Kontrolle stattzufinden. Tatsächlich wollen die von jedem den Perso und Studentenausweis sehen und drücken einem dann einen kleinen Zettel in die Hand. Das dauert erstmal ein bisschen, bis alle abgefertigt sind. Es scheint freie Platzwahl zu geben. Auf den neuen Tischen stehen jeweils ein Bildschirm, Maus und Tastatur. Bequemer Stuhl, ausreichend Platz, hier lässt sich arbeiten. Sobald alle einen Platz gefunden haben taucht vorne der Dozent auf. Eine Präsentation wird gestartet: „Ablauf der Klausur“. Jetzt wird uns erzählt, wie man die Fragen beantwortet. Richtige Antworten anklicken, Weiter klicken, Wörter in Felder eintragen, Weiter klicken, Lückentext ausfüllen. Soweit klar, wie bei der Probeklausur. Am Schluss soll man hier aber nochmal alle Fragen kontrollieren, damit man keinen Mist abgibt. Klar, das macht man bei den Klausuren auf Papier ja auch immer so. Und auf dem kleinen Zettel vom Eingang ist mein Persönliches Passwort notiert. Alles klar, dann kann es ja losgehen.

*Benutzername: „Matrikelnummer“, Passwort:*****. Das Getippe und Geklicke ist etwas ungewohnt, aber man kann sich ganz gut konzentrieren, obwohl 100 Leute gleichzeitig arbeiten. Wie bei anderen Klausuren laufen Aufpasser durch die Gänge und kontrollieren nochmal den Studentenausweis. Die Klausur läuft gut. Man kann Fragen einfach zurückstellen, wenn man sich die besten Happen für den Schluss aufheben will. Über den Fragen wird angezeigt, wie viel Zeit noch bleibt. Das reicht locker, trotz der Freitext-Fragen, in die man schon etwas mehr reintippen muss. Wie angekündigt, müssen bei der Abgabe die Antworten nochmal bestätigt werden, dann ist es vorbei. Leider keine direkte Anzeige der Ergebnisse, aber das kann ja bei den Freitextaufgaben auch nicht*

gehen. Die Ergebnisse kriegen wir per Mail mitgeteilt. Kein Aushang mehr, schade. Das war immer ein Spaß, die Durchgefallenen zu hänseln.

E-Klausur – gar nicht schlecht. Schon nach zwei Tagen hatten wir die Ergebnisse. Sonst dauerte das immer so lang, da hatte man bereits vergessen, was man genau geschrieben hatte. Und den Schein braucht man auch nicht mehr abheften, das wird jetzt alles in FlexNow festgehalten. Der Dozent hatte noch gesagt, es wäre kein Problem, wenn man die Klausur nochmal sehen wolle, auch hinterher, falls es Zweifel an der Note gäbe. Aber wer sich gut vorbereitet hat, kann bei der Klausur nicht durchgefallen sein, egal ob „E“ oder normal.

Definition

Um die Begrifflichkeiten des vorliegenden Textes zu klären, soll zunächst der Begriff „E-Klausur“ definiert werden: *„Als E-Klausur bezeichnet man eine Prüfung, die unter den gleichen Bedingungen wie eine klassische Klausur, aber statt mit Stift und Papier mit einem PC durchgeführt und – bis auf Freitextfragen – elektronisch ausgewertet wird. Basierend auf der schriftlichen Prüfungsform Klausur sind E-Klausuren eine speziell an Hochschulen angewandte Form des E-Assessments.“* (E-Klausur Wiki).

Aus der Definition geht hervor, dass die Ähnlichkeiten zwischen E-Klausur und traditioneller Papier-Klausur sehr groß sind. Eine E-Klausur wird in den Räumlichkeiten der jeweiligen Universität unter Aufsicht geschrieben. Auch für E-Klausuren gelten die bestehenden Prüfungsordnungen. Es besteht somit zum Beispiel auch eine Pflicht zur Archivierung der Klausuren. Abweichend besteht aber die Möglichkeit einer individuellen Zusammenstellung der Klausuren. Es kann also sein, dass jeder Studierende eine andere Klausur zu dem selben Thema schreibt. Ebenso ist die Auswertung der Klausur anders. Viele Fragen können automatisch ausgewertet werden. Dies hat viele Vorteile, wie wir später zeigen werden. Um den Begriff E-Klausur noch klarer zu beschreiben, kann er von ähnlichen Konzepten, wie zum Beispiel E-Assessment, abgegrenzt werden.

Abgrenzung zu E-Assessment, Online-Klausuren

Hier wieder eine Definition zur Klärung des Begriffs „E-Assessment“: *E-Assessment (auch eAssessment) ist die allgemeine Bezeichnung für den Vorgang des Prüfens mit Hilfe der Informationstechnologie, sprich „e“lektronischen Medien wie dem Computer. Alternativ wird häufig der Begriff Online-Assessment verwendet. Übersetzt ins Deutsche bedeutet „Assessment“ Festsetzung, Beurteilung, Einschätzung (Langenscheidt, 2004). Eingesetzt wird es insbesondere bei der Bewerberauswahl sowie im Bildungswesen. (Wikipedia).*

E-Assessment umfasst eine größere Menge Anwendungen und Szenarien. So sind zum Beispiel elektronische Einstufungstests ein E-Assessment Verfahren, jedoch keine E-Klausur. Ebenso sind elektronische Übungsaufgaben keine Klausur, sondern eine Form des Self-Assessment. *Online-Klausuren* hingegen unterscheiden sich von E-Klausuren darin, dass Sie über das Internet geschrieben werden. E-Klausuren werden zwar auch meistens über ein Datennetz geschrieben, dabei handelt es sich aber um ein geschütztes Netzwerk oder ein Intranet. Online-Klausuren können auch von den Teilnehmern von Zuhause aus geschrieben werden. Eine Identitätsprüfung und Vermeidung von Täuschungen ist hierbei jedoch sehr schwierig.

Eine E-Klausur ist also eine elektronisch über einen Computer durchgeführte Klausur, die in den Räumlichkeiten der Bildungseinrichtung unter Aufsicht zum Zwecke der Leistungsbeurteilung und -bescheinigung geschrieben wird. Warum sind E-Klausuren nun ein relevantes Thema an Hochschulen?

Gründe für E-Klausuren

E-Klausuren dienen keinem Selbstzweck. Sie sind vielmehr ein adäquates Mittel, den Anforderungen des modernen Hochschulalltags zu begegnen und bieten dazu sowohl den Studierenden als auch den Lehrenden und den Institutionen, an denen E-Klausuren eingesetzt werden, dezidierte Vorteile.

Erhöhter Prüfungsaufwand durch Bologna

Die Hochschullandschaft hat sich in den letzten Jahren immens gewandelt. Eine internationale Standardisierung der Abschlüsse im Rahmen des Bologna-Prozesses führte zur Einführung von Bachelor- und Master-Studiengängen. Diese sogenannten modularisierten Studiengänge setzen häufig voraus, dass ein Leistungsnachweis mit einer Note versehen wird. Dies stellt die Lehrenden an den Hochschulen vor neue Aufgaben im Prüfungswesen. Man geht davon aus, dass am Ende des Umstellungsprozesses das Prüfungsaufkommen ein Vielfaches dessen sein wird, welches es noch vor der Umstellung gewesen ist, ohne die zusätzliche Arbeit durch weitere Stellen aufzufangen. Von E-Klausuren erhofft man sich langfristig eine Erleichterung und Zeitersparnis bei den Prüfungen.

Vorteile für die Studierenden

Ein großer Vorteil für die Teilnehmer einer E-Klausur besteht darin, dass sie die Ergebnisse ihrer Klausur in der Regel wesentlich schneller erhalten als bei traditionellen Klausuren. Dies ist Folge der automatisierten Auswertbarkeit der meisten Antwortformate. Bei reinen Multiple-Choice-Klausuren ist es möglich, das Ergebnis unmittelbar nach der Abgabe der Klausur dem Teilnehmer anzuzeigen.

Während der Durchführung bietet die E-Klausur auch den Vorteil, dass Antworten, ohne sichtbare Spuren zu hinterlassen, beliebig oft geändert werden können, bevor die Klausur abgegeben wird. Besonders bei Freitext-Antworten fällt dies durch die digitale Textbearbeitung positiv ins Gewicht. Bei Papierklausuren führen durchgestrichene Textpassagen, Verweise oder Ersatzblätter häufig zu einer großen Unübersichtlichkeit.

Ein weiterer Vorteil von E-Klausuren ist, dass durch die Nutzung eines E-Klausur Services die Klausuren einheitlich gestaltet und vom Ablauf her identisch sind. Dies gilt insbesondere, wenn diese über zentrale hochschulweite Services angeboten werden. Der Prüfling kann sich ausschließlich auf die Fragen und Inhalte konzentrieren und wird nicht von Rahmenbedingungen abgelenkt.

Der Effekt der gewohnten Rahmenbedingungen wird zusätzlich verstärkt, wenn den Prüflingen Übungsklausuren zur Vorbereitung über das selbe Klausur-System angeboten werden. Neben der Einarbeitung in die Bedienung der Software dienen die Übungsklausuren als hilfreiches Self-Assessment-Tool zur Identifizierung individueller Schwächen in dem jeweiligen Wissensgebiet.

Vorteile für die Lehrenden

Die Vorteile für Dozenten bei der Wissensüberprüfung mittels E-Klausuren sind vielfältig. Man kann sie den drei Phasen *Erstellung*, *Durchführung* und *Auswertung* der Klausur zuordnen.

Erstellung. Der Autor einer E-Klausur kann in der Regel auf eine große Auswahl verschiedener *Frage*-*typen* zurückgreifen. Dies reicht je nach System von klassischen Multiple-Choice Fragen und Freitextfragen, Bildmarkierungen, Zuordnungs- und Anordnungsfragen per Drag & Drop bis hin zu komplexen Computersimulationen. Durch die Verwendung datenbankbasierter *Fragenpools* lassen sich die Prüfungsfragen komfortabel und unabhängig von den Klausuren verwalten und wiederver-

wenden. Die Klausuren können dann effizient und gegebenenfalls auch zufallsgesteuert zusammengestellt werden, sodass nicht wie bei Papierklausuren verschiedene Versionen vorgehalten werden müssen, um das Abschreiben zu erschweren. Durch die Möglichkeit, *Medien* wie hochauflösendes Bildmaterial, Audio- und Videodateien einzubinden, lassen sich didaktisch sinnvolle und inhaltlich reichhaltige Klausuren erstellen.

Durchführung. Durch die *Randomisierung* der Fragenreihenfolge und/oder der Antwort-Optionen wird das Abschreiben während der Klausurdurchführung erschwert. Die E-Klausur kann nach einer bestimmten Zeitspanne oder zu einem festgelegten Zeitpunkt vom System *automatisch beendet* werden. Dies führt zu einer Gleichbehandlung aller Probanden.

Auswertung. Der häufigste Grund für E-Klausuren dürfte die Einsparung von Zeit sein. Die Lehrenden sparen durch die *automatische Korrektur* erhebliche Zeit und die Studierenden erhalten ihre *Klausurergebnisse* oftmals unmittelbar nach der Klausur. Bei der maschinellen Auswertung werden alle Probanden gleich behandelt (hohe Auswertungsobjektivität). Durch die Druckschrift lassen sich Freitext-Antworten deutlich besser lesen als handschriftliche Antworten. Bei den manuellen Korrekturen von Freitextfragen bieten die Systeme in der Regel die Möglichkeit, diese direkt für alle Nutzer hintereinander zu korrigieren (erhöhte Interpretationsobjektivität). Bei Papierklausuren wird die Korrektur meist Klausur für Klausur durchgeführt. Liegen die Testergebnisse bereits digital vor, lassen sich Itemanalysen wie *Itemschwierigkeit* und *Trennschärfe* der einzelnen Fragen leicht berechnen (siehe Kapitel *Technik für E-Klausuren*).

Vorteile für die Institution

Ein interessanter Effekt für Institutionen, die E-Klausuren einführen, könnte die Steigerung der Effizienz der Prüfungsverwaltung bei Massenstudiengängen sein. Die Mehrheit der Hochschulen in Deutschland setzt bereits ein elektronisches Verwaltungssystem für die Daten der Studierenden ein. Bei vielen Systemen ist eine automatisierte Übernahme der Ergebnisse aus einem E-Klausur System in das Prüfungsverwaltungssystem möglich. Damit fiele die zeitaufwändige und fehleranfällige Übertragung der Klausurergebnisse in das Verwaltungssystem weg. Hier kann Zeit und Geld gespart werden.

Es gibt trotz der beschriebenen Vorteile von E-Klausuren auch Bedenken gegenüber der neuen Prüfungstechnik. Welche das sind, soll im Folgenden kurz dargestellt werden.

Bedenken gegenüber E-Klausuren

Fairness

Es werden immer wieder Zweifel daran geäußert, dass E-Klausuren für alle Prüflinge einen gleichwertigen Kontext bieten. Sind die Computerkenntnisse zweier Prüflinge stark unterschiedlich, könnte es sein, dass sich dieser Unterschied auch auf die inhaltliche Prüfungsleistung auswirkt. Dieser Effekt wäre besonders groß, wenn in dem jeweiligen Fachgebiet Computerkenntnisse keine weitere Rolle für das zu erreichende Lernziel spielen. Auf die Fragen der Fairness wird in dem Kapitel zu den rechtlichen Aspekten näher eingegangen. → Rechtliche Aspekte von E-Klausuren

Zuverlässigkeit des Systems

Beim Einsatz eines elektronischen Systems für einen sensiblen Bereich wie Klausuren gibt es natürlich Bedenken, ob das System stabil läuft und ob die Daten sicher gespeichert werden. Ein Daten-

verlust wäre bei E-Klausuren fatal. Welche Maßnahmen unternommen werden können, um E-Klausur Systeme sicher zu machen, können Sie in dem Kapitel zu den technischen Aspekten lesen.

→ Technik für E-Klausuren

Prüfbares Wissen

Kritiker von E-Klausuren sehen häufig in der Fokussierung der Lehre auf prüfbares, am besten automatisch auswertbares Wissen eine Fehlentwicklung der Hochschuldidaktik. Hier besteht scheinbar eine Kluft zwischen den Prüfungsordnungen der modularisierten Studiengänge und einer Reform der Hochschuldidaktik zu einem ganzheitlichen Ansatz. Welche Wissensarten unterschieden werden und wie sich welche Inhalte mit E-Klausuren prüfen lassen, können Sie im Kapitel zur Didaktik von E-Klausuren nachlesen. → Didaktik von E-Klausuren

Aufwand der Erstellung

Die Einarbeitung in eine neue Software ist immer mit einem größeren Zeitaufwand verbunden. In vielen Instituten existieren seit langem Fragen-Kataloge in Form von Office-Dokumenten. Neue Klausuren werden meist in diesen Office-Programmen erstellt und nach Bedarf ausgedruckt. Die Vorstellung, diese Fragen alle in ein neues System eingeben zu müssen, lässt manche vor E-Klausuren zurückschrecken. Dennoch scheint sich der Aufwand langfristig zu rentieren. Lesen Sie über erfolgreiche Einführung von E-Klausur Systemen in unserem Kapitel mit Beispielen aus der Praxis.

→ Beispiele aus der Praxis

Zukunftsfähigkeit

Wenn mit großem Aufwand und viel Engagement ein E-Klausur System in die Hochschul-Infrastruktur und in die Abläufe integriert wird, sollte sichergegangen werden, dass das System nach fünf Jahren weiterhin nutzbar ist. Ein System muss mit den wachsenden Anforderungen mitwachsen können. Die Software sollte langfristig weiterentwickelt werden. Die Daten sollten unter Umständen sogar in eine neue Software übernommen werden können. Diese Punkte machen die Auswahl einer E-Klausur-Software zu einer schweren Entscheidung, die viele Verantwortliche scheuen. Welche Softwarelösungen auf dem Markt sind, können Sie in dem Kapitel zu E-Klausur Systemlösungen nachlesen. → E-Klausur Systemlösungen

Didaktik von E-Klausuren

Arten von prüfbarem Wissen

Mit Klausuren wird die Erreichung der Lernziele einer Lehrveranstaltung überprüft. Lernziele können jedoch von ganz unterschiedlicher Art sein. Im Folgenden soll kurz dargestellt werden, welche Arten von Wissen und Lernzielen theoretisch unterscheidbar sind. Es wird des Weiteren dargestellt, welche Lernziele mittels E-Klausuren überprüfbar sind.

Deklaratives und Prozedurales Wissen

Eine klassische Unterscheidung verschiedener Wissensarten stammt von John Robert Atkinson (1976). Er unterscheidet in seiner ACT-Theorie (Adaptive Control of Thoughts) zwischen einem deklarativen und einem prozeduralen Wissen.

Das *deklarative* Wissen beschreibt Inhalte wie „Wissen, dass eine Taube ein Vogel ist“. Es beschreibt ein hierarchisch aufgebautes Netzwerk von Konstrukten. Im deklarativen Gedächtnis sind theoretische Konstrukte eines Wissensgebietes definiert und in Beziehung zueinander gesetzt. Das *prozedurale* Wissen beschreibt Inhalte wie „Wissen, wie man eine Taube fängt“.

Das prozedurale Wissen ist aus Ketten von „Wenn – Dann“-Regeln aufgebaut, sogenannten Prozeduren. Solche Prozeduren werden meist aus dem deklarativen Gedächtnis generiert, können aber auch rein psychomotorischer Art sein.

Bei Klausuren wird in der Regel deklaratives Wissen abgefragt. Dabei wird mittels Fragen geprüft, ob die Konstrukte im Gedächtnis des Prüflings angelegt und mit den geforderten Verknüpfungen versehen wurden. Prozedurales Wissen kann bei E-Klausuren nur über den Umweg des deklarativen Gedächtnisses gemacht werden. Wird zum Beispiel in einer Frage zum Bewegungsablauf beim Salto gefordert, Beschreibungen der Bewegungsabschnitte in die richtige Reihenfolge zu bringen, so muss der Prüfling seine Prozeduren in verbale Beschreibungen, also in Deklarationen, übersetzen. Eine Überprüfung von prozeduralem Wissen ohne Umweg ist also nur mittels einer Arbeitsprobe oder der Darbietung der geforderten Handlungen möglich.

Die Unterscheidung zwischen prozeduralem und deklarativem Gedächtnis ist zwar essentiell, jedoch auch sehr grob. Es gibt andere Theorien, die sich näher an den Inhalten von Lernzielen orientieren.

Lernzieltaxonomien

Eine Beschreibung von Lernzielen liegt eine Ebene über der Beschreibung von Gedächtnisinhalten. Das bedeutet, dass verschiedene Arten von Lernzielen die gleiche Art von Wissen beinhalten können. Es gibt in dem Bereich der Instruktionspsychologie eine Reihe von Taxonomien zur Beschrei-

bung von Lernzielen. Eine recht alte, aber praxisnahe Theorie stammt von Bloom et al. (Bloom et al., 1956; aus Leutner, 2001). Abbildung 1 zeigt die Taxonomie von Bloom et al. in der Übersicht. Sie unterscheiden zwischen kognitiven, affektiven und psychomotorischen Lernzielen. Diesen übergeordneten Lernzielen ordnen sie wiederum eine Reihe von Unterzielen zu.

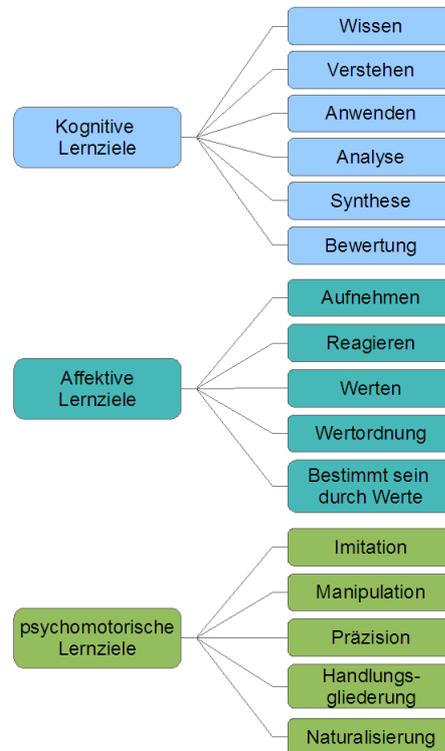


Abbildung 1. Lernzieltaxonomie von Bloom et al.

Die Prüfung von Lernzielen mittels Klausuren konzentriert sich meist auf *kognitive Lernziele*. Reines Wissen abzufragen ist noch relativ einfach. Wenn es darum geht, Verständnis und Anwendung des Gelernten zu prüfen, so stellt dies schon eine größere Herausforderung an die Aufgabenstellung. Sogenannte Transferaufgaben können aufzeigen, ob der Prüfling in der Lage ist, das Gelernte in einem neuen Kontext anzuwenden. Eine Analyse und Synthese von Wissen wird meist bei komplexeren Problemstellungen gefordert. Klassisch hierfür sind Textaufgaben aus der Mathematik. Ein Endprodukt einer solchen Aufgabe, etwa eine numerische Eingabe, kann leicht in E-Klausuren abgefragt werden. Eine Herleitung jedoch, insbesondere von mathematischen Formeln, ist zur Zeit innerhalb von E-Klausuren nur mit zusätzlichen Hilfsmitteln möglich.

