

Randomisierte Übungen und Klausuren im Fach „Mathematik“ durch Nutzung von STACK

Elektronische Klausuren im Fach „Mathematik“ sind ein erprobtes Mittel an der DHBW Karlsruhe. Durch eine Erweiterung der Lernplattform um den Aufgabentyp STACK (Nutzung des Computeralgebrasystems MAXIMA) können die Aufgaben randomisiert werden. Es erschließt sich die Möglichkeit, jedem Studierenden eine individuelle Aufgabe zu stellen, wodurch das Risiko des Betrugsversuchs deutlich reduziert wird. Desweiteren erlaubt STACK die Bewertung von Aufgaben mit Folgefehlern. Herausfordernd dabei ist die didaktische und technische Umsetzung.

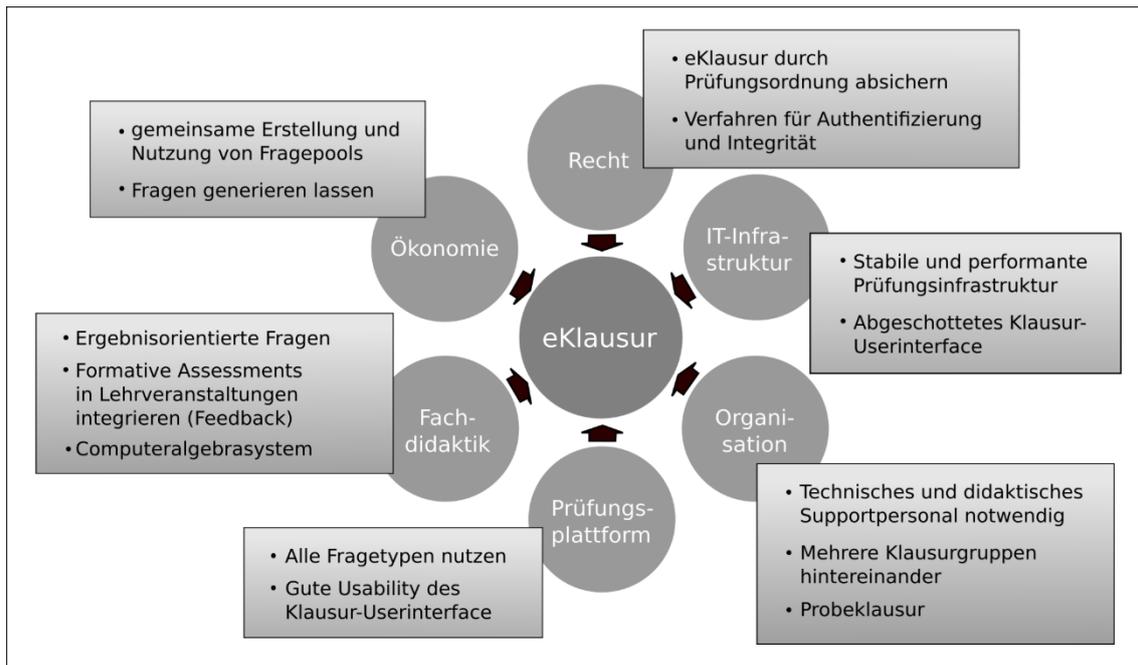
1. Erfahrungen mit elektronischen Klausuren

Das Verbundprojekt „optes - Optimierung der Selbststudiumsphase“ ist ein Gemeinschaftsprojekt im Rahmen des Qualitätspakts Lehre. Ein Teilprojekt dieses Verbundes, mit dem Titel „eAssessment im Studium“, begleitet Studierende während ihres ersten Studienjahres im Grundlagenfach Mathematik und unterstützt Lehrende beim Einsatz elektronischer Übungen und Prüfungen in ihren Lehrveranstaltungen.

In diesem Rahmen wurde ein Pilotversuch zur Durchführung von elektronischen Klausuren (eKlausuren) im Modul „Mathematische Grundlagen I“ des Studiengangs Wirtschaftsinformatik der Dualen Hochschule Baden Württemberg am Standort Karlsruhe durchgeführt. In insgesamt drei Jahrgängen mit jeweils ca. 145 Studierenden wurde im ersten Semester die Klausur „Mathematik für Wirtschaftsinformatiker“ und im zweiten Semester die Klausur „Logik und Algebra“ in elektronischer Form geschrieben.