Affektive Lernziele sind stärker in den Geisteswissenschaften vertreten. Hier wird meist von dem Lernenden gefordert, sich eine Meinung zu einem Sachverhalt zu bilden. Dazu gehört zwar in einem ersten Schritt auch dazu, dass Standpunkte und Kriterien rein kognitiv aufgenommen werden, diese dann aber in weiteren Schritten einander zugeordnet und die eigene Sichtweise mit der erlernten abgeglichen wird. Es ist hierbei weniger zu werten, ob etwas richtig oder falsch ist, sondern wie schlüssig eine Argumentation ist. Ein anderes Beispiel könnte sein, dass eine Institution wissen möchte, ob eine Person eine moralische Einstellung besitzt, die in der zugehörigen Gesellschaft verankert und erwünscht ist. Es ist schwierig, affektive Lernziele mit vorgefertigten Antwortalternativen zu überprüfen. Es ist valider, eine Situation zu beschreiben und dann den Prüfling zu dem Sachverhalt zu befragen. Elektronische Prüfungsverfahren können besonders in der realisti-

schen Beschreibung von Situationen punkten. Die Einbindung von Tondokumenten und Videodateien bietet hier ganz neue Möglichkeiten, allerdings sind die Antworten meist nicht automatisch auswertbar.

Die Prüfung *psychomotorischer Lernziele* stellt die größte Anforderung an E-Klausur Systeme. Da die motorische Komponente der Lernziele eine passende Schnittstelle zu dem System benötigt, wird spezielle Hardware und eine spezielle Auswertungssoftware benötigt. Bekannt sind die Flugsimulatoren aus der Pilotenausbildung. Ähnliche Produkte gibt es auch für U-Bootfahrer. Der Nutzen für die Betreiber solcher Simulatoren liegt darin, den Schaden bei fehlerhafter Ausführung der psychomotorischen Handlungen zu minimieren. Ein weiteres Beispiel ist der Leistungssport. Bei manchen Sportarten kann durch computergestützte Analyse der Bewegungen der Bewegungsablauf weiter optimiert werden. Der Vorteil liegt hierbei besonders in der Sichtbarkeit extrem schneller Bewegungen oder der Strömungen des umgebenden Mediums. Eine Videoaufzeichnung und Videoanalyse ist für den Hochschulbereich eine einfache Methode der digitalen Erfassung psychomotorischer Handlungen. Hierbei ist jedoch die Organisation und Durchführung sehr aufwändig und die Auswertung nicht automatisierbar.

Kognitive und affektive Lernziele können also gut mit E-Klausuren geprüft werden. Im nächsten Abschnitt soll dargestellt werden, welche Frageformen für diese Aufgabe in bestehenden E-Klausur Systemen existieren.

Aufgabentypen

Es wird im Wesentlichen zwei Gruppen von Aufgaben unterschieden, die sich in weitere Aufgabentypen unterteilen lassen. *Geschlossene Aufgaben* geben dem Prüfling mit der Aufgabenstellung mögliche Antworten vor. Er muss aus den Antworten die richtige(n) auswählen, sie in eine Reihenfolge bringen oder einander zuordnen. Diese Aufgaben erfordern eine Wiedererkennens- und Selektionsleistung vom Prüfling.

Offene Aufgaben dagegen verlangen eine (Re-)Produktionsleistung, indem der Lernende die jeweilige Antwort selbst erstellen muss. Obwohl dem Lernenden die Lösungen bei offenen Aufgaben oft nicht zur Verfügung gestellt werden, sollte sich der Autor bereits bei der Aufgabenerstellung die vorgesehenen Lösungen, mögliche Synonyme und weitere richtige Antworten überlegen und diese als Musterantwort im System festhalten.

Im Folgenden werden Ihnen verschiedene geschlossene und offene Fragetypen vorgestellt. Dabei wird jeweils erläutert, wie der Einsatz in E-Klausur Systemen aussehen könnte.

Geschlossene Aufgaben

True/False – Aufgaben. Die einfachste Aufgabenform stellen Ja/Nein- bzw. Richtig/Falsch-Fragen dar. In diesen muss die Richtigkeit einer einzelnen Aussage beurteilt werden. Da nur zwei Antwortalternativen zur Verfügung stehen, ist die zufällige Lösungswahrscheinlichkeit mit 50% sehr hoch. Daher sind solche Aufgaben alleine nicht für E-Klausuren geeignet. Sie sollten auf jeden Fall mit weiteren Aufgaben anderer Formate kombiniert werden.

Auswahlaufgaben (Multiple-Choice / Forced-Choice). In Auswahlaufgaben werden mehr als zwei Antwortalternativen angeboten. Eine oder mehrere richtige Lösungen sollen markiert werden. Ist nur eine Alternative zu wählen, spricht man von einer Einfachwahl- bzw. Forced-Choice Aufgabe.

Sind mehrere richtige Alternativen vorhanden, bezeichnet man die Aufgabe mit dem Begriff Mehrfachwahl- bzw. Multiple-Choice Aufgabe. Manchmal werden auch beide Typen als Multiple-Choice bezeichnet. Je nach Anzahl der verwendeten Aussagen verändert sich die Wahrscheinlichkeit für eine zufällig richtige Lösung. Die falschen Antwortalternativen werden Distraktoren genannt. Bei der Formulierung von Auswahlaufgaben sollte besonderer Wert darauf gelegt werden, plausible Distraktoren zu finden, damit nicht einfach durch Ausschluss der unsinnigen Antwortalternativen die richtige Lösung erschlossen werden kann. Die Schwierigkeit der Aufgaben kann leicht manipuliert werden, indem die Ähnlichkeit der Distraktoren mit der richtigen Option variiert wird. Antwortalternativen können nicht nur im Textformat, sondern zum Beispiel auch als Bilder oder Formeln dargeboten werden.

Bildmarkierungsaufgaben. Eine weitere geschlossene Aufgabenform stellen Bildmarkierungen dar. Im Prinzip sind sie eine Spezialform des MC- oder FC-Formats. Dem Prüfling werden ein oder mehrere Bilder präsentiert, in denen er eine bestimmte Struktur oder ein Objekt finden und markieren soll. Zum Beispiel könnte in der Medizin gefragt sein, eine auffällige Struktur in einem Röntgenbild zu identifizieren. Die möglichen Bildpunkte können durch sogenannte Hot Spots gekennzeichnet werden. Diese werden dann meist als Checkboxes oder Radiobuttons über das Bild gelegt.

Zuordnungsaufgaben. Bei Zuordnungsaufgaben werden verschiedene Begriffe präsentiert, die der Prüfling einander zuordnen soll. Dies kann entweder per „Drag & Drop“ geschehen, das heißt die Elemente müssen im Bereich des Bildschirms an einen bestimmten Zielort verschoben werden (siehe Abbildung 2). Oder die Zuordnungen werden per „Matching“ vorgenommen, wobei Elemente von zwei gegenübergestellten Listen durch Anklicken mit Linien einander zugeordnet werden.

Sortieraufgaben. Eine Sonderform der Zuordnungsaufgaben sind Sortieraufgaben. Dabei müssen eine Reihe von Begriffen oder Sätzen in eine bestimmte Reihenfolge gebracht werden. Dies geschieht entweder per Drag & Drop, mithilfe von Pfeiltasten oder ganz einfach durch die Eingabe von Positionsziffern.

Frage 2 von 3 - Fragetypen (4 Punkte)

Nicht jeder Fragetyp ist gleich gut für verschiedene Lernziele geeignet. Ordne die Fragetypen ihrem optimalen Einsatzgebiet zu!

Position der Definitionen zurücksetzen

Multiple Choice passt zu

Sortierung passt zu

Lückentext passt zu

Hotspot passt zu

Begriffe wiedererkennen

chronologische Abfolgen reproduzieren

Objekte mental rotieren

Satzbau analysieren

Bitte ziehen Sie eine Definition bzw. ein Bild auf der rechten Seite in einen der Zielbereiche neben den Termen, um eine Definition bzw. ein Bild dem nebenstehenden Term zuzuordnen.

Abbildung 2. Zuordnungsaufgabe im E-Klausur System der JLU Gießen.

Offene Aufgaben

Anders als bei geschlossenen Aufgaben, die meist nur das Klicken auf ein definiertes Feld oder das Ziehen eines Objektes mit der Maus über den Bildschirm verlangen, wird bei der Beantwortung offener Aufgaben die Tastatur des Computers genutzt. Da die Lösung selbst erzeugt werden muss, ist die Ratewahrscheinlichkeit deutlich geringer als bei geschlossenen Aufgaben. Allerdings ist dadurch auch die automatische Auswertung dieser offenen Antworten weniger gut möglich als bei geschlossenen Aufgaben.

Bei offenen Aufgaben wird unterschieden zwischen Aufgaben, die eine kurze Antwort erfordern – („Kurztext“, „Short Answer“ oder „Fill in the blank“) – und Antworten, die aus mehreren Sätzen oder Stichwörtern bestehen („Langtext“, „Long Answer“ oder „Essay“).

Kurztext. Die Antwort auf Kurztext-Aufgaben besteht aus ein bis zwei Wörtern. Meist handelt es sich um Begriffe, die der Prüfling reproduzieren soll. Prinzipiell können solche Kurztexte vom Klausursystem automatisch ausgewertet werden. Dabei stellt sich für den Lehrenden allerdings die Schwierigkeit, dass dem System alle potentiell richtigen Antworten mitgeteilt werden müssen. Dabei sollten auch Synonyme berücksichtigt werden. Zu beachten ist auch, dass Nutzer mit einer englischen Tastatur gegebenenfalls nicht alle Zeichen eingeben können. Auch Tippfehler sollten bedacht werden. Es gibt Systeme, die die Antworten fehlertolerant überprüfen können. Meist liegt es aber beim Autor, ob er möglichst viele Tippfehler abfangen will oder ob er falsch eingegebene Kurztexte auch als falsch werten lassen will. Eine manuelle Überprüfung der automatischen Punktevergabe ist in der Regel sinnvoll.

Eine zweite Möglichkeit für Short-Answer-Aufgaben ist die Frage nach *Zahlenangaben*, die der Prüfling in ein freies Feld eingeben muss. Zahlenangaben sind für das Lernsystem leicht automatisch korrigierbar. Es muss nur auf unterschiedliche Notation (Komma oder Punkt) und eine konkrete Anweisung (zu mBeispiel Anzahl der erforderlichen Nachkommastellen) geachtet werden.

Langtext. In Langtext-Aufgaben soll der Prüfling einen komplexen Zusammenhang darlegen, der die Formulierung mehrerer Sätze oder Stichworte erfordert. Damit ergeben sich unter Umständen lange Eingabezeiten, die besondere Schwierigkeiten für diejenigen bereiten, die wenig Erfahrungen mit der Nutzung der Computertastatur haben.

Bei Langtext-Aufgaben ist es derzeit kaum möglich, automatisch zu prüfen, ob die gegebene Antwort richtig ist. Es ist lediglich die Angabe von Stichwörtern möglich, auf die der Antworttext durchsucht wird. Eine manuelle Bewertung von Textantworten ist zur Zeit unumgänglich.

Teilmenge. Es gibt sogenannte Teilmenge-Aufgaben, bei denen ein Prüfling eine begrenzte Zahl an Lösungswörtern aus einer größeren Anzahl richtiger Antworten angeben muss. Zum Beispiel wäre die Aufgabe „Nenne die Namen von drei Bundeskanzler/Innen der BRD.“ eine Teilmenge-Aufgabe. Der Prüfling muss in dem Fall nur drei der zur Zeit acht möglichen Antworten angeben. Teilmenge-Aufgaben sind unter den selben Prämissen wie die Kurztext-Aufgaben automatisch auswertbar.

Lückentext. Lückentexte sind meistens eine Aneinanderreihung von mehreren Kurztext-Aufgaben. Es gibt jedoch auch eine Variante als geschlossene Frage, bei der, wie bei Forced-Choice Aufgaben, in den Lücken eine von mehreren Antwortalternativen ausgewählt werden muss. Dies geschieht dann über Drop-Down-Listen, die beim Klick auf die Lücke aufklappen und die Antwortalternativen anzeigen. Solche Varianten machen zum Beispiel in Sprachtests Sinn. So ergeben etwa bei Endungen von Wörtern nur eine begrenzte Anzahl an Möglichkeiten einen Sinn. Lückentexte können ebenfalls (mit kleinen Einschränkungen) automatisch ausgewertet werden.

Auswahl eines geeigneten Aufgabentyps

Es ist schwierig, generelle Aussagen zur Auswahl von Aufgabentypen zu treffen. Der Ausgangspunkt sollte eher in der Definition von verhaltensnahen Lernzielen liegen. Je konkreter die Lernziele definiert werden, desto leichter fällt es, passende Fragen zu einem Lernziel zu formulieren. Eine Aussage wie „Offene Fragen sind immer besser, weil schwieriger zu lösen.“ ist nicht richtig. Zum einen mag das Lernziel gar nicht verlangen, dass der Prüfling einen Begriff frei reproduzieren kann. Eventuell genügt es auch in der Praxis, einen Begriff oder Sachverhalt als falsch oder richtig zu erkennen. Hinzu kommt, dass durch geschicktes Formulieren von Distraktoren getestet werden kann, ob häufig auftretende Fehlkonzeptionen beim Prüfling vorliegen. Die folgende Tabelle (Tabelle 1) kann nur Anregungen geben, welche Lernziele mit welchen Fragetypen prüfbar sind. Es sind hierbei eine Vielzahl anderer Variationen möglich.

Tabelle 1. Fragetypen und passende Lernziele.

Fragetyp	Lernziele
Multiple und Forced-Choice (MC / FC)	Begriffe wiedererkennen, Konzepte verstehen, Zusammenhänge erkennen, Einstellungen werten (sehr flexibel)
Hot Spot	visuelle Strukturen wiedererkennen, Objekte mental rotieren
Zuordnung	Begriffe in Beziehung setzen, Konzepte einander zuordnen, Hierarchien erkennen
Sortierung	Prozesse analysieren, historische Entwicklungen reproduzieren
Kurztext	Begriffe reproduzieren, mathematische Ergebnisse numerisch angeben, (Jahres)Zahlen reproduzieren
Langtext	Problemlösung beschreiben, Standpunkt argumentieren
Teilmenge	Begriffe oder Namen reproduzieren
Lückentext	Satzbau verstehen, Begriffe reproduzieren, Wörter vervollständigen (häufiger Gebrauch beim Erlernen von Sprachen)

Medieneinbindung

Ein großer Vorteil elektronischer Lehrmaterialien ist die Einbindung vielfältiger Medien. Auch in den meisten E-Klausur Systemen können die Fragetexte mit zusätzlichen Medien versehen werden. Wie im letzten Abschnitt beschrieben, können zum Beispiel bei MC-Aufgaben statt Texten auch Bilder als Antwortalternativen angegeben werden. Bei Bildmarkierungsaufgaben sind die Bilder selbst integraler Bestandteil der Frage. Bilder können zwar auch in Papierversionen von Klausuren verwendet werden, jedoch können bei E-Klausuren wesentlich größere, detailliertere oder vergrößerbare Bilder gezeigt werden. Ein farbiger Ausdruck von Papierklausuren wäre zudem sehr kostspielig.

Ein weiterer Vorteil liegt in der Verwendung von dynamischen Medien wie Audiodateien oder Videoclips. Wenn zum Beispiel abstraktere Konstrukte visualisiert werden sollen, können auch Animationen oder interaktive Grafiken in Fragen von E-Klausuren eingebunden werden. Im Folgenden soll kurz dargestellt werden, welche Möglichkeiten die Einbindung solcher Medien in E-Klausuren bieten.

Hochauflösende Abbildungen

In Papierklausuren sind Abbildungen meist recht klein, schwarz-weiß und manchmal vom Kopiervorgang bis zur Unkenntlichkeit verfremdet. Daher wurde bisher in manchen Klausuren der Umweg über einen Diaprojektor gemacht. Der Lehrende zeigt den Prüflingen zu einem bestimmten Zeitpunkt, bei mehreren Bildern nur relativ kurz, ein Bild zu einer Frage. Die Prüflinge sind dazu gezwungen, in diesem kurzen Moment ihre Konzentration auf die vorbestimmte Aufgabe zu lenken, egal an welcher Aufgabe sie zu diesem Zeitpunkt gerade arbeiten. Ein solches Vorgehen ist zum Beispiel in der Medizin oder in der Biologie nicht selten.

E-Klausuren bieten nun die Möglichkeit, dass jeder Prüfling beliebig lange zu einem selbst bestimmten Zeitpunkt hochauflösendes Bildmaterial betrachten kann. Dabei gibt es zwei Ausführungen. Zum einen können in E-Klausuren kleine Vorschaubilder eingebunden werden, mit denen per Klick ein zusätzliches Fenster mit einer großen Version des Bildes geöffnet wird. Durch diese Technik können auch sehr große Bilder angezeigt werden, wenn das Popup-Fenster mit Scrollbalken versehen ist.

Die zweite Möglichkeit besteht in der Verwendung von Bildern, bei denen der Prüfling die Größe der Darstellung dynamisch verändern kann. Bei solchen Zoom-Bildern kann der Betrachter mit Schaltflächen die Vergrößerung des Bildes steuern und den angezeigten Ausschnitt verschieben. So ist es zum Beispiel möglich, eine Art virtuelles Mikroskop in einer E-Klausur einzusetzen. Dies ermöglicht Fragestellungen, die bisher nur in ganz kleinen Gruppen umsetzbar waren. Abbildung 3 zeigt einen Screenshot eines Zoom-Bildes mit einem mikroskopischen Schnitt aus der Medizin.

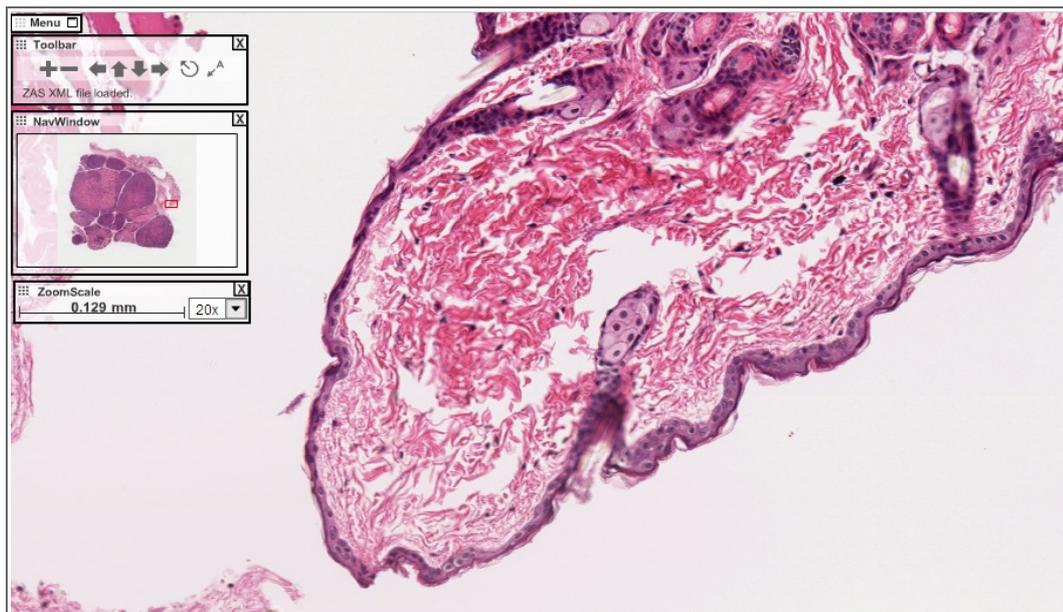


Abbildung 3. Dynamisches Zoom-Bild (Quelle: www.zoomify.com).

Audio und Video

Die Einbindung von Audio- oder Videodateien in Fragen ermöglicht bei E-Klausuren ebenfalls neue Möglichkeiten der Aufgabenstellungen. Im Fremdsprachenunterricht können zum Beispiel Tonaufnahmen von Muttersprachlern dazu dienen, das Sprachverständnis der Prüflinge zu testen. In den Musikwissenschaften können Ausschnitte musikalischer Werke, in den Geschichtswissenschaften historische Reden zur Analyse gestellt werden.

Videos eignen sich wie kaum ein anderes Medium dazu, den Betrachter in einen anderen Kontext zu versetzen. Fallbeispiele in der Medizin, Interviews, Aufnahmen von industriellen Anlagen, historische Filmaufnahmen, Beispiele gibt es viele. Durch den zeitlichen Ablauf und die Möglichkeit, den Aufnahmewinkel der Kamera zu wechseln, können mit Videos Prozesse und Verläufe über die Zeit gut dargestellt werden. Durch diese Eigenschaften lassen sich mit Videos neue Aufgabenstellungen erzielen. Dabei kann der Fokus auf Erkennen und Verbalisieren des Gesehenen liegen, einschließlich der Erinnerung von Fachtermini. Zusätzlich ermöglicht die Beschreibung einer Situation mittels Videoaufzeichnung eine eher neutrale Darstellung. So kann von einem Prüfling gefordert werden, die gezeigte Situation zu analysieren und zu bewerten, ohne bei der Beschreibung der Situation schon verbale Hinweise auf die Lösung zu geben.

Bei zeitabhängigen Medien wie Audio und Video ist darauf zu achten, dass der Prüfling das Medium selbst steuern kann. Schaltflächen wie „Play“, „Pause“, „Stop“ und „Zurück“ sind obligatorisch. Vorteilhaft ist zusätzlich ein Balken zum gezielten Anspringen einer Stelle und eine (Rest)Zeitanzeige. Für die Nutzung solcher Medien müssen die Arbeitsplatz-Rechner mit Soundkarten und Kopfhörern ausgestattet sein.

Animationen / interaktive Grafiken

Mit Technologien wie Flash oder Java können am Computer zeitabhängige und interaktive Medienelemente dargestellt werden. Flash wurde ursprünglich für die Erstellung von Animationen entwickelt. Doch lassen sich über eine Skriptsprache inzwischen sehr komplexe Anwendungen in Flash umsetzen. Dies ist ebenso zum Beispiel mit Java möglich. Bei interaktiven Grafiken bestimmen die Programme, wie die Darstellungen auf Eingaben des Nutzers reagieren.