Erfolgsfaktoren

Viele unterschiedliche Faktoren tragen zum Erfolg einer elektronischen Prüfung bei. Neben technischen, didaktischen und organisatorischen Faktoren muss die Rechtsicherheit in allen Phasen des elektronischen Prüfungsverfahrens gewährleistet sein. Der elektronische Prüfungsprozess stellt darüber hinaus neue Anforderungen an technisches und didaktisches Supportpersonal sowie an die Mitarbeiter in der Prüfungsverwaltung.



Erfolgsfaktoren für die Durchführung von eKlausuren

2. Randomisierung

Randomisierte Aufgaben stellen das Gegenteil von klassischen statischen Aufgaben dar, welche mit festen Zahlenwerten belegt sind. Bei randomisierten Aufgaben erhält jeder Testteilnehmer beim Aufruf von einer bestimmten Rechenaufgabe eine individuelle Variation der gleichen Aufgabenstellung. Die Zahlenbelegungen werden nach einem Zufallsprinzip generiert.

Für dieses Vorhaben sind Aufgaben vom Typ „Formelfrage“ oder vom Typ „STACK“ gut geeignet. Bei beiden Aufgabentypen werden Variablen definiert, welche nach dem Zufallsprinzip erzeugt werden. Bei der Belegung von Variablen muss unbedingt darauf geachtet werden, dass diese nicht nur aus mathematischer Sicht sondern auch in realweltlicher Perspektive eine sinnvolle Aufgabenstellung und eine plausible Lösung ergeben. So sollte zum Beispiel die Geschwindigkeit eines Läufers nicht der Lichtgeschwindigkeit entsprechen oder die gesunde Körpertemperatur eines Menschen nicht unter 35 Grad fallen. Die Auswertung der Eingabe erfolgt bei beiden Aufgabentypen ebenfalls auf die gleiche automatische Weise. In der Komplexität der Aufgabenstellung sowie in der Art des Feedbacks unterscheiden sich die Aufgabentypen jedoch erheblich, worauf später noch näher eingegangen wird. Bei beiden Aufgabentypen konzentrieren wir uns im Folgenden auf halboffene Fragen (Lückentext-Fragen), auch wenn STACK Fragen vom Typ „Multiple Choice“ (geschlossene Frage) erlaubt.

Randomisierung von Aufgaben mit Fragetyp „Formelfrage“

Bei diesem Aufgabentyp erfolgt die Randomisierung unter Zuhilfenahme von Variablenbelegung und Hinterlegung einer Formel zur Bestimmung der Lösung. Die eingegebene Lösung wird anhand der hinterlegten Formel überprüft. Die Bewertung der Aufgabe erfolgt automatisch. Es findet jedoch keine Anbindung an ein Computeralgebrasystem (CAS) statt. Die fehlende Verknüpfung zum CAS ist leider mit einer einfachen, nicht individuellen Rückmeldung an die Testperson verknüpft, welche aber auch deaktiviert werden kann. Dieser Fragetyp erlaubt es außerdem, den Variablen eine physikalische Einheit zuzuweisen. Dadurch eignen sich die Formelfragen gut für Aufgaben aus dem Bereich „Physik“.

Randomisierung von Aufgaben mit Fragetyp „STACK“

Die Variablenbelegung findet bei diesem Aufgabentyp in ähnlicher Art und Weise wie bei Fragetyp „Formelfrage“ statt. Auch hier wird die Aufgabe automatisch bewertet. Ein wesentlicher Unterschied zur Formelfrage liegt in der Anbindung des Aufgabentyps an das CAS MAXIMA. MAXIMA bietet viele Vorteile. Es erlaubt die Überprüfung einer Antwort auf die algebraische Äquivalenz. Die Testperson kann die eingegebenen mathematischen Ausdrücke vor der Abgabe der Aufgabe auf die Syntax mit Hilfe eines Validierungsbuttons überprüfen lassen. Dadurch werden leichtsinnige Fehler, wie Tippfehler, abgefangen, welche eine richtig gelöste Aufgabe sonst als falsch bewerten lassen würden. Ein individuelles Feedback, in Abhängigkeit von Fehlern der Testperson, ist möglich. Ebenso ist die Berücksichtigung von Folgefehlern realisierbar, was insbesondere bei eKlausuren ein wichtiger Aspekt ist.