Animationen können Prozesse darstellen, die nicht direkt beobachtbar sind, weil sie im Innern von Objekten oder für das menschliche Auge unsichtbar ablaufen. Ebenso sind Ereignisse darstellbar, die sehr selten stattfinden oder mit erheblichen Kosten verbunden wären. In manchen Fällen, in denen eine Videoaufnahme möglich wäre, wird dennoch eine Animation zur Visualisierung genutzt, zum Beispiel, wenn die Abbildung per Video durch eine zu hohe Komplexität die Wahrnehmung überlasten würde. Ähnlich wie Videos können mit Animationen interessante Fragestellungen entwickelt werden. Auch hier kann zum Beispiel von dem Prüfling gefordert werden, Objekte zu erkennen, zu benennen und deren Rolle in einem Prozess zu identifizieren. Auch Animationen sollten durch den Betrachter gesteuert werden können.

Bei *interaktiven Grafiken* bestimmt der Prüfling durch seine Eingaben, was oder wie etwas dargestellt wird. Die Zoom-Bilder aus dem Abschnitt zu hochauflösenden Abbildungen sind eine Form von interaktiver Grafik. Ein nächster Schritt wäre, wenn der Betrachter wie bei einem Mikroskop verschiedene Lichtquellen und Filter auswählen könnte. Es ist auch denkbar, dass der Betrachter auswählen kann, aus welcher Blickrichtung ein Objekt gezeigt wird. So können auch drehbare 3-D-Objekte angezeigt werden. Ein weiteres Beispiel wäre ein interaktives Diagramm, bei dem der Prüfling verschiedene Auswertungen eines Datensatzes anzeigen lassen kann. Bei interaktiven Grafiken wird von dem Prüfling eine Exploration der Grafik zur Lösung der Frage gefordert. Der Übergang zu einer Simulation ist dabei fließend.

Alle hier beschriebenen Medien erweitern die Möglichkeiten von E-Klausuren gegenüber traditionellen Papier-Klausuren. Mit E-Klausuren sind Fragestellungen möglich, die sonst nur schwer oder gar nicht zu realisieren wären.

Übungsklausuren

Es ist ratsam, den Studierenden die Möglichkeit zu geben, Übungsklausuren mit dem E-Klausur System zu schreiben. Übungsklausuren haben zwei positive Effekte. Zum einen dienen sie im Sinne eines Self-Assessments zur Überprüfung des eigenen Lernstandes und der weiteren Planung der Prüfungsvorbereitung. Zum anderen können die Prüflinge mit Übungsklausuren die Bedienung des E-Klausur Systems erlernen, um sich bei der „richtigen“ Klausur vollständig auf die Lösung der Aufgaben konzentrieren zu können. Im Folgenden werden diese beiden Aspekte von Übungsklausuren genauer dargestellt.

Lernen durch Feedback

Übungsklausuren bieten den Studierenden die Möglichkeit, anhand des Feedbacks zu lernen und ihre Prüfungsvorbereitung zu optimieren. Es handelt sich hierbei nach unserer Definition nicht um eine E-Klausur, sondern um eine spezielle Form des E-Assessments. Das Lernen mit Übungsaufgaben ist sehr effizient, ihre Lernwirksamkeit wurde schon mehrfach bestätigt (Hamaker, 1986; Hainie, 1994; Morrison et al., 1995). Einen umfassenden Überblick über die Effekte verschiedener Arten von Feedback wurde von dem Psychologen Bernhard Jacobs von der Universität des Saarlandes verfasst (Jacobs, 2002).

Ein Vorteil beim Lernen anhand von Übungsaufgaben ist, dass der Lernende aktiv werden muss. Diese Aktivierung wirkt sich positiv auf die Behalten des Lernstoffs aus. Zusätzlich steigern positive Rückmeldungen bei richtig gelösten Aufgaben die Motivation der Lernenden. Dabei wirkt sich allerdings gerade bei eher schlechteren Studierenden die Rückmeldung besonders positiv auf die Lernleistung aus.

Es wird in der Feedback-Forschung generell zwischen einfacher und komplexer Rückmeldung unterschieden (Jacobs, 2002). Bei der einfachen Rückmeldung wird Information darüber gegeben, ob die abgegebene Antwort der Lösung der Aufgabe entspricht. Dabei gibt es drei Alternativen:

- **Knowledge of result:** Information, ob die Antwort richtig oder falsch war; die richtige Lösung bleibt bei falscher Antwort unbekannt
- **Knowledge of correct result (KCR):** Information darüber, ob man richtig geantwortet hat und wenn nicht, welche Antwort richtig gewesen wäre
- **Answer until correct:** Information über falsche Lösung; der Lernende hat so viele Versuche, bis er die richtige Antwort findet

Um einen optimalen Lerneffekt zu erzielen, wird die Angabe der richtigen Lösung als Feedback empfohlen (KCR). Die automatische Auswertung bei elektronischen Übungsklausuren bieten nur wenige Möglichkeiten eines elaborierten Feedbacks. Es können Tipps gegeben werden oder Angaben gemacht werden, wo der Lernende nochmal nachlesen sollte. Der zusätzliche Nutzen zu einem KCR ist aber nicht konsistent nachgewiesen. Ein motivierendes Feedback („Besser als letztes Mal!“, „Gut so!“) kann den Lernprozess positiv unterstützen, bietet aber keinen Ersatz für das inhaltliche Feedback.

Kennenlernen der Software

Schließlich stellen Übungsklausuren eine Möglichkeit dar, die Software des E-Klausur Systems kennenzulernen. Die fehlerfreie Bedienung kann nicht einfach vorausgesetzt werden. Es sollte zwar

schon bei der Auswahl einer Software darauf geachtet werden, dass diese möglichst intuitiv zu bedienen ist, aber jede Anwendung hat ihre Eigenarten, die man als Nutzer kennen sollte.

Daher ist es ratsam, eine frei zugängliche Probeklausur über das Prüfungssystem bereitzustellen. Es genügt eine Probeklausur, Inhalt ist ja das Prüfungssystem selbst, welches für alle Fachbereiche gleich ist. Zusätzlich sollte ein kurzes Demo oder ein WBT (Web Based Training) die Bedienung erläutern. In der Regel werden für diesen Zweck Bildschirmaufzeichnungen (Screencasts) genutzt. Sie sind ein einfaches Mittel zur Demonstration der Funktionsweise von Softwarelösungen.

Wenn E-Klausuren an einem Fachbereich oder der ganzen Hochschule eingeführt werden, ist es empfehlenswert, allen Beteiligten mit Hilfe von Probe- und Übungsklausuren das neue System vorzustellen. Für die Studierenden bieten Übungsklausuren eine wertvolle Möglichkeit zum Lernen und zur Vorbereitung auf die Prüfung.

Zusammenfassung Didaktik von E-Klausuren

- E-Klausuren bieten neue Möglichkeiten der Überprüfung von Lernzielen.
- Die Auswahl eines Fragetyps sollte von der Überlegung abhängen, welche Art von Lernziel die Studierenden erreichen sollen.
- Die Einbindung multimedialer Elemente ermöglicht Fragestellungen, die von den Prüflingen komplexe Analysen verlangen. So lassen sich auf eine neue Art hohe Lernziele überprüfen.
- Durch die automatische Auswertbarkeit von Übungsklausuren können Studierende ein E-Klausur System als Lernwerkzeug zur Steuerung der Prüfungsvorbereitung nutzen.
- Probeklausuren sind ein wichtiges Mittel zum Erlernen der Bedienung der Prüfungssoftware.

In diesem Kapitel wurde eine Reihe von wichtigen didaktischen Überlegungen zu E-Klausuren dargestellt. Im folgenden Kapitel werden Ihnen die technischen Aspekte von E-Klausur Systemen im Detail erläutert.

Technik für E-Klausuren

Komponenten eines E-Klausur Systems

Autorenwerkzeug

Viele webbasierte Lernplattformen bieten Autorenwerkzeuge zur Erstellung von E-Klausuren an. Offline- bzw. Standalone-Werkzeuge bieten jedoch eine höhere Sicherheit als webbasierte Anwendungen bezüglich der Gefahr eines unerlaubten Zugriffs. Der Vorteil webbasierter Autorenwerkzeuge liegt darin gegen in der Möglichkeit der einfachen Kollaboration über das Internet.

Standard-Fragetypen wie Multiple-Choice, Lückentext und Freitext Fragen werden von allen E-Klausur Systemen angeboten. Drag & Drop Fragen zur Positionierung und Zuordnung grafischer Elemente sowie Bildmarkierungsfragen finden sich ebenfalls in den meisten Autorenwerkzeugen. Hierbei unterscheiden sich die Tools in ihrem Angebot an Fragen-Vorlagen oder Wizards, die den Autor bei der Erstellung der Fragen unterstützen.

In der Regel werden die Fragen mit Hilfe sogenannter WYSIWYG-Editoren (What-You-See-Is-What-You-Get) erstellt, die primär die Darstellung in HTML erlauben. Während einige der Autorenwerkzeuge eine Vielzahl von Formatierungsmöglichkeiten oder die Eingabe beliebigen HTML Codes zulassen, ist bei anderen wiederum nur eine begrenzte Anzahl von Formatierungen möglich. Auch ist die Einbindung mathematischer Formeln und Sonderzeichen für viele Prüfungen an der Hochschule unerlässlich.

Bei der Beurteilung eines Autorenwerkzeugs spielt ebenfalls eine wichtige Rolle, in welchem Umfang die Integration verschiedener Medientypen unterstützt wird. Bietet das Tool die Möglichkeit an, Medientypen umzuwandeln und werden die entsprechenden Objekte wie beispielsweise Flash- oder Realplayer in den HTML Code eingefügt? Lässt sich das Abspielverhalten und die Skalierung der Medienobjekte nachträglich verändern? Lassen sich die Fragen hinsichtlich des Layouts von Text und Medienobjekt frei gestalten, oder müssen sich die Autoren an starre Formatvorlagen halten?

Fragenverwaltung

Die Fragen werden üblicherweise in Datenbanken gespeichert und in Fragenpools verwaltet, aus denen die E-Klausuren erzeugt werden. Da ein unbefugter Zugriff auf die Prüfungsfragen unbedingt zu vermeiden ist, sollte der Zugang zu den Fragenpools hinreichend abgesichert sein. Der Standard bei webbasierten Autorensystemen ist ein passwortgeschützter Bereich, dessen Zugang über eine sichere Internetverbindung per SSL hergestellt wird. Bei webbasierten Systemen können mehrere Autoren gemeinsam bei der Erstellung der Fragenpools und Klausuren mitwirken. Dies hat aber auch den Nachteil, dass der Zugriff durch Unbefugte über das Netz nicht gänzlich auszuschließen

ist. Die Sicherheit bei netzwerkbasierten Autorentools kann durch eine Zugriffsbeschränkung des Autorennetzwerkes erhöht werden. Dies setzt ebenfalls voraus, dass die Systeme zur Erstellung der Fragenpools und Klausuren von denen zur Durchführung der E-Klausur vollständig getrennt sind.

Lokale Systeme bieten dem gegenüber einen höheren Einbruchs- und Diebstahlschutz. Allerdings wird eine gemeinsame Erstellung von Fragenpools bei solchen Systemen erschwert. In einem Autorenteam können Fragenpools häufig nur per E-Mail oder andere digitale Kommunikationswege ausgetauscht werden, was gegenüber webbasierten Systemen eher noch höhere Sicherheitsrisiken mit sich bringt.

Die Organisation der Fragen innerhalb der Fragenpools und deren Beschreibung mit Hilfe von Metadaten ist bei den E-Klausur Systemen zum Teil sehr unterschiedlich. Hier finden sich Konzepte wie zum Beispiel eine Organisation nach einzelnen Themen oder einer ganzen Themen-Hierarchie. Lassen sich die Fragen auch nach Schwierigkeit sortieren, ermöglicht dies eine automatische und gegebenenfalls zufällige Zusammenstellung verschiedener Klausuren mit Fragen gleicher Themenbereiche und gleichen Schwierigkeitsgrades. Nicht alle E-Klausur Systeme bieten eine interne Berechnung von Schwierigkeit und Trennschärfe der Prüfungsfragen an. Nur unter dieser Voraussetzung lassen sich zu leichte oder zu schwere Fragen anhand ihrer Item-Kennwerte identifizieren und aus den Pools entfernen.

Funktionalitäten für die Durchführung der E-Klausur

Der Zugriff zu den E-Klausuren kann mit Hilfe eines Start- und Endzeitpunktes zeitlich limitiert und mit einem Passwort geschützt werden. Ein wiederholtes Ausführen sollte nach der Abgabe der Klausur vom System nicht mehr möglich sein. Die Zuordnung einer Rechner IP-Adresse zu einem Prüflings-Account erhöht ebenfalls die Sicherheit bei unbefugten Zugriffsversuchen.

Ein großer Vorteil von E-Klausuren gegenüber Papierklausuren liegt in der Möglichkeit, jedem Prüfling eine eigene automatisch erzeugte zufällige Fragenreihenfolge präsentieren zu können. Auch die zufällige Anordnung der einzelnen Antwortmöglichkeiten bei Multiple- und Forced-Choice Fragen erschwert das Abschreiben durch den Sitznachbarn.

Die Prüflinge sollten jederzeit die Möglichkeit haben, sich über den Bearbeitungsfortschritt zu informieren. Das kann zum Beispiel durch die Anzeige einer Fragenübersicht realisiert werden, aus der hervorgeht, welche Fragen bereits gelöst und welche noch zu bearbeiten sind oder welche gegebenenfalls für eine spätere Bearbeitung zurückgestellt wurden. Die Gleichbehandlung durch eine Automatisierung des Start- und Endzeitpunkts erhöht die Fairness bei der Prüfung. Die verbleibende Restzeit sollte auffällig angezeigt werden und bei Bedarf vom Nutzer ein und ausgeblendet werden können, um unnötige Nervosität zu vermeiden. Dennoch empfiehlt es sich, dass das Aufsichtspersonal kurz vor Ablauf der Frist die Prüflinge auf die noch zu verbleibende Zeit hinweist, damit die Prüflinge ihre Aufmerksamkeit vollständig auf die Bearbeitung der Klausur richten können.

Während der E-Klausur sollten die Daten möglichst nach der Bearbeitung jeder Frage in der Datenbank abgelegt und gegebenenfalls auch lokal zwischengespeichert werden. Insbesondere bei der Eingabe längerer Textantworten ist eine Zwischenspeicherung der Eingaben wünschenswert, um zu verhindern, dass bei einer Verbindungsstörung die bisherigen Eingaben verloren gehen. Bei webbasierten Systemen ist die lokale Zwischenspeicherung nur durch spezielle Software oder Browsererweiterungen möglich. Einige der Systeme bieten die Funktion an, die Bildschirmbewegungen jedes Nutzers festzuhalten. Sollte es zu rechtlichen Anfechtungen kommen, lässt sich später das genaue Benutzerverhalten des Prüflings rekonstruieren.

Die Benutzung der E-Klausur Anwendung sollte für den Prüfling so eindeutig und einfach wie möglich gehalten werden, um Fehlbedienungen und zusätzlichen Stress zu vermeiden. Notizfunktionen, Fragenmarkierungen oder zusätzliche Anwendungen sollten intuitiv zu bedienen sein.

Der Prüfling muss vor der endgültigen Abgabe die Möglichkeit bekommen, nochmal alle seine Antworten überprüfen zu können und darauf hingewiesen werden, dass er mit der Abgabe der Klausur die Richtigkeit seiner Angaben bestätigt. Gegebenenfalls bietet das System zusätzlich die Möglichkeit des Klausurausdrucks, sodass die Dokumente vom Prüfling persönlich unterzeichnet werden können.

Ist das E-Klausur System Teil eines Learning-Management-Systems, bietet das Prüfungsmodul in der Regel noch zusätzliche Funktionalitäten wie beispielsweise die Eingabe von Fragen-Feedback und Musterlösungen, die für ein Selbstlernszenario unerlässlich sind, bei der Durchführung der E-Klausur jedoch ausgeblendet werden.

Eine Frage der Schnittstellen

Die Bedeutung von Schnittstellen und Standards

Nicht zuletzt ist für den Einsatz eines E-Klausur Systems entscheidend, wie es sich in bestehende Organisationen und Prozesse einbinden lässt. An vielen Universitäten und Fachhochschulen ist die Technologielandschaft meist durch eine große Systemvielfalt geprägt. Schnittstellen zwischen vorhandenen Lehrveranstaltungs-, Prüfungs-, und Benutzerverwaltungssystemen sind bei der Einführung eines E-Klausur Systems von zentraler Bedeutung. Klausuren sind Prüfungen zu bestimmten Modulen oder Lehrveranstaltungen eines Lehrinstituts, deren Zugangsberechtigungen über sogenannte Prüfungsordnungssysteme gesteuert werden. Lehrveranstaltungen und Modulstruktur eines Studienganges wiederum werden gewöhnlich in Studieninformationssystemen (SIS), elektronischen Vorlesungsverzeichnissen oder Prüfungsverwaltungssystemen organisiert.

Es wird deutlich, dass kein E-Klausur System all diese speziellen Schnittstellenanforderungen erfüllen kann, zumal es für viele der genannten Bereiche auch keine technischen Spezifikationen oder Standards gibt. Um so wichtiger ist daher die Anpassbarkeit des Systems an eine vorhandene Infrastruktur und bestehende Prozesse.

Anbindung an ein Verwaltungssystem

Eine Unterstützung durch verbreitete Protokolle und Authentifizierungsmechanismen wie LDAP, Shibboleth oder Radius sowie direkte Datenbank-Anbindungen erleichtern die Integration eines E-Klausur Systems in vorhandene Verwaltungssysteme. Dabei ist aber auch immer zu beachten, dass eine allzu enge technische Verzahnung der E-Klausur Systeme mit vorhandenen Verwaltungssystemen, Datenbanken und Netzinfrastrukturen oft aus sicherheitstechnischen Gründen nicht erwünscht ist, weil dadurch die Systemkomplexität wächst und damit die Kontrollierbarkeit des gesamten Systems erschwert wird. Daher bieten viele E-Klausur Systeme Funktionen an, über verschiedene Formate (XML, CSV, Excel usw.) Benutzer und Prüfungsergebnisse auszulesen oder zu importieren.

Im- und Export von Fragen

Wird ein E-Klausur System eingeführt, muss in der Regel auch bereits bestehendes Fragen- und Klausurmaterial übernommen werden. Es existiert zwar eine E-Learning Spezifikation zur standardi-

sierten Beschreibung von Fragen (IMS QTI, <http://www.msglobal.org/question/>), aber es ist unwahrscheinlich, dass vorhandenes Material in diesem Format vorliegt und auch nicht jedes E-Klausur System unterstützt dieses Format. Obwohl die QTI-Spezifikation schon einige Jahre existiert, ist ihre Verbreitung nicht sehr weit voran geschritten. Das liegt daran, dass viele Autorenwerkzeuge zur Erstellung digitaler Prüfungsfragen meist mehr Gestaltungsmöglichkeiten, Funktionalitäten oder Fragetypen anbieten als sich in der QTI-Spezifikation abbilden lassen.

Dennoch sollte das System die Möglichkeit bieten, Fragenpools und Klausuren zu exportieren, sodass eine externe Sicherung und der Austausch zwischen anderen Klausursystemen zumindest der gleichen Bauart ermöglicht wird.

Server und Clients

Unabhängig davon, ob das E-Klausur System eine geschlossene Netzinfrastruktur oder das Internet zur Kommunikation nutzt, werden immer sowohl Client- als auch Server-Rechnersysteme zum Einsatz kommen. Hierbei unterscheiden sich die Systeme sowohl in ihrer grundlegenden technischen Konzeption wie auch in ihrer Skalierbarkeit und Sicherheit. Es stellt sich zunächst die Frage, ob ein eigener Rechnerpool und eigene Serverhardware angeschafft werden soll, oder ob der Dienst eines mobiles Systems oder Application-Service-Provider (ASP) in Anspruch genommen wird. Fällt die Entscheidung für einen eigenen PC-Pool, so stellt sich die Frage, ob Thin-Clients in Verbindung mit Applikationsservern oder normale Arbeitsrechner zum Einsatz kommen sollen. Thin-Clients haben den Vorteil, dass sie wenig Platz wegnehmen und leise sind, da sie in der Regel ohne Festplatten und manche sogar ohne CPU-Lüftung auskommen. Rechner, die über das Netz booten oder deren Betriebssystem per Festplatten-Image über das Netz verteilt wird, sind effizient zu verwalten. Allerdings sind die Anforderungen an die Netzwerk-Infrastruktur zum Zeitpunkt des Netz-Boot-Vorgangs oder der Betriebssystem-Verteilung sehr hoch. Eine umfangreiche Darstellung der verschiedenen Lösungen zur Verwaltung von Rechnerpools und verteilten Anwendungen würde den Rahmen dieses Dokuments sprengen. Dieses Kapitel behandelt daher die technischen Aspekte von E-Klausur Systemen, auf der Client-Server Ebene einer durch Datenbank unterstützten Webapplikation.

Serverarchitektur

Bei der Beschreibung einer Serverarchitektur spielen die *Performanz*, die *Skalierbarkeit* sowie die *Ausfallsicherheit* eine zentrale Rolle.

Performanz. Die Performanz einer serverseitigen Webapplikation wird bestimmt durch die eingesetzte Hardware und die Hardware Anforderungen der Software selbst. Auch der Einsatz eines getrennten Datenbankservers kann die Performanz der Anwendung beeinflussen, da hier eine zusätzliche Netzwerkverbindung ins Spiel kommt. Um das Zusammenspiel zwischen der Hardware, den Netzwerkkomponenten sowie der Webapplikation und der Datenbank zu optimieren, sollte das Verhalten unter Testbedingungen analysiert und auf einander abstimmt werden. Mit Hilfe von Stress-Tools wie bspw. JMeter (<http://jakarta.apache.org/jmeter/>) lassen sich Nutzungsszenarien automatisiert simulieren und für die spätere Analyse aufzeichnen.

Skalierbarkeit. Ein Software-Produkt ist dann gut skalierbar, wenn es bei steigendem Ressourcenbedarf mit in vergleichbarem Maße ansteigenden Ressourcen auskommt. Steigt die Anzahl der Anfragen an ein Serversystem, so ist dies gut skalierbar, wenn es den Anstieg zum Beispiel mit dem

Aufstocken zusätzlicher Server in einem Rechner-Cluster kompensieren kann, ohne dass ein komplett neues System installiert werden muss. Die Skalierbarkeit von Webanwendungen wird in der Regel durch ein Load-Balancing Cluster erreicht. Die Client Anfragen aus dem Internet werden von dem Load-Balancer je nach Auslastung auf verschiedene dahinter geschaltete Server verteilt. Sollte der Umfang der Anfragen die Serverleistung des Clusters überschreiten, kann das System durch Aufrüstung eines zusätzlichen Servers ohne Ausfall vergrößert werden.

Ausfallsicherheit. Da E-Klausuren eine juristische Relevanz beigemessen wird, spielt die Ausfallsicherheit des Systems eine wichtige Rolle. Diese wird bei Webanwendungen gewöhnlich ebenfalls wie bei der Skalierung durch die redundante Auslegung der Serverhardware in einem Load-Balancer Cluster erreicht. Fällt ein einzelner Server aus, erkennt der Load-Balancer dies und kann die weiteren Anfragen an die anderen Server im Cluster verteilen. Deswegen sollten ebenfalls auch die Load-Balancer redundant in einem High-Availability Cluster (HA-Cluster) ausgelegt sein. Durch eine spezielle Verbindung (Heartbeat) wird der Ausfall des einen Load-Balancer dem redundanten Load-Balancer signalisiert, sodass dieser die Verteilung der Anfragen übernehmen kann. Bei den Datenbanksystemen gibt es ebenfalls zum Teil spezielle Cluster-Lösungen, oder man erzielt die Ausfallsicherheit wie bei den Load-Balancer-Servern durch die Verknüpfung zweier redundanter Datenbankserver in einem HA-Cluster.

PC-Pools, Nutzerprofile und Secure Browser

Ist eine Entscheidung getroffen, ob Arbeitsrechner, Thin Clients oder gar Tablet-PCs in den E-Klausur PC-Pools eingesetzt werden sollen, ist zu beachten, dass die Geräte und auch die Tastaturen eine geringe Geräuschkentwicklung aufweisen. Weiterhin ist zu gewährleisten, dass die Betriebssysteme größtmögliche Betrugssicherheit zeigen. Zum einen gibt es verschiedene Lösungen, die ein Betriebssystem in einen sogenannten Kiosk-Modus versetzen, der lediglich die Nutzung der E-Klausur Client-Anwendung erlaubt. Zum anderen lässt sich der Rechner durch die Erstellung eines speziellen reduzierten Nutzerprofils dahingehend absichern, dass der Aufruf von Systembefehlen, wie beispielsweise das Herunterfahren des Rechners oder das Starten anderer Programme, unterbunden wird. Eine zusätzliche Sicherheit wird dadurch erreicht, dass das gesamte Client-Server System in einem geschlossenen und vom Internet getrennten System betrieben wird. Ist dies nicht möglich, sollte zumindest der Zugriff auf die Server im Internet nur von den IP-Adressen des E-Klausur Systems beschränkt sein.

Wenn es sich wie bei den meisten E-Klausur Clients um eine browserbasierte Anwendung handelt und kein spezieller Browser mitgeliefert wird, lassen sich einige der Standard-Browser derart modifizieren, dass diese sich nach dem Öffnen im Vollbild-Modus mit dem E-Klausur-Server verbinden und das Surfen auf anderen Websites unterbinden. Secure-Browser wie beispielsweise der Open-Source *Safe Exam Browser* (<http://www.safeexambrowser.org/>) sind speziell für die sichere Durchführung von Webanwendungen konfiguriert und bieten darüber hinaus noch weitere Möglichkeiten, wie etwa das parallele Starten ausgewählter Anwendungen unter Windows.

Räumlichkeiten

In den Fachbereichen, Rechenzentren und Instituten der Hochschulen existieren meist zahlreiche Rechnerpools. Viele der PC Räume sind für Universitätsangehörige öffentlich zugänglich und können von Mitarbeitern der Hochschule für Schulungen oder Workshops gebucht werden. Die PCs bie-

ten gewöhnlich Zugang zu den zentralen Diensten der Universität wie Bibliotheks- oder Studieninformationssystemen (SIS) und sind mit den üblichen Office-Anwendungen ausgerüstet.

Lassen sich solche PC Räume zur Durchführung von E-Klausuren nutzen, oder ist eine Einrichtung eines eigens dafür ausgestatteten Testcenters notwendig? Sind überhaupt genügend PCs vorhanden und warum werden nicht einfach große Aulen oder Hörsäle genutzt und statt Papierklausuren Laptops verteilt, die über WLAN mit dem E-Klausur System verbunden werden?

Anforderungen an Räume für E-Klausuren

Eine der zentralen Anforderungen an E-Klausur Räume ist deren hohe Kapazität an Arbeitsplätzen. In einigen Studiengängen werden gleichzeitig bis zu 300 oder mehr Studierende mit einer Klausur geprüft. Solch große Prüfungen werden gewöhnlich in den Aulen oder Hörsälen der Hochschule in aufeinander folgenden Gruppen abgehalten. Für die Durchführung von E-Klausuren in diesem Umfang wären PC-Pools mit mindestens 150 Arbeitsplätzen notwendig. Selbst wenn ein PC Raum mit dieser Kapazität zur Verfügung stünde, stellt sich immer noch die Frage, ob die Arbeitsplätze für die Durchführung zum Teil mehrstündiger E-Klausuren geeignet sind. Bei der Planung großer PC Räume sollte der Sicherheitsbeauftragte der Universität mit einbezogen werden. Detaillierte Informationen sind in der Versammlungsstättenverordnung (Scherffig, 2008; Schliermann, 2008) und der Verordnung für Bildschirmarbeitsplätze (Bundesministerium für Justiz, 1996) zu finden.

Weiterhin ist bei der Hardware Ausstattung darauf zu achten, dass PCs und Tastaturen mit einer sehr geringen Geräuschkentwicklung installiert werden. Um die Monitore vor dem Einblick durch den Nachbarn zu schützen, sollten Schutzklappen an den Seiten angebracht sein.



Abbildung 4. Computertische mit eingelassenem Monitor des Testcenters der Universität Duisburg-Essen.

Räume multifunktional nutzen

Bei den hohen Kapazitätsanforderungen für E-Klausuren stellt sich die Frage, warum nicht bestehende Hörsäle oder Aulen kurzfristig mit Hilfe von Laptops und einer WLAN Verbindung in ein E-Klausur Testcenter umgewandelt werden. Zum einen erfüllen Hörsäle und Aulen selten die Anforderungen eines IT-Arbeitsplatzes – man denke an zu enge Sitzreihen oder schräge Klappische – zum Anderen ist auch der Aufwand bei der Wartung mobiler Laptops aufwändiger als bei einem PC-Pool mit fest installierten Rechnern. Für eine stabile WLAN-Verbindung mit einer hohen Anzahl gleichzeitiger Zugriffe sind mehrere WLAN-Hotspots notwendig. Für Klausuren mit integrierten

Streaming Videos oder anderen großen Mediendateien könnte eine WLAN Technologie ebenfalls einen begrenzenden Faktor darstellen.

Bei der Neukonzeption großer multifunktionaler Räume können im Vorfeld schon die Anforderungen für die verschiedenen Nutzungsszenarien miteinbezogen werden. An der Universität Duisburg-Essen entsteht zur Zeit ein solches Computer Testcenter, das sowohl für elektronische Klausuren wie auch traditionelle Papierklausuren oder andere Szenarien genutzt werden kann (Stratmann, 2008). Außerhalb der Prüfungszeit soll das Testcenter als allgemeiner Computerarbeitsraum genutzt oder auch für eine kommerzielle Nutzung vermietet werden. Charakteristisch für das Arbeitsplatzkonzept dieses Computer Testcenters sind die in die Tischplatte eingelassenen Monitore, sodass jederzeit die gesamte Arbeitsfläche des Tisches genutzt werden kann (siehe Abbildung 4).

Das mobile Testcenter

Ein ganz anderes Konzept bietet das mobile Testcenter, wie es zum Beispiel von der Firma Codiplan mit Q[kju:] angeboten wird (siehe Kapitel *E-Klausur Systemlösungen*). Hierbei wird die komplette Server-Hardware und die WLAN Hotspots von dem Dienstleister angeliefert und in den Hörsälen vor Ort aufgebaut. Jeder Prüfling bekommt einen Tablet PC und kann die entsprechende E-Klausur mit einem speziellen Stift auf dem Touchscreen des Tablet PCs bearbeiten. Der Vorteil einer solchen mobilen Lösung ist, dass von einer Hochschule bei geeigneter Raumausstattung weder Computer noch Software vorgehalten und gepflegt werden müssen. Steigt jedoch die Anzahl der Prüfungen, stellt sich die Frage, ob ein eigenes Testcenter langfristig einem solchen Dienstleistungskonzept in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit nicht doch überlegen ist.

Auswertung und Veröffentlichung

Automatisierte Auswertung

Einer der größten Vorteile von E-Klausuren gegenüber Papierklausuren ist die automatisierte Auswertung der Prüfungsergebnisse. Unmittelbar nach der Abgabe der E-Klausur lassen sich die Prüfungsergebnisse anhand eines Bewertungsmechanismus und Notenspiegels berechnen und können, soweit keine manuellen Bewertungen bei offenen Fragen notwendig sind, dem Prüfling unmittelbar übermittelt werden. Die hohe Zeitersparnis und die Fehlerfreiheit bei der elektronischen Prüfungsauswertung sind oftmals die Hauptgründe für die Einführung eines E-Klausur Systems.

Bewertung offener Fragen

Während bei Auswahl-, Sortier- oder Zuordnungsfragetypen das System über die Richtigkeit des Antwortverhaltens entscheiden kann, ist in den meisten Fällen bei offenen Fragen eine manuelle Bewertung notwendig. Einige Systeme bieten bei Kurztext-Antworten (Short-Answer Fragetyp) eine teil-automatisierte Bewertung an, in dem das System anhand hinterlegter Begriffe die Textantwort auf Korrektheit hin überprüft. Verschiedene Begriffsversionen, Groß- und Kleinschreibung sowie typische Schreibfehler können in die Begriffsliste mit aufgenommen werden. Ein häufig verwendetes Verfahren zur Bestimmung des Unterscheidungsmaßes zweier Zeichenketten ist die sogenannte Levenshtein-Distanz (<http://de.wikipedia.org/wiki/Levenshtein-Distanz>).

Bei längeren Textantworten (Essay Fragetyp) allerdings lässt sich eine manuelle Bewertung nicht vermeiden. Dabei bietet die Maschinenschrift eine deutlich bessere Lesbarkeit als handgeschriebene Texte und erleichtert dabei die manuelle Korrektur oft erheblich. Neben der Online-Korrektur bieten einige der Systeme auch eine Export- und Importmöglichkeit offener Antworten in Tabellen zur offline oder handschriftlichen Korrektur an.

Notenschemata

In den meisten E-Klausur-Systemen lassen sich summative Bewertungen der Prüfungsergebnisse anhand von Notenschemata durchführen. So lässt sich beispielsweise festlegen, ab wie vielen Punkten oder Prozent richtig gelöster Fragen welche Note vergeben oder die Klausur bestanden ist. Einige der Systeme unterstützen ebenfalls das ECTS Notenschema (European Credit Transfer System, http://de.wikipedia.org/wiki/European_Credit_Transfer_System) zur Bewertung von Hochschulleistungen an europäischen Hochschulen.

Item-Gütekriterien

Unter Item-Gütekriterien fasst man in der klassischen Testtheorie statistische Item-Kennwerte zusammen, die es ermöglichen, Aussagen über die Güte eines Testitems (Prüfungsfrage) zu machen.

Schwierigkeit. Die Schwierigkeit einer Frage wird durch ihre Lösungswahrscheinlichkeit bestimmt. Wird ein Testitem so gut wie nie (zu schwierig) oder immer richtig (zu leicht) gelöst, sollte es aus dem Test eliminiert werden.

Trennschärfe. Der Trennschärfe eines Testitems ist zu entnehmen, wie gut das gesamte Testergebnis aufgrund der Beantwortung eines einzelnen Testitems vorhersagbar ist. Es ist die Korrelation des Testitems mit dem Gesamtergebnis des Tests. Eine Trennschärfe von 1 bedeutet beispielsweise, dass nur Probanden dieses Item gelöst haben, die auch den ganzen Test bestanden haben. Wenn allerdings Noten vergeben werden, sollte ein Testitem insbesondere im mittleren Notenbereich besser differenzieren, also kleiner 1 sein, da sonst keine Varianz entsteht.

Homogenität. Die Homogenität gibt an, wie hoch die einzelnen Items eines Tests im Durchschnitt miteinander korrelieren. Bei hoher Homogenität erfassen die Fragen ähnliche Informationen.

Wie werden die Prüfungsergebnisse mitgeteilt?

E-Klausur Systeme bieten die Möglichkeit, die erreichte Punktzahl oder die damit verbundene Note unmittelbar nach der Klausurabgabe anzuzeigen oder per Mail zu versenden. Häufig ist es jedoch so, dass nach der Klausur die Ergebnisse und der Notenspiegel vom Lehrenden noch einmal eingesehen werden, um eventuell Hinweise auf Fehler oder Unstimmigkeiten in der Klausur zu finden. Gegebenenfalls können Testfragen aus der Berechnung herausgenommen oder bei viel zu schlecht ausgefallenen Klausuren der Notenspiegel etwas angehoben werden. In diesem Fall liegt die Übermittlung der Prüfungsergebnisse in der Verantwortung des Lehrenden.

Die Systeme unterstützen die Bekanntgabe der Prüfungsergebnisse beispielsweise durch Email Funktionen oder einem passwortgeschützten Bereich, in dem das persönliche Ergebnis des Prüflings entweder automatisch oder manuell hinterlegt wird. In jedem Fall ist es unabdingbar, dass die Daten in verschiedenen Formaten wie CSV oder Excel exportiert werden können, um die weitere Verarbeitung oder Übermittlung an andere Systeme zu gewährleisten. Wie auch schon im Abschnitt *Eine Frage der Schnittstellen* erwähnt, sind direkte Schnittstellen zu Verwaltungssystemen der

Hochschulen wie beispielsweise HIS-POS oder FlexNow zwar von Vorteil, aber aus sicherheitstechnischen Gründen nicht immer erwünscht.

Archivierung und Klausureinsicht

Die Prüfungsordnungen der Hochschulen setzen für Prüfungsdokumente gewöhnlich eine Aufbewahrungspflicht fest. Abhängig von Bundesland und Art der Prüfung können Aufbewahrungsfristen zwischen 5 und 60 Jahren anfallen. Die Archivierung von E-Klausuren stellt im Vergleich zur Papierklausur eine größere Herausforderung dar. Dahingegen bietet die Archivierung digitaler Dokumente einige Vorteile wie beispielsweise platzsparende Aufbewahrung auf digitalen Medien und die einfache Möglichkeit der Backup-Erstellung. Es gilt dabei zu beachten, dass selbstgebrannte optische Speichermedien wie CD-Rs nur eine Haltbarkeit von 5-10 Jahren aufweisen, abhängig von der Qualität der Aufnahme und des Datenträgers. Die Haltbarkeit von Magnetbändern in SAN-Systemen liegt hingegen bei 20-30 Jahren (<http://de.wikipedia.org/wiki/Langzeitarchivierung>). Dafür lassen sich digitale Dokumente schnell und bequem nach Metadaten wie Namen der Klausur oder des Prüflings durchsuchen. Dies erleichtert insbesondere eine spätere Klausureinsicht durch den Prüfling.

Ausdrucken und Abheften

Die einfachste, aber sehr aufwändige Art der Archivierung von E-Klausuren ist der Papierausdruck und die anschließende Lagerung der entsprechenden Dokumente. Dies hat auch den Vorteil, dass solche Klausurdokumente handschriftlich vom Prüfling unterzeichnet werden können (siehe Kapitel *Rechtliche Aspekte von E-Klausuren*). Verfahren zur Erstellung einer digitalen Signatur sind in diesem Verfahren nicht notwendig.

Der Papierausdruck führt jedoch zu einem hohen Bedarf an Papier und zu einem hohen Aufwand nach der Beendigung der Klausur, wenn man bedenkt, dass bei 200 x 20 Seiten 4000 Seiten Papier ausgedruckt werden müssten. Das kann zu Wartezeiten und somit zu Kapazitätseinbußen der Raumnutzung führen.

PDF-Generierung

Die meisten E-Klausur Systeme bieten an, die bearbeiteten Klausuren als PDF-Dokumente herunterzuladen und archivieren zu lassen. PDF Dokumente sind Plattform-unabhängig und lassen sich auch voraussichtlich in ferner Zukunft noch auf den meisten PCs verwalten. Diese Eigenschaften machen das PDF- und insbesondere das PDF/A-Format (<http://de.wikipedia.org/wiki/PDF/A>) ideal für die langfristige und nachhaltige digitale Archivierung.

Sicherung gegen Veränderung der Daten

Bei Papierklausuren, die in einem geschlossenen Schrank oder Raum aufbewahrt werden, geht man davon aus, dass eine Veränderung der Dokumente erkennbare Spuren hinterlassen würde. Die Veränderung digitaler Dokumente ist vergleichbar schwerer nachzuweisen und daher bietet es sich an, für diese Dokumente einen eindeutigen Schlüssel zu erzeugen, um eine nachträgliche Veränderung nachweisen zu können. Bekannte Hash-Verfahren sind MD5 oder SHA (<http://de.wikipedia.org/wiki/SHA-1>). Die so erzeugten digitalen Schlüssel und deren Zuordnungsdaten sollten dann getrennt von den Original-Dokumenten aufbewahrt werden.

Archivierung der Klausurdaten

An deutschen Hochschulen werden Prüfungsdokumente meist im entsprechenden Dekanat eines Fachbereiches aufbewahrt. Die Archivierung digitaler Dokumente liegt hingegen häufig in der Verantwortung der zuständigen Rechenzentren. Aufgrund der hohen technischen Anforderungen an E-Klausur Systeme (siehe Kapitel *Technik für E-Klausuren*) werden diese nicht selten von den jeweiligen Rechenzentren verwaltet. Sollte die Verantwortung für die Archivierung von Prüfungsdokumenten beim Dekanat liegen, könnten diese Dokumente auf lokalen Festplatten ggf. auf einem verschlüsselten Dateisystem gesichert und zusätzlich in dem dafür vorgesehenen System des Rechenzentrums archiviert werden.

Einsicht für den Prüfling

Die Prüfungsordnungen schreiben meist vor, dass innerhalb des Archivierungszeitraums eine Klausureinsicht durch den Prüfling ermöglicht werden muss. Sind die digitalen Dokumente in dem Archiv hinreichend mit Metadaten versehen, lassen sich die entsprechenden Dokumente schnell auffindig machen und dem Prüfling zur Einsicht vorlegen. Im Bedarfsfall kann die Klausur dann ausgedruckt werden oder das Antwortverhalten mit dem daraus resultierenden Ergebnis verglichen werden, sodass der gesamte Prozess nachvollzogen werden kann. Dafür sollte die Bewertungsmatrix und der Notenspiegel der entsprechenden Klausuren ebenfalls in den Archiven zur Verfügung stehen.

E-Klausur Systemlösungen

Open-Source Lösungen

Die Entscheidung für die Nutzung einer Open-Source Lösung gegenüber einem kommerziellen Produkt hängt letztendlich von der E-Learning Strategie und den vorhandenen Ressourcen der jeweiligen Hochschule ab. Legt man den Schwerpunkt auf die Integration eines E-Klausur Systems in eine heterogene Systemlandschaft und Anpassbarkeit an bestehende Prozesse, bietet eine Open-Source Software den Vorteil, dass Schnittstellen und Funktionserweiterungen durch das technische Personal vor Ort zeitnah vorgenommen werden können. Der Vorzug durch wegfallende Lizenzkosten relativiert sich dabei durch zusätzliche Personalkosten, da die Systeme vor Ort angepasst und gewartet werden müssen.

Um zu verhindern, dass durch eigene Funktionserweiterungen System-Updates immer aufwändiger werden, ist eine aktive Mitarbeit an der Weiterentwicklung der Open-Source Produkte von großem Vorteil. Erweiterungen von allgemeinem Interesse können in Abstimmung mit der Entwicklergemeinschaft in die Original Software übernommen werden.

Im Folgenden sollen zwei Open-Source Produkte vorgestellt werden, die in Kombination sowohl die Erstellung wie die sichere Durchführung von E-Klausuren ermöglichen. Als Plattform wird hier ILIAS dargestellt, da es an der JLU Gießen bereits Bestandteil eines E-Klausur Systems ist und auch die umfangreichen Funktionen des Testmoduls für ILIAS sprechen. Es können aber E-Klausur Systeme auch auf der Basis anderer Open-Source Lernplattformen wie etwa Metacoocn, Moodle oder Sakai aufgebaut werden.