3. Herausforderungen

Randomisierte Aufgaben beim formativen eAssessment (elektronische Übungen)

Aufgaben vom Typ „Formelfrage“ lassen sich im formativen eAssessment beim Training einfacher Fertigkeiten nahezu grenzenlos einsetzen. Das Manko, kein individuelles Feedback geben zu können, darf nicht außer Acht gelassen werden. Aufgaben zu vielen physikalischen, aber auch mathematischen Phänomenen können mit Formelfragen gut abgebildet werden, das Weg-Zeit-Gesetz oder Aufgaben aus der Finanzmathematik sind nur wenige Beispiele dafür. Einzig durch die Bindung an die Formel als Überprüfungsmechanismus sind die Grenzen gesetzt. So gestaltet sich beispielsweise die Umsetzung einer Aufgabe zum Thema „Ableitung“ sehr schwierig. An dieser Stelle empfiehlt es sich, die Aufgabe mit Hilfe von STACK umzusetzen.

Mit dem individuellen Feedback wird jedem Benutzer eine auf ihn angepasste Rückmeldung erteilt, was zur Steigerung der Motivation und des Lernerfolgs beiträgt. Zu beachten ist allerdings folgende Besonderheit: MAXIMA vereinfacht und fasst im Rahmen des Möglichen zusammen. Das führt dazu, dass weniger bekannte Zusammenhänge, wie z.B. die Beziehung $\sec(x) = \frac{1}{\cos(x)}$, welche MAXIMA als Lösung liefert, von Studienanfängern nicht erkannt wird. Dies kann vorab über einen eingebauten Hinweis abgefangen werden. Andernfalls kann diese Musterlösung große Unsicherheit bei den Teilnehmern verursachen.

Randomisierte Aufgaben beim summativen eAssessment (elektronische Klausuren)

Bei der Erstellung von Aufgaben im summativen eAssessment ist besonders auf die Eindeutigkeit der Aufgabenstellung zu achten. Durch das Prüfungsmedium ist es für die zu testenden Personen nicht möglich, Kommentare oder Bemerkungen im Falle einer unklar formulierten Aufgabe abzugeben. Ein wichtiger Aspekt bei randomisierten Aufgaben ist die Sicherstellung der Äquivalenz des Schwierigkeitsgrades unter den Teilnehmern eines Testdurchlaufs. Dabei ist zu beachten, dass durch eine zufällige Belegung von Variablen sowohl eine als besonders schwer zu lösende als auch gar unlösbare Aufgabe erzeugt werden kann. Dies führt zu Unsicherheit, erhöhtem Stresslevel und unnötiger Belastung der Studierenden während der Prüfung, was tunlichst vermieden werden sollte. Eine solche Situation kann beispielsweise bei randomisierten Aufgaben zur Polynomdivision oder zur Lösung von quadratischen Gleichungen auftreten.

Zusammenfassend kann man sagen, dass beide Fragtypen großes Potential in Bezug auf ihren Einsatz im formativen und summativen eAssessment haben. Berücksichtigt werden sollte ein hoher initialer Aufwand, welches sich allerdings beim wiederholten Einsatz relativiert.

Die in optes entwickelten Konzepte, Inhalte (z. B. Fragenpools) und Technologien können von allen interessierten Hochschulen und Bildungseinrichtungen kostenlos genutzt werden. Alle erstellten Lern- und Übungsmaterialien unterstehen einer Creative Commons-Lizenz. Alle Softwareentwicklungen im Rahmen von optes sind unter der General Public Licence (GPL) veröffentlicht.

Das optes-Anwendernetzwerk (www.optes.de) stellt die bereits erprobten Angebote zur Verfügung und unterstützt den Erfahrungsaustausch unter den Hochschulen, die Konzepte, Inhalte und Technologien von optes einsetzen.