ILIAS Testmodul

Viele E-Learning Lernplattformen bieten integrierte Prüfungsmodule an. Der Funktionsumfang reicht von der Einbettung einfacher Fragen in Lerneinheiten zur eigenen Wissensüberprüfung beim Selbstlernen bis hin zu Modulen, die eine Verwaltung von Prüfungsfragen in Fragenpools und die sichere Durchführung von E-Klausuren ermöglichen. Letzteres findet man in der Open-Source Lernplattform ILIAS, die an vielen deutschen Hochschulen als zentrales Learning-Management-System schon seit einigen Jahren erfolgreich zum Einsatz kommt. Insbesondere das integrierte Test- und Assessment-Modul wurde in den letzten Jahren in einem Umfang weiterentwickelt, der einige Hochschulen dazu bewogen hat, ILIAS neben dem Learning-Management auch zur Erstellung und Durchführung von E-Klausuren einzusetzen (z.B. Mainz und Gießen).

Das Test- und Assessment Tool von ILIAS bietet eine Vielzahl verschiedener Fragetypen an. Die Palette reicht von einfachen Multiple-Choice über Auswahl- und Lücken-Text bis hin zu grafisch animierten Drag & Drop Fragen. Über eine Plugin- und Java-Schnittstelle lassen sich sogar eigene Fra-

getypen definieren. Die Erstellung der Fragen ist trotz des ansehnlichen Funktionsumfangs einfach und intuitiv. Die Einbettung verschiedener Medien wie Bilder, Animationen, Audio- und Video-Material ist problemlos möglich.

Die Fragen werden in sogenannten Fragenpools verwaltet und können der Klausur in einer festen Reihenfolge zugeordnet oder zufällig aus mehreren Fragenpools ausgewählt werden. Auch beim Abspielen der Klausur kann der Prüfer entscheiden, ob allen Prüflingen die gleiche oder eine zufällige Fragenreihenfolge präsentiert wird. Um das Abschreiben durch den Sitznachbarn zu erschweren, kann die Position der Antwort-Optionen bei Multiple- und Forced-Choice Fragen bei jedem Aufruf durchmischt werden. Damit sichergestellt wird, dass nicht von einem unautorisierten Rechner aus auf eine Prüfung zugegriffen wird, lassen sich jedem Prüfling-Account feste IP-Adressen zuordnen.

Gleiche Fragen-Zusammenstellungen können zum Beispiel durch die einfache Bearbeitung von Parametern entweder als zeitlich limitierte E-Klausur mit einem hinterlegten Notenschema oder auch als wiederholt durchführbare Übungsklausur mit detailliertem Antwort-Feedback zur Prüfungsvorbereitung zugänglich gemacht werden. Alle Einstellungen einer Klausur können als Vorlage gespeichert werden.

Die detaillierten oder zusammengefassten Auswertungsergebnisse lassen sich unmittelbar nach der Klausurabgabe in der Lernplattform einsehen, oder als CSV bzw. Excel-Datei exportieren.

Safe Exam Browser

Nicht immer lässt sich ein E-Klausur System durch ein geschlossenes Intranet und modifizierte Arbeitsrechner so absichern, dass die Prüfung in einer vom Internet getrennten und sicheren Arbeitsumgebung ablaufen kann. Besonders in der Einführungsphase eines E-Klausur Systems wird meist auf multifunktionale PC-Pools mit einer Standard PC Ausrüstung zurückgegriffen, die sowohl den Zugriff auf das Internet wie auch das Aufrufen von Programmen auf den PCs ermöglichen. In diesem Fall stellt der Zugriff auf die Klausur-Server mit den vorinstallierten Standard-Browser eine große Sicherheitslücke dar. Vorgefertigte Spickzettel auf privaten Homepages oder auf den lokalen Rechnern sowie Online-Enzyklopädien könnten abgefragt werden. Netzwerkprogramme könnten zur Kommunikation untereinander während der Klausur missbraucht werden.

Die Betriebssysteme und einige der Standardbrowser lassen sich gewöhnlich so anpassen, dass eine hinreichend sichere Umgebung zur Durchführung von E-Klausuren erzielt werden kann. Allerdings sind hierfür Anpassungsarbeiten durch die Administratoren, wie die Erstellung eigener Prüfungsprofile oder die Installation von Sicherheitstools oder Browser-Komponenten, notwendig.

Eine attraktive Möglichkeit bietet hierbei das Open-Source Tool *Safe Exam Browser* (<http://www.safeexambrowser.org/>), der speziell für die sichere Durchführung webbasierter E-Klausuren konzipiert wurde. Die Anwendung basiert auf einem angepassten Firefox-Browser und einer Komponente, die den Windows-Rechner in einen sicheren Vollbild Modus versetzt. Nach dem Start verbindet sich der Safe Exam Browser mit der vorgegebenen Startadresse eines beliebigen Klausur-servers. Das Abfangen von Systembefehlen wie zum Beispiel ALT-F4 lässt sich vorkonfigurieren, sodass der Vollbild-Browser sich während der E-Klausur nicht abschalten lässt und unerwünschte Programme nicht gestartet werden können.

Weiterhin bietet die Anwendung die Möglichkeit, neben dem Browser spezielle Anwendungen auszuführen, die für die Bearbeitung der Klausur benötigt werden. Ein weiterer großer Vorteil des Safe Exam Browser ist, dass er sich direkt ohne Installation starten lässt. Damit lässt er sich in PC-Pools leicht über das Netz oder mobile Datenträger verteilen und ausführen.

Nach Beendigung der Klausur kann die Anwendung anhand einer vordefinierten Tastatur-Kombination, die nur dem Aufsichtspersonal bekannt ist, beendet werden, sodass der Rechner wieder für andere Zwecke zur Verfügung steht.

Kommerzielle Anbieter

Es gibt auf dem Markt zahlreiche kommerzieller Softwarelösungen für E-Klausuren. Wir werden im Folgenden von uns nach ihrer Relevanz ausgewählte Systeme vorstellen. Eine vollständige Dokumentation aller Lösungen würde den Rahmen dieses Dokuments sprengen und wird aus Gründen der Übersicht und Lesbarkeit von uns auch nicht angestrebt. Die vorgestellten Systeme stehen hier also stellvertretend für eine Reihe von Produkten.

L-PLUS

L-PLUS bietet schon seit langem elektronische Prüfungssysteme an. Erste Erfolge hatte die Firma mit Testsystemen für die Pilotenausbildung. Heute haben auch zahlreiche Firmen, Hochschulen und Handelskammern das L-PLUS-System im Einsatz (www.lplus.de).

Zur Aufgabenerstellung und Klausurzusammenstellung wird TM-Editor, eine offline Windows Anwendung, verwendet. Zur Planung und Durchführung der Klausuren stehen das LPLUS-TestStudio als WEB Server und das LPLUS-Test-Management-System für Windows Client/Server Umgebungen zur Verfügung.

Der TM-Editor bietet fünf verschiedene Fragetypen (L-PLUS, 2008). Bei Multiple-Choice Fragen werden eine oder mehrere Auswahlantworten gefordert. Bei Sonderfragen müssen Eingabefelder mit Text gefüllt oder Antworten aus einer Dropdownliste gewählt werden. Ferner gibt es zwei Typen von Sortieraufgaben, „Text in Grafik schieben“ und „Grafik in Grafik schieben“. Und auch die Erstellung von Textfragen ist möglich. Eine Besonderheit bei der Fragenerstellung mit dem TM-Editor ist die große Gestaltungsfreiheit. Alle Fragen- und Antwortfelder sowie Bilder und Objekte können in beliebiger Weise verschoben, verkleinert oder vergrößert werden. Bilder (Fotos, Grafiken) oder Objekte (Links zu anderen Programmen, Videoclips, Animationen, Audiosequenzen) können in beliebiger Zahl und an jeder beliebigen Stelle eingefügt und auch wieder entfernt werden.

Zur Organisation der Fragen im TM-Editor werden Themen hierarchisch in Ordnerstrukturen abgebildet. Eine Frage wird bei der Erstellung genau einem Thema zugeordnet. Der Frage können zusätzlich Anlagen, Arbeitsblätter oder Musterlösungen angehängt werden. Eine Besonderheit ist, dass Fragen zu Clustern zusammengefasst werden können. Diese Fragen können nur zusammenhängend in einer festen Reihenfolge bearbeitet werden. So können komplexere Fragestellungen (Fallstudien etc.) mit mehreren Unterfragen entwickelt werden. Zusätzlich können Fragen vorher definierten Zielgruppen zugeordnet werden. Dabei kann es sich um *echte* Zielgruppen handeln, zum Beispiel „Biochemie 3. Semester“, oder aber um *pseudo* Zielgruppen, etwa um die Fragen nach Lernzielen zu kategorisieren. Einer Aufgabe können beliebig viele Zielgruppen zugeordnet werden.

Fragen können zur Erstellung von Trainingseinheiten, Prüfungsvorlagen oder Vorlagen für Druckversion verwendet werden. Für E-Klausuren sind die Prüfungsvorlagen das richtige Ausgabeformat. Die Zusammenstellung von Fragen kann statisch (manuell) oder dynamisch (per Zufall) erfolgen. Bei der dynamischen Zusammenstellung können prozentuale Anteile verschiedener Zielgruppen oder Aufgabentypen in einem sogenannten Raster angegeben werden. Weiterhin kann eine Gesamtprüfungszeit und eine optionale Zusatzzeit angegeben werden.

Die fertigen Prüfungsvorlagen werden anschließend in das L-PLUS-TestStudio importiert. Hier werden die Teilnehmer hinzugefügt und der Zugriff gesteuert und die Ergebnisse gesammelt. Laut L-PLUS bestehen verschiedene Schnittstellen zur Integration des Testsystems in eine bestehende Infrastruktur. Ohne diese muss ein Administrator nach Ablauf der Prüfung die Ergebnisse aus dem TestStudio exportieren und dem Dozenten zusenden. Ein Einblick in einzelne Klausuren ist auch nur durch den Administrator möglich. Über den Management Server werden die Clients für die E-Klausur zentral gesteuert und unter sicheren Profilen geöffnet.

Großer Vorteil von L-PLUS ist die flexible Gestaltung von Fragen. Auch die Verwaltung der Fragen über Metadaten und Clusterung von Fragen stellt eine praxisnahe Lösung dar.

Codiplan Q[kju:]

Das Unternehmen Codiplan aus Bergisch Gladbach bietet mit Q[kju:] ein System zur Durchführung von E-Klausuren und interaktiven Vorlesungen (<http://www.codiplan.de/home.html>). Das Besondere daran ist, dass Codiplan gewöhnliche Hörsäle für eine E-Klausur mit mobilen Servern, W-LAN Routern und Tablet-PCs ausstattet und somit dem Kunden die Pflege des Systems aus der Hand nimmt. Die Kosten werden über die Anzahl der geschriebenen Klausuren (Teilnehmer) errechnet. Mit der Software Q[kju:] lassen sich von einem Master-PC die Q[kju:] Clients komplett fernsteuern, ähnlich wie bei einer Classroom-Software. Auch Präsentationen können so auf den Clients zentral gesteuert angezeigt werden.

Codiplan betreibt neben den mobilen Servern eine zentrale Installation, auf der die Dozenten ihre Klausuren erstellen können. Die Fragetypen sind nicht ganz so vielfältig. Es gibt Single- und Multiple-Choice Fragen, Freitext, Lückentext sowie Bildmarkierungsfragen (Möbs, 2008). Als Medien können leider nur Abbildungen den Fragen hinzugefügt werden. Das Layout der Fragen ist festgelegt und lässt sich nicht einfach verändern.

Das System bietet die Möglichkeit, Anmeldedaten von Prüfungsverwaltungssystemen wie etwa HIS POS zu importieren. Die Klausur und die Nutzerdaten werden für die Durchführung auf die mobilen Server übertragen. Durch die geschlossene Netzwerkumgebung und die redundanten Server und W-LAN Router wird eine hohe Sicherheit während der Klausur gewährleistet.

Die Klausur wird vom Q[kju:] Master aus auf den Clients gestartet. Die Teilnehmer authentifizieren sich mit Ihrer Matrikelnummer. Es können bis zu vier unterschiedliche Klausuren in einem Raum geschrieben werden. Auf den Screens wird jeweils eine Frage angezeigt, zwischen denen man über Schaltflächen blättern kann. Zusätzlich gibt es eine Übersichtsseite, auf der alle Fragen und deren Status angezeigt wird. Neben *offen* und *beantwortet* gibt es noch den Status *markiert als unsicher*. Es gibt nämlich die Möglichkeit, Fragen mit einer Markierung zu versehen, damit man sich diese gezielt noch einmal anschaut. Dazu bietet Q[kju:] noch eine Art Notizzettel, ein Feld zum Aufklappen, auf dem man mit dem Stift des Tablet-PCs handschriftliche Notizen anfertigen kann. Diese Notizen werden jedoch nicht mit der Klausur bei der Abgabe gespeichert.

Unmittelbar nach der Abgabe der Klausur kann mit Q[kju:] noch eine Befragung durchgeführt werden. So kann man Evaluationen mit einem sehr hohen Rücklauf erzielen. Bei der Befragung werden mehrere Fragen untereinander auf einer Seite angezeigt. Nach Abgabe der Befragung landet der Teilnehmer auf einem Abschluss-Screen und er kann von dieser Seite aus keine weiteren Funktionen des Rechners nutzen.

Auf dem Q[kju:] Master kann der Dozent den Verlauf der Klausur verfolgen. Er sieht, wer bereits abgegeben hat und kann auch zentral die Klausur beenden. Alle Interaktionen der Teilnehmer auf den Clients werden zur Dokumentation mitgeloggt. Nachdem alle Prüflinge abgegeben haben, wer-

den die Clients wieder eingesammelt, die Server heruntergefahren, alles in einem LKW verstaut und der E-Klausur-Raum wird wieder zum normalen Hörsaal. Anschließend werden die Ergebnisse auf die zentrale Plattform übertragen und können dort von den Dozenten bewertet werden. Nach Abschluss der Beurteilung können die Ergebnisse zurück in das Prüfungsverwaltungssystem übernommen werden.

Codiplan bietet einen Rundum-Service für elektronische Klausuren, der einer Institution viel Erleichterung verspricht. Dies hat natürlich auch seinen Preis, welcher sich pro Klausurteilnehmer berechnet. Schade ist, dass die Fragetypen, Gestaltungsmöglichkeiten und Medientypen im Vergleich zu anderen Systemen in Q[kju:] eingeschränkt sind.

Respondus

Respondus ist ein umfangreiches *Offline*-Autorenwerkzeug zur Erstellung von Tests, welche in bestehende Learning Management Systeme wie Blackboard oder ANGEL importiert werden können (www.respondus.com). Der Funktionsumfang von Respondus hängt etwas von dem LMS ab, in das man die fertigen Tests importieren möchte. Respondus hat vor allem in den Vereinigten Staaten eine große Verbreitung. Daher gibt es passend zu über 2400 amerikanischen Lehrbüchern vorbereitete Fragenpools im Respondus-Format.

Die Fragetypen und Formatierungsmöglichkeiten der Fragen in Respondus sind reichhaltig. Fragetypen wie Multiple-Choice, True False, Essay, Short Answer, Matching, Fill-In-The-Blank, Drop-down List sind selbstverständlich. Eine Besonderheit sind Algorithmische Fragen. Mit diesen können durch die Eingabe von Platzhaltern und Formeln variable mathematische Textaufgaben erstellt werden. Weitere optionale Fragetypen wie Jumbled Sentence, Either/Or, File Response, Opinion Scale, Numeric, Quiz Bowl, Fill in Multiple Blanks sind vom genutzten LMS abhängig. Ein Import von Fragen aus MS-Word oder Text-Dateien ist mit Vorschau möglich. Über Wizards können Medien in die Fragen eingebunden werden. Grafiken werden automatisch in ein passendes Format gewandelt. Über die Funktion „Power Edit“ können die Fragen flexibel formatiert werden. Ein HTML- und ein Formel-Editor ergänzen den Funktionsumfang. Alle Medien werden bei Veröffentlichung auf das LMS übertragen. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, Tests für Papierklausuren auszudrucken.

Bevor ein Test veröffentlicht wird, muss der Autor das Ziel-Format zum LMS, eine sogenannte „Personality“, auswählen. Alternativ kann man auch den QTI-Standard wählen, der auf den meisten Plattformen funktionieren sollte (<http://www.imsglobal.org/question/>). Dieser bietet jedoch keine zusätzlichen Funktionen der speziellen Plattformen. Gibt der Autor seine Zugangsdaten zu dem LMS an, kann er in Respondus die zu verknüpfenden Kurse im LMS auswählen. Am besten scheint die Integration in Blackboard, WebCT, ANGEL, Desire2Learn und eCollege zu sein. Der Zugriff auf die Testeinstellungen dieser Systeme ist durch die „Personality“ direkt aus Respondus möglich. Ebenso können aus diesen Systemen Klausurergebnisse ausgewertet und exportiert werden.

Für Blackboard, WebCT und Desire2Learn bietet Respondus einen *LockDown Browser* an. Mit diesem angepassten Browser können bei E-Klausuren Zugriffe auf unerwünschte Informationen und Anwendungen unterdrückt werden. Dazu muss beim Veröffentlichen der Tests die Option „Lock-Down Browser“ ausgewählt werden. Beim Starten des Browsers wird automatisch die Login-Seite des LMS aufgerufen. Die Klausur öffnet sich im Vollbild-Modus und kann nicht minimiert werden. Das Menü und die Toolbar sind bis auf die Funktionen Vor, Zurück, Aktualisieren und Stop ausgeblendet. Ein Wechsel zwischen Anwendungen per Tastenkombination wird unterdrückt. Drucken und Bildschirm-Drucken ist im LockDown Browser nicht möglich. Der Quellcode der Seiten kann nicht angesehen werden. Der Prüfling kann keine URLs selber eingeben. Wird aus einer Frage auf eine

Webseite verlinkt, so werden auf der Zielseite alle weiterführenden Links deaktiviert. Der Prüfling kann den Test nicht vor Abgabe seiner Antworten verlassen.

Respondus ist ein etabliertes Autorenwerkzeug für Online-Tests mit einer großen Nutzergemeinde im amerikanischen Raum. Die Integration in kommerzielle Learning Management Systeme ist gut gelöst. Mit dem Respondus LockDown Browser und einem passenden LMS wie etwa Blackboard lässt sich eine vollwertige E-Klausur Lösung zusammenstellen. Leider fehlt die Möglichkeit, online kollaborativ einen Fragenpool zu erstellen.

Questionmark Perception

Questionmark Perception ist eine umfangreiche Assessment Suite mit einem kompletten Funktionsumfang von der Erstellung, Planung, Verteilung bis zur Auswertung von Tests, Prüfungen, Quizzes und Umfragen (www.questionmark.com). Questionmark hat laut eigenen Angaben über 2500 Kunden weltweit. Den Vertrieb von Perception für Deutschland, Österreich und die Schweiz hat die Firma TELERAT aus Berlin übernommen.

Es gibt für Perception sowohl ein offline Autorensystem für Windows PCs als auch ein Browserbasiertes Autorensystem auf dem Perception Server. Zusätzlich werden Autorenvorlagen für MS-Word und die Möglichkeit des Imports von QTI-konformen Fragen angeboten. Mit dem offline Autorensystem kann der Nutzer lokale Fragen-Datenbanken anlegen und bearbeiten. Es besteht aber auch die Möglichkeit, zusammen mit Kollegen sogenannte Shared Repositories zu bearbeiten. Hier können Administratoren gezielt Rechte für einzelne Autoren oder Gruppen vergeben.

Die 20 Fragetypen von Perception umfassen neben den Standard-Frageformen zusätzliche Besonderheiten wie etwa Adobe Captivate Simulationen, mündliche Antworten, Matrix-Fragen oder auch Flash-basierte Fragen. Die Auswahl ist also sehr groß. Der Autor wird mit einem Question Wizard durch den Erstellungsprozess geleitet. Anschließend kann im Question Editor eine weitergehende Formatierung und Einbindung von Medien und Abbildungen erfolgen. Die einzelnen Items können in Themen-Ordern gesammelt und in einer Themen-Hierarchie sortiert werden.

Aus diesen Fragen werden mit dem Assessment Wizard eine Klausur zusammengestellt. Die Fragen können per Zufall, nach Thema oder einzeln mit der Hand ausgewählt werden. Eine anschließende Bearbeitung der Einstellungen ist im Assessment Editor möglich. Perception unterscheidet zwischen den Modi Exam, Test, Quiz und Survey. Für E-Klausuren ist Exam der richtige Modus. In dem Editor lässt sich der Zugriff auf die Klausur einstellen, etwa in einem bestimmter Zeitraum oder aus einem zertifizierten CIP-Pool. Hier befindet sich auch die Option, dass die Klausur nur mit einem Secure Browser aufgerufen werden kann. Zu den Einstellungen eines Assessments gehören die Eingabe einer globalen Instruktion und eines globalen Feedbacks. Als Besonderheit lassen sich Fragen in Blocks zusammenfassen. Es lassen sich dabei Bedingungen festlegen, mit denen ein adaptives Testen möglich ist. Das Aussehen der Klausur und der einzelnen Fragen werden mit Templates gesteuert. Die Templates kann man mit einem Vorlagen-Editor anpassen.

Eine weitere Besonderheit von Perception ist das integrierte Workflow Management. In einem Workflow-Editor lassen sich Revisionsprozesse planen, Zuständigkeiten vergeben und so den Status einzelner Fragen und die Entwicklung der E-Klausur dokumentieren. Dies erleichtert den Nachweis der Rechtsgültigkeit der E-Klausur und unterstützt den reibungslosen Ablauf bei der Entwicklung des Fragenpools.

Ist die Klausur fertig erstellt, kann auf dem *Perception Server* die Planung des Assessments weitergehen. Hier können Teilnehmer, Gruppen und Termine verwaltet werden. Mit dem Questionmark Web Integrated Services environment (QMWISE) hat der Server die Möglichkeit, Termine und Teil-

nehmer mit anderen Management Systemen zu synchronisieren. Die Teilnehmer und Termine können etwa aus dem Prüfungsverwaltungssystem oder aus einer Veranstaltung im LMS importiert werden. QMWise unterstützt dafür 36 verschiedene Webservices. Zusätzlich bietet Questionmark mit *Connectors* fertig angepasste Schnittstellen zu gängigen Standards und Portalen, darunter zum Beispiel Blackboard, Share Point Portal Server, JSR-168 oder SCORM.

So gibt es für die Veröffentlichung der Klausuren zahlreiche Optionen. Sie können über Internet, Intranet oder Windows-Netzwerke verteilt werden. Eine offline Version der Klausur kann von CD oder lokal auf PCs gestartet werden. Zusätzlich gibt es angepasste Ausgaben für PDA oder als Papierversion.

Zur Durchführung sicherer E-Klausuren gibt es mit *Questionmark Secure Player* einen angepassten Browser. Er bietet die gängigen Funktionen eines Secure Browsers. Klausuren auf dem Perception Server können so eingestellt werden, dass sie nur mit dem Secure Player aufgerufen werden können.

Questionmark Perception ist ein umfangreiches System für E-Klausuren und Befragungen. Durch die Kombination von online und offline Autorensystem und Ausgaben ist das System sehr flexibel. Die vielen Schnittstellen und Servereinstellungen lassen vermuten, dass man die Einrichtung eines Klausursystems mit Perception nicht ohne die Hilfe von Experten von Questionmark bewerkstelligen kann. Mit den nötigen Einstellungen und Anpassungen lassen sich aber gut integrierte Lösungen realisieren.

Rechtliche Aspekte von E-Klausuren

Klausuren werden durch ihre Bewertungs- und Berechtigungsfunktion schnell zum Grund für Beschwerden, Anfechtungen oder sogar Rechtsstreits. Eine schlechte Prüfungsleistung liegt nicht selten in den Augen des Prüflings nicht an seinem eigenen Unvermögen, sondern wird häufig an den Rahmenbedingungen festgemacht. Unfaire Fragestellungen, Fragen, die nicht zum Inhalt der Lehrveranstaltung gehören, missverständene Antworten, unfaire Prüfer – die Beschwerden können vielfältig sein.

Wird nun ein elektronisches System zur Durchführung dieser kritisch hinterfragten Bewertungsprozeduren eingeführt, so bietet dies ganz neue Angriffsflächen zur Verteidigung der vermeintlich ungerecht bewerteten Leistungen. „Das System hat meine Antwort nicht gespeichert“, „Es ist abgestürzt“, „Ich habe nur die schwierigen Fragen bekommen“ – so können etwa die Klagen lauten. Daher sollte schon bei der Planung und Implementierung eines E-Klausur Systems angestrebt werden, die Angriffsflächen so klein wie möglich zu gestalten.

Auf der anderen Seite müssen bei elektronischen Prüfungs- und Prüfungsverwaltungssystemen weitere Aspekte sichergestellt werden. Diese betreffen die Anmeldung zur Prüfung, die Zuordnung von Prüfung zu Prüfling und die Sicherstellung der Identität des Kandidaten.

Anmeldung zu Prüfungen

Sicherstellung der Prüfungsvoraussetzung

Der erste Schritt in Richtung einer rechtssicheren Prüfung liegt in dem Verfahren zur Anmeldung für die Prüfung. Dabei muss zunächst geklärt werden, ob eine Person alle Voraussetzungen mitbringt, um für die Prüfung zugelassen zu werden. Bei einfachen Prüfungen zum Leistungsnachweis des Besuchs von Vorlesungen oder Seminaren sind diese Voraussetzungen meist die regelmäßige Teilnahme an Terminen oder das Halten eines Referats. Bei Zwischen- und Abschlussprüfungen wird in der Regel überprüft, ob die in der Prüfungsordnung festgelegte Anzahl an Leistungsnachweisen vorliegt. Grundvoraussetzung ist zusätzlich, dass der Kandidat eingeschrieben ist und das entsprechende Fach studiert.

Bei Vorlesungen und Seminaren entfällt meist eine gesonderte Anmeldung zur Klausur. Diese geschieht bereits bei der Anmeldung zu der Lehrveranstaltung durch entsprechende Hinweise in der Veranstaltungsbeschreibung. Eine gesonderte Prüfung der Erfüllung von Voraussetzungen, etwa eine abgeschlossenen Zwischenprüfung oder ein Bachelor-Abschluss, wird nur in besonderen Fällen vorgenommen. Diese kann durch Vorlage einer Bestätigung geschehen oder mit Hilfe eines elektronischen Prüfungsverwaltungssystems.

Bei der Zulassung zu Zwischen- oder Abschlussprüfungen eines Studiengangs kommt der Sicherstellung der Voraussetzungen größere Bedeutung zu. Hier haben sich elektronische Verwaltungssysteme seit der Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge an den meisten Hochschulen etabliert, zum Beispiel HIS-POS oder FlexNow. In diesen Systemen werden von den Dozenten die Leistungen der Studierenden eingetragen.

Durch die Speicherung der Anmeldungs- und Prüfungsdaten in einem Verwaltungssystem kann die Sicherstellung der Voraussetzungen zur Anmeldung automatisiert werden. Die Anmeldung zu Veranstaltungen und Prüfungen erfolgt dabei durch den Studenten über das Prüfungsverwaltungssystem. Dort wird das Angebot gefiltert und eine Anmeldung ist nur möglich, wenn die entsprechenden Voraussetzungen erfüllt sind. Es ist offensichtlich, dass ein solches System hohe Sicherheitsanforderungen erfüllen muss. Es muss verhindert werden, dass unbefugte Personen Einstellungen oder etwa Noten verändern oder Daten verloren gehen. Daher ist der Zugang zu Prüfungsverwaltungssystemen streng gesichert. Beim Buchen von Kursen und der Anmeldung zu Prüfungen muss gewährleistet sein, dass es nicht möglich ist, dies unter falschen Namen zu tun.

Authentifizierung und Unterschrift

Bei der traditionellen Anmeldung auf Papier wird die Authentifizierung durch Vorlage eines Personal- oder Studentenausweises vorgenommen. Die Anmeldung wird schließlich durch die Unterschrift des Kandidaten rechtskräftig. Dies ist wichtig, da es einige Prüfungen gibt, bei denen die Anzahl der möglichen Versuche begrenzt ist.

Bei elektronischen Prüfungsverwaltungssystemen muss auf andere Mittel als Personalausweis und Unterschrift zurückgegriffen werden. Hierbei sind zwei Verfahren geläufig, die elektronische Signatur und das PIN/TAN Verfahren.

Elektronische Signatur. Die rechtlichen Bedingungen für eine elektronische Signatur sind in Deutschland im Signaturgesetz [SigG] und in der Signaturverordnung [SigV] festgelegt. Der Ersatz einer Unterschrift auf Papier ist nach § 2 Nr.3 SigG nur mit einer *qualifizierten elektronischen Signatur* rechtskräftig (Hühnlein & Korte, 2006). Die Signatur besteht in diesem Fall aus einer Prüfsumme, einem sogenannten Hashwert, der an die zu signierende Datei angehängt wird. Dieser ist einzigartig und nicht reproduzierbar. Um ihn zu erstellen, benötigt man einen öffentlichen Signaturprüf Schlüssel (Public Key). Dieser ist ein Zertifikat, welches bestätigt, dass ein Signaturschlüssel (Private Key) einer Person gehört und deren Identität bestätigt werden kann.

In der Praxis sieht dies meist so aus, dass man zunächst mit einer Chipkarte einem System mitteilt, dass man die entsprechende Person ist, um schließlich mit einer persönlichen Identifikationsnummer (PIN) das System zu öffnen. Alle Änderungen an dem System wie etwa Anmeldungen zu Prüfungen werden ab diesem Zeitpunkt mit einem Hashwert gegen Veränderung gesichert und sind rechtskräftig.

Genauere technische Details zur Erstellung von elektronischen Signaturen und zur Zertifizierung von Anbietern von Services durch die Bundesnetzagentur können in dem Dokument des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik „Grundlagen der elektronischen Signatur“ gefunden werden (Hühnlein & Korte, 2006).

PIN/TAN Verfahren. Ein weiteres Verfahren wird auch häufig beim Online-Banking verwendet. Hierbei öffnet der Nutzer mittels einer PIN das Portal. Wenn er nun dort eine Aktion vornimmt, wird eine Transaktionsnummer (TAN) verlangt. Diese muss er einer TAN-Liste entnehmen, die er persönlich erhalten hat und sicher verwahren muss. Bei Verlust der TAN-Liste lassen sich die enthaltenen TANs sperren und dem Nutzer wird eine neue Liste erstellt und geschickt. Es gibt auch neuere Ver-

fahren der Zusendung von TANs auf ein registriertes und überprüfetes Mobiltelefon (mTAN). Das PIN/TAN Verfahren wird als nicht ganz so sicher wie die qualifizierte elektronische Signatur angesehen.

Quittung für die Anmeldung

Um den Prozess der Anmeldung auch von der Seite der Prüfungskandidaten abzusichern, ist es notwendig, dass diese eine Quittung für die erfolgte Anmeldung erhalten. Auch dies kann wie früher in Papierform geschehen. Bei elektronischen Quittungen ist wie bei der Anmeldung auch von Seiten des Prüfungsamtes eine qualifizierte digitale Signatur nötig.

Zuordnung von Prüfungen

Anlegen der Nutzer im E-Klausur System

Der nächste Schritt nach der Anmeldephase ist die Vorbereitung des E-Klausur Systems. Dort müssen Accounts für die Prüflinge erstellt werden. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Daten zwischen den Systemen zu transferieren, sowie Benutzernamen und Passwörter zu erstellen.

Die schlechteste und für Fehler anfällige Methode ist das Eintragen der Daten per Hand in eine Transferdatei oder direkt in das E-Klausur System. Diese Methode wird nur dann verwendet, wenn das Prüfungsverwaltungssystem keine Exportmöglichkeit der Anmeldungsdaten besitzt oder die Anmeldung in Papierform erfolgte.

Eine häufig genutzte und praktikable Lösung ist der Export einer Tabelle oder CSV-Datei aus dem Prüfungsverwaltungssystem. Diese Exportdatei kann anschließend, zum Beispiel per vorgefertigter Makros, in eine Importdatei des E-Klausur Systems umgewandelt werden. Dabei sollten die Benutzerkennungen und Passwörter automatisch generiert werden.

Eine optimale Methode wäre der direkte Zugriff des E-Klausur Systems auf die Nutzerdaten des Prüfungsverwaltungssystems, beispielsweise über einen Webservice. Großer Vorteil wäre hierbei, dass die gleichen Authentifizierungsmechanismen wie bei der Anmeldung zur Prüfung greifen würden. Es kann zum Beispiel ein LDAP-Verzeichnis als Nutzerdatenbank für beide Systeme zugrunde gelegt werden. Optimal wäre es dann, wenn das Prüfungsverwaltungssystem für Dozenten die Option „E-Klausur“ anbieten würde, mit der dann automatisch im Klausursystem eine entsprechende Klausurveranstaltung angelegt werden könnte. Zur Zeit ist uns jedoch noch keine Implementation eines solchen Systemverbunds bekannt.

Werden neue Benutzerkonten und Passwörter erstellt, so müssen diese den Klausurteilnehmern mitgeteilt werden. Dabei reicht das Versenden von E-Mails nicht aus, denn es muss davon ausgegangen werden, dass einige der E-Mail-Adressen nicht korrekt sind oder der maximale Speicher voll ist. Man kann die Daten in Papierform postalisch versenden oder zur Abholung im Sekretariat hinterlegen. Ein anderes Vorgehen ist die Verwendung vorhandener Daten wie Matrikelnummer oder „vorname.nachname“ zur Einwahl in das Klausursystem. Dabei ist es dann allerdings notwendig, die Klausur durch ein Passwort zu schützen, welches erst unmittelbar vor der Klausur bekanntgegeben wird.

Um rechtliche Sicherheit herzustellen, ist es wichtig, diesen Prozess zu dokumentieren und mit der Rechtsabteilung abzuklären.

Authentifizierung und Unterschrift

Auch beim Antritt der E-Klausur ist es erforderlich, dass der Prüfling sich authentifiziert. Hier ist auch wieder der optimale Weg über eine Chipkarte mit zertifizierten Nutzerdaten und PIN. Mit diesen Daten könnten auch die fertigen Klausuren rechtskräftig signiert werden.

In der Regel wird jedoch die Vorlage des Personal- oder Studentenausweises zur Authentifizierung genutzt. Die meisten E-Klausur Systeme zeigen auch bei der Bearbeitung einer Klausur den Namen des Prüflings in der Kopf- oder Fußzeile am Bildschirm an. So können Aufsichtspersonen durch die Reihen gehen und überprüfen, ob die richtigen Personen die Klausur schreiben. Dieses Vorgehen ist auch in gewöhnlichen Papierklausuren üblich.

Besteht keine Möglichkeit der elektronischen Signierung, so wird häufig von den Prüflingen eine handschriftliche Signatur auf Papier gefordert. Hier gibt es die Varianten, dass entweder nur eine kurze Erklärung oder ein Ausdruck der kompletten Klausur unterschrieben wird. Sinn der Signatur ist, dass der Prüfling bestätigt, dass er die angezeigten oder gedruckten Antworten tatsächlich so abgeben möchte und sie somit bestätigt. In manchen Systemen wird dies dadurch simuliert, dass die Abgabe mehrfach bestätigt werden muss, bevor die Daten nicht mehr bearbeitet werden können. Dies ist jedoch rechtlich nicht mit einer Unterschrift gleichzusetzen.

Absicherung des Prüfungsverfahrens

Täuschung verhindern

Wie in traditionellen Papierklausuren ist es auch in E-Klausuren notwendig, Täuschungsversuche zu verhindern oder zumindest weitestgehend zu erschweren. Dabei ist genügend Aufsichtspersonal unumgänglich. Der Raum sollte gut einsehbar sein und Wege durch die Reihen für das Aufsichtspersonal bieten.

Die Prüflinge sollten genügend Abstand voneinander haben, um einen sprachlichen oder schriftlichen Austausch zu erschweren. So wird auch die Einsicht des Bildschirms der Nachbarn erschwert. Zusätzlich können die Bildschirme mit einer speziellen Folie versehen werden, sogenannten Privacy Filtern, die den Blickwinkel so einengt, dass jeder nur die Inhalte des eigenen Bildschirms erkennen kann. Alternativ können Sichtblenden um den Bildschirm den Blickwinkel einengen.

Selbst wenn der Blick auf den Bildschirm des Nachbarn möglich wäre, ist dieser bei E-Klausuren doch meist wertlos. Eine zufällige Reihenfolgen der Antwortalternativen, individuelle Reihenfolgen der Fragen oder gar völlig unterschiedliche Klausuren machen das Abgucken von Antworten fast unmöglich. Dadurch, dass für eine E-Klausur meist kein zusätzliches Material vom Prüfling benötigt wird, ist der Arbeitsplatz frei von Blättern oder Stiftmappen. Spickzettel oder Ähnliches können daher nur schwer versteckt werden.

Wie auch schon in dem Kapitel zur Technik beschrieben, sollten das Klausursystem und das Betriebssystem des Client-Rechners Sicherheitsmechanismen gegen Absturz oder unerwünschte Programmzugriffe mitbringen.

Falls ein Betrugsversuch vorliegt, so muss dieser klar nachgewiesen und beweisbar sein. Ebenso ist es zum Beispiel ratsam, bei Flüstern oder Ähnlichem Verwarnungen auszusprechen. So kann man als Prüfer argumentieren, dass man den Kandidaten X mehrfach verwarnt hatte, bevor man ihn der Klausur verwies. Dies alles unterscheidet sich bei der E-Klausur nicht von der traditionellen Klausur.

Anfechtungsgründe ausschließen

Schon im Vorhinein sollten alle Beteiligten überlegen und antizipieren, welche möglichen Anfechtungsgründe eine E-Klausur bieten könnte. So sollte die Stabilität und das Verhalten im Ausfall eines Servers oder Clients unbedingt dokumentiert werden, ebenso, wie die Abläufe von der Anmeldung bis zur Veröffentlichung der Ergebnisse aussehen. Ist hier ein Standard definiert, so können sich die Teilnehmer einzelner Klausuren nicht benachteiligt fühlen. Hier spielen auch die Maßnahmen wie Übungsklausuren und Aufnahme der E-Klausur in die Prüfungsordnung eine große Rolle. Diese werden unter dem Punkt *Prävention* weiter unten behandelt.

Ähnlichkeit zu traditioneller Prüfung erhalten

Viele Anfechtungsmöglichkeiten lassen sich bereits im Vorfeld ausschließen, indem man die Ähnlichkeit zu traditionellen Klausuren bewahrt. So werden E-Klausuren nicht zuhause, sondern in Räumen der Hochschule unter Aufsicht geschrieben. Die Anmeldung und Bestätigung kann dieselbe sein, ebenso der Ablauf während der Klausur. So können unter Umständen Probleme umgangen werden, wenn die E-Klausur nicht automatisch vom System beendet wird, sondern die manuelle Abgabe der Klausur verbal eingefordert wird. Auch eine vollautomatische Auswertung mit Anzeige des Ergebnisses nach der Abgabe ist unter Umständen kritisch. Denn der Dozent hat dann nicht mehr die Möglichkeit, schwierig oder missverständlich gestellte Fragen weniger schwer zu gewichten oder den Notenspiegel anzupassen.

Dokumentation der Klausur

Die Ergebnisse einer E-Klausur müssen archiviert werden, wie es für schriftliche Prüfungen vorgeschrieben ist. Die Archivierungspflicht ist in der jeweiligen Prüfungs- oder Immatrikulationsordnung festgesetzt und beträgt meist fünf Jahre oder sogar noch länger. Bei einer Anfechtung des Ergebnisses muss es möglich sein dem Prüfling Einsicht in seine Antworten und in den Bewertungsschlüssel zu geben. Die Archive können natürlich auf Papier angelegt werden, etwa wenn die Klausuren ohnehin ausgedruckt und unterschrieben werden.

Deutlich ressourcensparender ist die elektronische Archivierung. Hierzu empfiehlt sich eine automatisierte Generierung von PDF-Dateien. Doch diese müssen mit einer Signatur gegen Veränderung gesichert sein. Um eine langfristige Speicherung zu gewährleisten, müssen optische Datenträger regelmäßig kopiert werden. Alternativ ist eine dauerhafte Speicherung in einem Storage Area Network (SAN, http://de.wikipedia.org/wiki/Storage_Area_Network) zu empfehlen.

Um absolut sicherzugehen, werden bei manchen E-Klausuren die einzelnen Interaktionen des Prüflings mit dem Klausursystem als Video oder Screenshot festgehalten. Mit dieser Methode sind alle Verhaltensweisen des Prüflings und des Klausursystems überprüfbar. Dabei fallen eine große Menge an Daten an. Um diese irgendwann wieder löschen zu können, sollte man einen Zeitraum festlegen, bis wann Einsprüche gegen die E-Klausur eingereicht werden können.

Fairness

Häufiger Grund für Widersprüche gegen Klausuren liegen in der Wahrnehmung, unfairen Bedingungen ausgesetzt worden zu sein. Daher sollte versucht werden, die einzelnen Arbeitsplätze möglichst gleich zu gestalten. Gleiche Computer, gleiche Tische, Stühle, Licht- und Klimaverhältnisse sind für alle Arbeitsplätze wünschenswert. Ob der Einfluss dieser Faktoren groß genug ist, um zwi-

schen „bestehen und nicht-bestehen“ zu differenzieren, mag dahingestellt sein. Manche Beschwerden gehen auch in Richtung der Beantwortung von Fragen während der Klausur durch die Aufsicht. Hier gibt es nur zwei Wege. Entweder, man beantwortet alle Fragen und tut dies laut mit Wiederholung der Frage, damit alle die gleichen Informationen haben, oder man beantwortet in der Klausur gar keine Fragen. Hier müssen die Aufsichtspersonen instruiert werden. Problematisch ist, dass bei steigender Anzahl laut vorgetragener Fragen und Antworten die Konzentration aller Teilnehmer beeinträchtigt werden kann. Eindeutig ist die Tatsache, dass die Zusammenstellung der Fragen einen großen Einfluss auf die Ergebnisse hat.

Gleiche Prüfung für alle

Es scheint zunächst als fair, wenn alle Teilnehmer die exakt gleiche Klausur bekommen. Doch ermöglicht dieses Vorgehen wiederum viele Möglichkeiten der Täuschung. Erschwert werden Täuschungsversuche, wenn die Reihenfolge der Antwortalternativen von Fragen gemischt werden. Eine Täuschung durch Abgucken von Antworten wird noch weiter erschwert, wenn auch die Reihenfolge der einzelnen Fragen bei jedem Prüfling variiert. Bei Papierklausuren werden häufig zwei oder drei Varianten einer Klausur erstellt. Diese werden dann beim Austeilen immer abwechselnd vergeben. E-Klausuren bieten dahingehend eine bessere Möglichkeit, Klausuren zu variieren.

Individuelle, gleichwertige Prüfungen

Bei E-Klausuren besteht die Möglichkeit, dass jeder Prüfling seine eigene, individuelle Klausur bekommt. Damit werden Täuschungsversuche durch Einsehen des Bildschirminhalts der anderen Klausurteilnehmer so gut wie ausgeschlossen. Wichtig ist dabei, dass die einzelnen Klausuren dennoch gleichwertig in ihrer Schwierigkeit und Breite des fragten Lernstoffes sind.

Entweder, man strebt bei der Erstellung des Fragepools ausschließlich gleichmäßig schwere Fragen an oder man erstellt mehrere Pools mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden und verschiedenen Wissensgebieten. Eventuell bietet das E-Klausur System eine Möglichkeit, zufällige Zusammenstellungen anhand von Metadaten wie Schwierigkeit oder maximale Punktzahl zu steuern. In jedem Fall ist eine Überprüfung der Schwierigkeit der Fragen mit testtheoretischen Methoden zu empfehlen. Was für den Experten eine leichte Frage darstellt, kann für den Prüfling schon schwer sein.

Auch bei der zufälligen Zusammenstellung von Fragen sollte die Methode zur Absicherung dokumentiert sein. Es sollte dargestellt werden, wie man es erreicht, dass alle einzelnen Fragezusammenstellungen gleichwertig in ihrer Schwierigkeit sind.

Gestaltung des Fragenkatalogs

Neben der Schwierigkeit der Klausuren bietet häufig auch der Inhalt der Fragen Anlass zur Kritik. „Das kam doch gar nicht vor!“, „Das steht so nicht im Skript!“ – Probleme entstehen, wenn von den Prüflingen Unerwartetes verlangt wird. Sie sollten daher bei der Erstellung des Fragepools darauf achten, dass die Lernziele klar definiert und kommuniziert wurden. Für jedes Lernziel sollten dann mindestens zwei Fragen erstellt werden. Schwieriger ist es, sogenannte Transferfragen zu erstellen. Bei diesen wird von den Prüflingen gefordert, das Gelernte auf ein neuen Bereich anzuwenden oder ein Prinzip auf einen neuen Kontext zu übertragen. Natürlich sind solche Fragen erlaubt und auch diagnostisch besonders interessant. Sie sollten diese Fragen jedoch vorher an Mitarbeitern testen und den Studierenden die Möglichkeit geben, diese Art von Fragen in einer Übungsklausur kennen zu lernen.

Prävention

Vertrauen aufbauen

Der meiste Streit um Klausuren, Noten und Punkte kann womöglich durch präventive Maßnahmen verhindert werden. Dozenten sollten schon frühzeitig mit ihren Studenten über die Klausuren sprechen. Dazu ist es nötig, dass sie sich ebenfalls frühzeitig mit der Klausur, dem E-Klausur-System und dem Fragepool beschäftigen. Werden nur vereinzelt E-Klausuren geschrieben, sollte mit den Studierenden darüber gesprochen werden, wie der Ablauf aussieht, was sich im Vergleich zur Papier-Klausur ändert und was gleich bleibt. Es sollte klar werden, dass kein Automat die Beurteilung vornimmt, sondern dass die Noten weiterhin persönlich von dem Dozenten vergeben werden.

Übungsmöglichkeiten bereitstellen

Ein weitere Schritt, um die Unsicherheit gegenüber der ersten E-Klausur zu nehmen, liegt in der Bereitstellung von Übungsmöglichkeiten. Es sollte eine E-Klausur von dem Betreiber des Klausursystems öffentlich zugänglich gemacht werden. Diese muss inhaltlich keinen Bezug zu dem jeweiligen Fach haben. Dabei geht es einzig um die Möglichkeit, die Bedienung der Software zu üben.

Doch mit dieser Übungsmöglichkeit werden nur sehr motivierte Studierende erreicht. Besser ist es, gegen Mitte der Vorlesungszeit eine Übungsklausur durchzuführen. Die kann verpflichtend gemacht werden oder die Möglichkeit für Bonuspunkte eröffnen. So erreicht man alle Teilnehmer und kann dann noch vor dem „Ernstfall“ Probleme klären. Auch aus didaktischen Gesichtspunkten ist eine Übungsklausur sinnvoll.

Persönliche Betreuung vor Rechtsstreit

Wird trotz allem von einem Prüfungsteilnehmer Einspruch gegen sein Testergebnis erhoben, so lässt sich meistens ein gerichtlicher Rechtsstreit vermeiden. Persönliche Gespräche mit dem Dozenten können die Bewertung offen legen und der Student kann Einsicht in seine Klausur erhalten. In Treffen mit den Betreibern des E-Klausur Systems können die Abläufe bei der Erstellung, Durchführung und Auswertung der E-Klausur dargestellt werden. Diese sollten, wie bereits erwähnt, dokumentiert und mit dem Prüfungsamt oder der Rechtsabteilung abgesprochen sein. Mit solchen persönlichen Gesprächen können die meisten Rechtsstreits verhindert werden. Sollte ein Einspruch sich als berechtigt herausstellen, so sind Korrekturen, mündliche Prüfungen oder eine Wiederholungsklausur passende Lösungsangebote.

Frühzeitige Anpassung der Bestimmungen

Grundlage der Prüfungen sind die Prüfungsordnungen. Dabei gibt es für jeden Studiengang einer Hochschule eine eigene Prüfungsordnung. Zusätzlich gibt es an manchen Hochschulen eine allgemeine Prüfungsordnung. In einer solchen Prüfungsordnung gibt es in der Regel einen Paragraphen zu schriftlichen Prüfungen oder Klausuren. Dort wird meist beschrieben, mit welchem Ziel eine Klausur geschrieben wird, wie lange eine Klausur dauern darf, wie die Aufsicht gestaltet sein soll, wie die Auswertung abläuft und wann die Ergebnisse veröffentlicht werden. All diese Regeln gelten auch für die E-Klausur.

Solange in einer Prüfungsordnung nicht explizit aufgeführt wird, dass Klausuren mit dem Stift auf Papier geschrieben werden sollen, spricht von dieser Seite nichts gegen die elektronische Umsetzung einer Klausur. Doch um alle Zweifel auszuschließen, sollten in dem Absatz zu Klausuren ein Zusatz wie „... und können in elektronischer Form erfolgen.“ hinzugefügt werden.

Änderungen an Prüfungsordnungen sind nicht immer leicht durchsetzbar. Es handelt sich zwar nur um einen kleinen Zusatz, dennoch ist der Amtsweg eines Änderungsantrags lang und schwierig. Daher sollten die zentralen Stellen, die an den Bewilligungsverfahren beteiligt sind, darüber informiert werden, dass bei neuen Anträgen die Klausel zu E-Klausuren mit eingefügt werden. Ist eine allgemeine Prüfungsordnung für einen ganzen Fachbereich oder eine ganze Hochschule vorhanden, sollte man dort eine Änderung anstreben.

Bis die E-Klausur-Klausel durchgesetzt und wirksam ist, dauert es dann noch eine ganze Weile. Die Ordnung gilt häufig erst für die Studierenden, die unter der neuen Ordnung ihr Studium begonnen haben. Also lieber frühzeitig die Anträge stellen!

In diesem Kapitel haben wir verschiedene Sichtweisen auf die rechtlichen Aspekte von E-Klausuren dargestellt. Fragen der Rechtsverbindlichkeit, Fairness, Sicherheit, Prävention und Prüfungsordnung wurden ausgeführt. Rechtliche Probleme lassen sich verhindern, indem man Anmeldung und Klausur (elektronisch) signieren lässt, das System und den Ablauf prüft und dokumentiert, Täuschungsversuche unterbindet, faire Fragen und Klausuren stellt und am besten die Prüfungsordnung im Voraus geringfügig anpasst.

In Folgenden möchten wir Ihnen von ausgewählten Beispielen realer E-Klausur Szenarien an deutschsprachigen Hochschulen berichten.

Beispiele aus der Praxis

In dem folgenden und letzten Kapitel unseres Dokuments soll ein Einblick in die Praxis beim Einsatz von E-Klausuren an Hochschulen vermittelt werden. Dabei werden insbesondere die Schritte zu einer passenden Infrastruktur und die Abläufe im Betrieb dargestellt. Die Beispiele stehen hier stellvertretend für eine Reihe von Projekten, die zur Zeit mit dem Ziel der Einführung von E-Klausuren an verschiedenen Hochschulen laufen. Eine vollständige Übersicht aller Aktivitäten im deutschsprachigen Raum würde den Rahmen dieses Dokuments sprengen. Die folgenden Beispiele wurden aufgrund unserer Kenntnis von Details oder ihres Umfangs ausgewählt.

E-Klausur System Justus-Liebig-Universität Gießen

Den Kern des E-Klausur Systems der JLU Gießen bildet die Open-Source Lernplattform ILIAS (siehe Kapitel *Systemlösungen*). ILIAS wird in einem E-Learning Server-Cluster bestehend aus zwei Load-Balancern, sieben Webservern und zwei Datenbank-Servern im Hochschulrechenzentrum der Universität Gießen gehostet. Die Gelder für den Aufbau der technischen Infrastruktur des E-Learning Clusters wurden 2007 vom Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst zur Verfügung gestellt. Das E-Learning Cluster sorgt neben der k-MED Lernplattform (<http://www.k-med.org>) und dem E-Klausur System für den stabilen Betrieb des ebenfalls auf ILIAS basierenden Learning-Management-Systems der hessischen E-Learning Projekte in der Sportwissenschaft (HeLPS, <http://www.helps-hessen.de/>).

k-MED, Philipps-Universität Marburg

Das medizinische Verbundprojekt hessischer Universitäten k-MED (Knowledge in Medical Education, <http://www.k-med.org>) wurde 1999 mit einer Förderung des Hessischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst (HMWK) ins Leben gerufen. Ziel des Projektes ist die Unterstützung der medizinischen Lehre durch den breiten Einsatz von E-Learning Technologien. Ab dem Jahr 2001 bis 2004 erfolgte eine umfassende Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Förderprogramms *Neue Medien in der Bildung* (<http://www.medienbildung.net/>). Seitdem erfolgte eine Finanzierung durch Landesmittel, die bis zum Ende des Jahres 2009 sichergestellt ist.

Seit 2003 wird in k-MED ein E-Klausur Dienst angeboten, der bis heute vor allem vom Zentrum für Radiologie der Philipps-Universität Marburg intensiv genutzt wird. Die Einbindung qualitativ hochwertiger Bilder ist insbesondere bei strahlendiagnostischen Fragestellungen von großem Vorteil. Heute sind es noch zusätzlich die Abteilung für Allgemeinmedizin und der Studiengang Physiotherapie, die regelmäßig E-Klausuren über das k-MED System abwickeln.

Da an der Philipps-Universität in Marburg bisher kein spezielles Testcenter zur Durchführung von E-Klausuren bereit steht, werden für diesen Zweck zwei PC Räume des Fachbereichs Mathematik und Wirtschaftswissenschaften mit jeweils ca. 40 PC Arbeitsplätzen, sowie ein Computerraum des Rechenzentrums Marburg mit ca. 20 PCs genutzt. Aktuell ist der Ausbau der Zentralen Medizinischen Bibliothek (ZMB) in Planung. Mit ihren insgesamt 120 Arbeitsplätzen soll die ZMB für einen begrenzten Zeitraum am Ende des Semesters mit Hilfe von Laptops in ein Testcenter für E-Klausuren verwandelt werden.

Die Prüfungsfragen und die Klausuren werden von den Lehrenden der Medizin in ILIAS erstellt. Die Excel Listen mit den Prüflingen werden entweder vom Dekanat der Medizin zusammengestellt oder aus den virtuellen Veranstaltungen der k-MED Lernplattform exportiert. Nachdem die Prüflinge per Excel in das System importiert wurden, kann die E-Klausur entweder automatisch vom System oder per Hand für den Prüfungstermin freigeschaltet werden. Die Arbeitsrechner werden vom Aufsichtspersonal hochgefahren und der *Safe Exam Browser* (siehe Kapitel *E-Klausur Systemlösungen*) verbindet sich mit der Startadresse des E-Klausur Systems. Die Prüflinge können sich nun nach der Bekanntgabe des gemeinsamen Passworts mit Ihrem persönlichen Account, der aus *vorname.nachname* besteht, in ILIAS einloggen. Während der Klausur überprüfen die Aufsichtspersonen anhand des Lichtbild-Ausweises und dem im Klausursystem angezeigten Namen die Identität des Prüflings. Damit wird verhindert, dass sich eine Person unter einer anderen Identität Zugang zur Klausur verschafft.

Der *Safe Exam Browser* verhindert die Ausführung anderer Programme oder Internetseiten und lässt sich nur durch eine Tastatur-Kombination schließen, die ausschließlich dem Aufsichtspersonal bekannt ist und für jede Klausur geändert werden kann. Ein spezieller ILIAS Skin sorgt mit einer eingeschränkten Navigation dafür, dass nur die gewünschte Klausur durchgeführt werden kann. Fehlbedienungen wie das verfrühte Ausloggen oder Verirren in der Lernplattform werden dadurch ausgeschlossen. Nach der Bearbeitung der E-Klausur bekommen die Nutzer zur eigenen Kontrolle eine Fragenübersicht mit ihren Antworten präsentiert und werden vor der Abgabe darauf hingewiesen, dass sie mit der Abgabe die Richtigkeit ihrer Angaben bestätigen. Nach der Abgabe wird der Prüfling nach fünf Sekunden automatisch ausgeloggt und der nächste Nutzer kann sich am System anmelden. Einige der Lehrenden nutzen die Prüfungssituation zur Vorlage kurzer elektronischer Umfragen, die der Veranstaltungsevaluation oder Qualitätssicherung des E-Klausur Systems dienen. Die Umfragen werden zwischen der Klausurabgabe und dem automatischen Ausloggen eingeblendet. Evaluationen haben deutlich gemacht, dass die Akzeptanz des E-Klausur Verfahrens bei den Studierenden sehr hoch ist (Glowalla, 2005).

Eine ILIAS Erweiterung sorgt für die Erstellung eines PDF-Archivs mit allen Klausuren, das sich die Lehrenden über einen gesicherten Bereich herunterladen können. Mit Hilfe eines Java-Tools lassen sich die archivierten Klausuren nach Metadaten wie Namen des Prüflings oder der Klausur durchsuchen und ausdrucken. Anhand eines SHA-1 Schlüssels (<http://de.wikipedia.org/wiki/SHA-1>), lässt sich jederzeit nachweisen, dass es sich um das unveränderte Originaldokument handelt.

Pro Semester werden bisher ca. 500-700 Klausuren im Fachbereich Medizin der Universität Marburg elektronisch durchgeführt und es ist abzusehen, dass durch den Umbau der Zentralen Medizinischen Bibliothek die Zahl in Zukunft noch deutlich steigen wird.

Einstufungstest Spanisch, Zentrum für interdisziplinäre Lehraufgaben – Referat

Fremdsprachen

Auch an der JLU Gießen wird das eigene E-Klausur System genutzt. So führt das Referat Fremdsprachen des Zentrums für interdisziplinäre Lehraufgaben (ZIL) Einstufungstests für Spanisch Kurse mit dem System durch. Diese Tests werden dazu genutzt um zu entscheiden, welches Sprachniveau ein Anwärter hat und welcher Kurs von der Schwierigkeit dazu passen würde. ILIAS bietet dafür die passende Möglichkeit, Lückentexte und andere Fragetypen mit Audiodateien zu versehen. Auch für die Vergabe der Termine, an denen die Tests vor Ort stattfinden, wird das Klausursystem genutzt. Der Computerpool des ZIL bietet nur acht Arbeitsplätze. Daher werden in ILIAS etwa zwanzig bis dreißig Lehrveranstaltungen mit einer maximalen Teilnehmerzahl von acht Personen angelegt. Hat sich ein Teilnehmer in eine dieser Veranstaltungen eingeschrieben, findet er eine Umfrage, in der er seine Spanisch-Kenntnisse anhand von drei Fragen selbst einschätzen soll. Auf der Basis dieser Einschätzung werden die Teilnehmer den Tests in drei verschiedenen Schwierigkeitsstufen zugeordnet.

Das Besondere hierbei ist, dass jeder Teilnehmer eine individuelle Klausur erhält. Es existieren vier Arten von Fragen in drei Schwierigkeitsstufen. Diese sind C-Test, Multiple-Choice, Lückentext und Wortgeländer. Zusätzlich gibt es für zwei Schwierigkeitsstufen Tests zum Hörverstehen. Insgesamt wurden für die Sprachtests 14 Fragepools mit jeweils etwa 20 Fragen angelegt. Aus diesen Pools werden für jeden Prüfling per Zufall jeweils eine Frage pro Fragentyp aus den Pools in ihrer angestrebten Schwierigkeit zusammengestellt. Einige der Antworten müssen nach der Abgabe von Tutoren und Tutorinnen manuell ausgewertet werden. Die Teilnehmer erhalten nach wenigen Tagen eine E-Mail mit der Bestätigung der Anmeldung für den jeweiligen Sprachkurs. Pro Semester werden so zwischen 100 bis 300 Einstufungen vorgenommen.

Obwohl an der Universität Gießen ein System für die Durchführung von E-Klausuren existiert, nutzen nur sehr wenige diese Möglichkeit. Dies liegt vor allem an den fehlenden Räumlichkeiten, durch die eine Effizienzsteigerung bei der Abnahme von Prüfungsleistungen erst möglich wäre.

Testcenter Universität Bremen

Das Zentrum für Multimedia in der Lehre (ZMML) der Universität Bremen bietet bereits seit dem Wintersemester 2004/2005 einen zentralen Service zur Durchführung von E-Assessments an. Die Finanzierung fußte dabei auf den Drittmittelprojekten des BmBF *eExamination im Bildungsnetzwerk Bremen* und der Landesförderung „INFORM“ mit dem Teilvorhaben *Multimedia im Massenstudengang – Qualitätsverbesserung und Rationalisierung der Lehre im FB07* (Bücking, Schwedes & Laue, 2007). Mit der Firma L-PLUS aus Bremen wurde ein langfristiger Kooperationsvertrag geschlossen (bis Ende 2009), in dem sich die Universität Bremen zur intensiven Nutzung, Erforschung und stetigen Austausch verpflichtet und im Gegenzug das L-PLUS System kostenfrei nutzen kann.

Die ersten E-Klausuren fanden in Veranstaltungen aus den Wirtschaftswissenschaften statt. Ein Jahr später kamen Veranstaltungen aus der Erziehungswissenschaft und der Produktionstechnik hinzu. Die E-Klausuren wurden zunächst in bis zu sieben verschiedenen kleineren Computer-Pools parallel im Schichtbetrieb geschrieben. Diese befanden sich verteilt über mehrere Gebäude auf dem Campus. Diese Vorgehensweise beanspruchte einen großen organisatorischen Aufwand und zahlreiche Aufsichtspersonen. Dennoch wurden pro Semester um die 2000 Prüfungsleistungen erhoben. Im

Wintersemester 2006/2007 wurde der Service durch neue Drittmittel aus Bundes- und Landesförderung weiter aufrecht erhalten und ausgebaut.

Doch es wurde deutlich, dass sich etwas an den räumlichen Bedingungen ändern musste, um die stetig steigende Anzahl an Prüfungen effizient zu bewältigen. So wurde bei der DFG die Förderung eines zentralen Testcenters über das Computer-Investitions-Programm (CIP) nach dem Hochschulbauförderungsgesetz (HBFG) beantragt. Zusätzlich gab es für die Uni Bremen die Möglichkeit, ein ehemaliges Gebäude der Bibliothek umzubauen. Somit waren die Bedingungen für das erste große universitäre Testcenter Deutschlands geschaffen. Im Dezember 2007 wurde das Testcenter der Uni Bremen eröffnet. Bereits im ersten Semester nach der Eröffnung würden über 4500 Prüfungsleistungen für 17 Lehrveranstaltungen erhoben. Dabei wurden noch keine Dozenten aktiv zur Durchführung von E-Klausuren angesprochen.



Abbildung 5. Grundriss des Testcenters Bremen.

Das Gebäude besitzt ein Stockwerk, dessen Grundriss in Abbildung 5 zu sehen ist. Man betritt das Gebäude über einen Vorraum, in dem sich eine Anmelde-theke befindet. Auf der rechten Seite gibt es zwei Zugänge zum Hauptraum, auf der linken Seite einen Zugang zu den Sanitäranlagen. Gegenüber des Eingangs befindet sich ein Notausgang. Der Hauptraum misst etwa 17 mal 17 Meter. Dort befinden sich in vier Doppelreihen 120 Arbeitsplätze mit PCs. Die PCs sind mit einem 19" TFT-Bildschirm, Maus und leiser Tastatur, Headset und Webcam ausgestattet. Die PCs sind so klein, dass sie direkt hinter dem Bildschirm montiert werden konnten. Damit bleibt die Beinfreiheit erhalten und ein versehentliches Ausschalten des Rechners wird verhindert. Der Raum ist mit drei Beamern,

einer Sound-Anlage und einer Multimediasteuerung ausgestattet. Weiterhin stehen zwei Drucker und zwei Scanner zur Verfügung.

Auf der rechten Seite des Hauptraumes sind drei kleine Räume für die Technik und das Personal abgetrennt. In einem Technikraum befinden sich weitere zehn PCs für den Austausch im Falle eines Defekts. Von diesem Raum gelangt man in den Serverraum. Zur Zeit werden dort acht Server betrieben: ein Webserver mit dem Prüfungssystem, ein weiterer Webserver mit dem Prüfungssystem als Replacement Server für die Ausfallsicherheit und als Testumgebung, ein Management Server für die Client PCs, Zwei Datenbankserver, ein Server für Backups, ein Server für Übungsklausuren und einer für die Firewall. Alle Server sind mit einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) ausgestattet. Ein weiterer Technikraum bietet Platz für das Servicepersonal.

Für den Umbau des Gebäudes mit Klimatisierung, neuem Boden, Verkabelung, Schließ- und Alarmanlage investierte die Uni Bremen ca. 300.000 Euro. Die IT Ausstattung wurde von der DFG mit 315.000 Euro finanziert (Schwedde, 2008). Seit März 2008 werden von der Universität zwei halbe Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter zur Aufrechterhaltung des Betriebs des Testcenters finanziert. Eine weitere Stelle wird zur Zeit noch zusätzlich aus Drittmitteln gefördert. Diese wird benötigt, um das umfangreiche Serviceangebot weiterhin anbieten zu können. Neben dem Betrieb des Testcenters, der technischen Betreuung und der Administration der Prüfungssoftware werden den Fachbereichen weitere Dienstleistungen angeboten. So wird für die Erstellung von Fragenkatalogen Unterstützung bei der Digitalisierung und Qualitätssicherung angeboten. Autoren und Editoren werden geschult und Revisionen angefertigt. Um die Abläufe bis zur fertigen E-Klausur zu optimieren, wurde vom ZMML ein Testcenter Management Tool entwickelt. Zusätzlich werden Checklisten, Leitfäden und Templates für Prüfungsfragen zur Verfügung gestellt. Weiterhin gibt es das Angebot, Prüfungs- und Fragenstatistiken zu erstellen. Sollte im Laufe der Zeit die Drittmittel-Stelle nicht weiter finanziert werden, so müssen diese Angebote in Zukunft auf das Nötigste reduziert werden. Ein Teil der Betriebskosten kann durch Vermietung des Testcenters an externe Ausbildungsinstitute refinanziert werden.

Die Anmeldungsdaten zu den E-Klausuren bekommen die Administratoren des Testsystems aus der Prüfungsverwaltung im RTF-Format. Diese müssen dann in eine CSV-Datei gewandelt werden. Ebenso werden die Ergebnisse der Klausuren aus dem Testsystem exportiert und in das Prüfungsverwaltungssystem übertragen. Es wird zur Zeit daran gearbeitet, die beiden Systeme mit einer Schnittstelle zu verbinden, um die Arbeit und Fehleranfälligkeit beim Transfer der Daten zu minimieren.

Die PCs im Testcenter werden von dem Managementserver aus gemeinsam gestartet. Das Betriebssystem, Windows XP, wird unter einem angepassten Benutzerprofil gestartet. Der Klausur-User hat keinerlei Zugriffsrechte auf das Dateisystem oder Anwendungen. Falls eine Anwendung für die Klausur benötigt wird, so können vor dem Starten zusätzliche Rechte in das Profil aufgenommen werden. Inzwischen besteht bereits eine kleine Sammlung solcher angepasster Profile. Bei einer E-Klausur öffnet der Internet Explorer die Login-Seite des Testsystems per Autostart im Kiosk-Modus. Zusätzlich wird häufig die Verbindung des Netzwerks zum Internet an der Firewall unterbrochen. Der Prüfling kann an dem Rechner also nichts weiter machen, als sich in das System einzuloggen und die Klausur zu schreiben. Als Login werden die Matrikelnummern verwendet. Die Klausuren werden mit dem L-PLUS Testsystem geschrieben (siehe Kapitel *E-Klausur Systemlösungen*). Wenn die Klausur läuft, wird anhand des Personalausweises und dem Namen auf dem Bildschirm die Identität der Teilnehmer überprüft. Zusätzlich zur Speicherung der Klausurdaten im SAN werden die Antworten und Kommentare der Teilnehmer für die Dozenten auf DVD gebrannt.

Die Mitarbeiter des Projekts eAssessment sind sehr strukturiert an die Aufgabe der Betreuung der E-Klausuren herangegangen. Sie haben sechs Arbeitspakete identifiziert und die Aufgaben an sechs verschiedene Rollen vergeben. Für jedes Arbeitspaket wurden zeitliche Abfolgen und die Verteilung der Aufgaben definiert. Neben den Checklisten und Tabellen entstanden so Gantt-Diagramme zur Übersicht über die Arbeitsschritte und Planung (Bücking, Schwedes & Laue, 2007). Zusätzlich wurde ein Risikomanagement eingeführt, bei dem Problemfelder identifiziert, Risiken klassifiziert, Konsequenzen und Wahrscheinlichkeiten kalkuliert und Maßnahmen zur Risikovermeidung und -minimierung definiert wurden. Die so erfassten Risiken und Probleme wurden den Arbeitspaketen und Rollen zugeordnet und den jeweiligen Personen kommuniziert. Tritt in Zukunft ein neues Problem auf, so wird es für die Zukunft in das Risikomanagement mit aufgenommen.

Weitere Schritte zur Etablierung des Services sind geplant (Bücking, 2008). Dabei geht es um die Ausweitung des Serviceangebotes mit Schwerpunkt auf die Prüfungsdidaktik. Es ist geplant, die elektronische Durchführung von Klausuren in die Prüfungsordnungen zu integrieren. Neben den Abschlussprüfungen sollen auch Einstufungstests und semesterbegleitende Übungen durchgeführt werden. Schließlich sollen auch neue Prüfungsformen wie On-Demand-Assessment oder Videoessays erprobt werden.

Johannes Gutenberg-Universität Mainz

An der Universität Mainz wurde im Jahr 2002 ein Rahmenkonzept zur Versorgung mit Informations- und Kommunikations-Technologie verabschiedet (Preuß, 2002). Ein Punkt dieses Konzeptes betraf die Einführung von E-Learning-Technologien, unter anderem für E-Klausuren. Wie an anderen Universitäten ist durch die Modularisierung der Studiengänge für Bachelor- und Master-Studiengänge die Einführung von E-Klausuren forciert worden. Initiator für eine zentrale Förderung war hierbei der Vizepräsident Prof. Dr. Preuß. Unterstützung bekam er dabei vom Senatsausschuss für Datenverarbeitung. So entschied schließlich die Hochschulleitung die Förderung eines E-Klausur-Programms. Insgesamt investierte die Universität Mainz in den letzten vier Jahren 1,35 Millionen Euro in E-Learning, davon 800.000 Euro in die Hardware und Infrastruktur (Beyreuther, 2008). Seit der universitätsweiten Einführung von E-Klausuren im Jahr 2006 wurde für Hardware und Personal etwa 335.000 Euro investiert. Dabei ist aber zu beachten, dass die Hardware auch für andere Zwecke genutzt wird, etwa für Schulungen oder als normale Arbeitsplätze für Studenten.

Neben der finanziellen Unterstützung wurde von der Abteilung Studium und Lehre eine *Muster-Prüfungsordnung* für Bachelor-Studiengänge erarbeitet (Johannes-Gutenberg-Universität, 2008). Dort wird als Prüfungsform E-Klausuren nun explizit erwähnt. Dabei wird darauf hingewiesen, dass die E-Klausuren eindeutig den Teilnehmern zugeordnet werden müssen. Weiterhin sind klare Regelungen für Multiple-Choice Fragen getroffen worden, die nicht nur E-Klausuren betreffen.

Die Investitionen scheinen sich gelohnt zu haben. Inzwischen werden etwa 10-15% aller Prüfungen an der Uni Mainz elektronisch durchgeführt. Zur Zeit werden in etwa 40 Fächern E-Klausuren geschrieben, circa 7000 Prüfungsleistungen pro Semester. Im Sommer 2008 wurde die 25.000ste Prüfung absolviert. Damit steht die Uni Mainz zumindest zahlenmäßig an der Spitze der E-Klausur Bewegung in Deutschland.

Für die E-Klausuren wird das zentrale Learning Management System *ILIAS* genutzt (Wetter, 2008). Die Betreuung und das Hosting des Systems übernimmt das Zentrum für Datenverarbeitung (ZDV) der Uni Mainz. Dort wurden auch einzelne Codeanpassungen von ILIAS durchgeführt. ILIAS wird an

der Uni Mainz zur Zeit auf 5 Webservern gehostet, ein Server liefert die Datenbank und ein File-Server-Cluster speichert die Inhalte und Mediendateien. Es ist geplant, mit einem weiteren Datenbankserver ein vollständig redundantes System einzuführen. Als Service bietet das ZDV technische Unterstützung bei Einrichtung und Betrieb von PC-Pools in den Fachbereichen sowie eine personelle Betreuung rund um E-Klausuren.

Im Gebäude des ZDV stehen in sieben Räumen insgesamt 230 Arbeitsplätze zur Verfügung. Zusätzlich wurden in den letzten Jahren Räume anderer Fachbereiche zu Computerpools umgebaut. Ein Hörsaal der Geografie wurde mit 84 PCs ausgestattet, im Philosophikum wurde ein Hörsaal mit 64 PCs versorgt. Im Jahr 2009 ist geplant, Arbeitsräume des Fachbereichs Recht und Wirtschaft mit insgesamt 150 Arbeitsplätzen auszustatten. Zusätzlich sollen 60 Notebooks angeschafft werden, mit denen normale Hörsäle in Prüfungsperioden für E-Klausuren ausgestattet werden können.

Um bei E-Klausuren *Täuschungsversuche* zu verhindern, werden in den PC-Clustern Nutzerprofile mit eingeschränkten Rechten eingerichtet. Dieser verhindert einen Zugriff auf das Dateisystem der PCs und die Nutzung des Internets. Die E-Klausuren können nur unter diesem speziellen User aufgerufen werden. Zusätzlich sind die Klausuren in ILIAS mit einem Passwort versehen, welches erst im Klausorraum bekannt gegeben wird. Für die Klausuren werden in ILIAS Gruppen eingerichtet. So werden diese vor unbefugtem Zugriff geschützt. Um dies alles zu gewährleisten, erhalten die Dozenten eine umfassende Schulung zur Klausurerstellung und den Einstellungen in ILIAS. Für den Notfall ist zur Klausur immer ein Mitarbeiter des ZDV mit vor Ort. Dieser kann zum Beispiel mit einem speziell entwickelten Skript die Bearbeitungszeit für die Klausur einer Person verlängern, falls technische Probleme einen Wechsel des PCs verlangen.

Die eindeutige *Zuordnung* von Klausur zu Prüfling wird bei E-Klausuren an der Uni Mainz folgendermaßen gewährleistet. Der Account in ILIAS beinhaltet persönliche Daten wie Name und Matrikelnummer. Diese können mit dem Studenten- oder Personalausweis von der Klausuraufsicht geprüft werden. Hat ein Student alle Fragen beantwortet, so bekommt er zur Kontrolle einen PDF-Ausdruck mit allen Fragen und Antworten angezeigt. Ist er mit einer Antwort nicht zufrieden, so kann er – im Rahmen der zulässigen Bearbeitungszeit – beliebig oft zurück zu der jeweiligen Frage springen und seine Antwort ändern. Im Kopf des PDF-Ausdrucks wird eine persönliche Klausurnummer und die Zeit angezeigt. Dies ist eine weitere Anpassung, die an ILIAS vorgenommen wurde. Die vierstellige persönliche Klausurnummer und die Abgabezeit muss der Prüfling nun auf einem Beiblatt mit einem Stift notieren. Dann kann er die Klausur elektronisch abgeben. Auf dem Beiblatt muss der Prüfling nun noch seinen Namen, Benutzernamen und das Datum angeben. Dann muss er die Daten unterschreiben. Nun ist es möglich, die Klausurnummern auf den PDF-Dateien mit denen auf den Beiblättern zu vergleichen.

Durch die Anpassbarkeit der Open-Source Software ILIAS konnten die Mitarbeiter des ZDV spezielle Anforderungen einzelner Fachbereiche erfüllen. Zum Beispiel wurden für die Sprachwissenschaften eine Möglichkeit zum Einfügen von phonetischen Sonderzeichen in Antwortfelder entwickelt. Bei den Fragetypen wurde auf die Möglichkeiten von ILIAS aufgebaut und zusätzlich noch selbst erweitert. Für Bildmarkierungsfragen wurde die Funktion geschaffen, dass mehrere Stellen als korrektes Ziel markiert werden können. Für die Mathematik wurde von einem Mitarbeiter der Chemie eine Java-Applet-Frage entwickelt, mit der komplexe Textaufgaben mit Wertebereichen und Formeln umgesetzt werden können.

E-Klausur Wiki

Dieses Dokument kann nur einen Einblick in das komplexe Thema E-Klausuren bieten. Gerade im Bereich der Systeme oder der Praxisbeispiele konnten wir hier nur einen kleinen Ausschnitt darstellen. Um stets aktuelle Informationen zu liefern, bietet das Internet bessere Möglichkeiten, als ein Dokument wie dieses. Daher haben wir schon während der Planungsphase zu dieser Dokumentation ein Wiki-System aufgesetzt, in dem die Gemeinschaft der E-Klausur Nutzer und Entwickler gemeinsam an einer Wissensbasis arbeiten können (siehe Abbildung 6).

Das E-Klausur Wiki finden Sie unter der URL <http://wiki.uni-giessen.de/eklausur>. Wir haben die Kapitel im Vorfeld grob angelegt. Die Struktur entspricht dabei der dieser Dokumentation. Einige Abschnitte haben wir in das Wiki übertragen. Alles weitere soll durch Beiträge der Gemeinschaft wachsen. Wir haben bereits einige Personen als Autoren angemeldet. Falls Sie ebenfalls Interesse haben, an dem Wiki mitzuschreiben, schicken Sie uns eine E-Mail und wir legen Ihnen einen Account an.

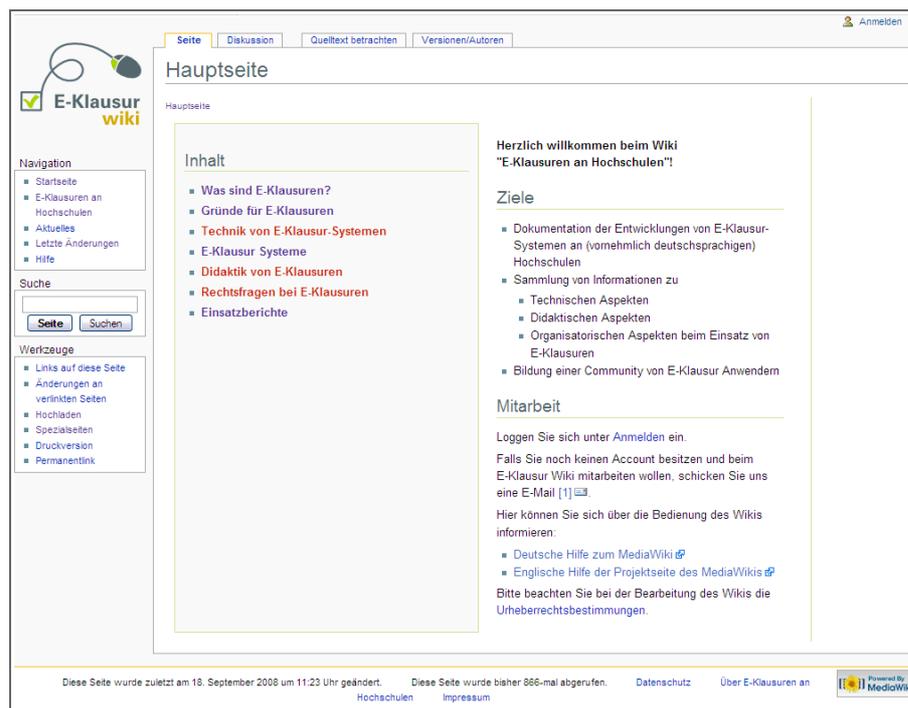


Abbildung 6. Startseite des E-Klausur Wikis.

Vielen Dank für Ihr Interesse an E-Klausuren an Hochschulen. Wir hoffen, wir konnten Ihnen einen Einblick in die Planung und Durchführung von E-Klausuren geben und Ihre Motivation wecken, auch an Ihrer Hochschule elektronische Prüfungen zu fördern und einzuführen.

Literatur

- Andersson, J. R. (1976). *Language memory and thought*. Hillsdale, Erlbaum.
- Beyreuther, Angelika (2008). E-Learning – „ILIAS“ korrigiert Klausuren. *Fachbuchjournal*. URL: <http://www.fachbuchjournal.de/journal/node/29>. (Aufruf 01.2009).
- Bücking, Dr. J., Schwedes, K. & Laue, H. (2007). Computergestützte Klausuren an der Universität Bremen. L-PLUS Erfahrungsberichte. URL: http://www.lplus.de/lplus.de/content_downloads/uni_bremen_eklausuren.pdf (Aufruf 01.2009).
- Bücking, Dr. J. (2008). Organisation elektronischer Prüfungen an der Universität Bremen. Vortrag auf dem HIS-Workshop „Elektronische Prüfungen an Universitäten“ vom 06.11.2008. URL: https://www.zait.uni-bremen.de/~buecking/Organisation_eAssessment/Organisation_eAssessment_v2.camrec.html. (Aufruf 12.2008).
- Bundesministerium für Justiz (1996). Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten (Bildschirmarbeitsverordnung – BildscharbV). URL: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bildscharbv/gesamt.pdf>. (Aufruf 02.2009).
- Codiplan Homepage. URL: <http://www.codiplan.de/home.html>. (Aufruf 12.2008).
- E-Klausur Wiki – E-Klausuren an Hochschulen. URL: <http://wiki.uni-giessen.de/eklausur>. (Aufruf 12.2008).
- Glowalla, U., Schneider, S., Siegert, M. Gotthardt, M. Koolman, J. (2005). Einsatz wissensdiagnostischer Module in elektronischen Prüfungen. *DeLFI*, 2005.
- Hamaker, Ch. (1986). The Effects of Adjunct Questions on Prose Learning. *Review of Educational Research*. 56, 2. 212-242.
- Haynie, W. J. (1994). Effects of Multiple-Choice and Short-Answer Tests on Delayed Retention Learning. *Journal of Technology Education*. 6(1). 32-44.
- HeLPS – Hessische E-Learning Projekte in der Sportwissenschaft. URL: <http://www.helps-hessen.de/>. (Aufruf 02.2009).
- Hühnlein, D., Korte, U. (2006). Grundlagen der elektronischen Signatur – Recht, Technik, Anwendung. Bundesagentur für Sicherheit in der Informationstechnik, Bonn. URL: <http://www.bsi.bund.de/esig/download.htm>. (Aufruf 01.2009).
- IMS QTI Homepage. URL: <http://www.imsglobal.org/question/>. (Aufruf 02.2009).

- Jacobs, B. (2002). Aufgaben stellen und Feedback geben. URL: <http://www.phil.uni-sb.de/~jakobs/wwwartikel/feedback/index.htm>. (Aufruf 12.2008).
- JMeter Homepage. URL: <http://jakarta.apache.org/jmeter/>. (Aufruf 02.2009).
- Johannes-Gutenberg Universität, Abteilung Studium und Lehre (2008). Musterprüfungsordnung für die Prüfung im Einfach-Bachelorstudiengang. URL: http://www.uni-mainz.de/studlehr/dateien/PO_Bachelor_1_Fach_2008_06_12.doc. (Aufruf 01.2009).
- k-MED Homepage. URL: <http://www.k-med.org>. (Aufruf 02.2009).
- L-Plus Homepage. URL: <http://www.lplus.de/>. (Aufruf 12.2008).
- L-Plus (2008). TM-Editor Handbuch - Aufgabendesign und Aufgabenmanagement. L-Plus GmbH Germany. URL: <http://www.lplus.de/WebHelp/TM-Editor/>. (Aufruf 12.2008).
- Leutner, D. (2001). Instruktionspsychologie. In Rost, D. H. (Hrsg.). Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. PVU Beltz: Weinheim. 267-276.
- Möbs, D. (2008). Q[kju:] Das mobile elektronische Klausuren- und Evaluationssystem. Vortrag auf dem HIS-Workshop „Elektronische Prüfungen an Universitäten“ vom 06.11.2008. URL: <http://www.codiplan.de/download.html>. (Aufruf 12.2008).
- Morisson, G. R., Ross, S. M., Gopalakrishnan, M., & Casey, J. (1995). The effects of feedback and Incentives on achievement in computer-based instruction. *Contemporary Educational Psychology*. 20(1). 32-50.
- Neue Medien in der Bildung Homepage. URL: <http://www.medien-bildung.net/>. (Aufruf 02.2009).
- Preuß, J. (Hrsg.) (2002). Rahmenkonzept zur Versorgung der Johannes Gutenberg-Universität Mainz mit Informations- und Kommunikationstechnik (IuK-Rahmenkonzept). URL: <http://www.e-learning.uni-mainz.de/Dateien/IuK-Rahmenkonzept-2002.pdf>. (Aufruf 01.2009).
- Questionmark Homepage. URL: <http://www.questionmark.com/deu/index.aspx>. (Aufruf 12.2008).
- Resopndus Homepage. URL: <http://www.respondus.com/>. (Aufruf 12.2008).
- Safe Exam Browser Homepage. URL: <http://www.safeexambrowser.org/>. (Aufruf 02.2009).
- Scherffig, M. (2008). MVStättV - Kompakt, Kurzversion für das BST Seminar. URL: http://www.scherffig.de/design/seminare/mvstaettv_kompakt_vbg_2008.pdf. (Aufruf 02.2009).
- Schliermann, D. (2008). Brandschutz Versammlungsstättenverordnung. URL: <http://www.schliermann.de/content/pdf/leseprobe.inc.pdf>. (Aufruf 02.2009).
- Schwedes, K. (2008). Ressourceneinsatz bei elektronischen Prüfungen. Vortrag auf dem HIS-Workshop „Elektronische Prüfungen an Universitäten“ vom 06.11.2008. URL: https://www.zait.uni-bremen.de/~kais/camtasia/Ressourcen_eAssessment.htm. (Aufruf 12.2008).

Stratmann, J. (2008). Das Testcenter der Universität Duisburg-Essen. Vortrag auf dem HIS-Workshop „Elektronische Prüfungen an Universitäten“ vom 06.11.2008.

Wetter, G. (2008). E-Klausuren mit ILIAS an der Universität Mainz. Vortrag auf dem HIS-Workshop „Elektronische Prüfungen an Universitäten“ vom 06.11.2008.

Wikipedia. URL: <http://de.wikipedia.org>. (Aufruf 12.2008).



E-Klausuren an Hochschulen