Elektronische Prüfungen in Mathematik - Ein Beispiel

D. Gallaun, K. Kruse, C. Seifert (TUHH)

Technische Universität Hamburg

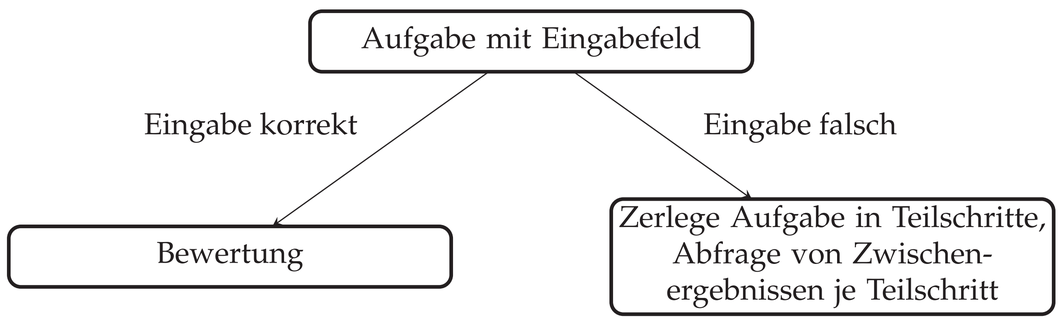
Rahmenbedingungen

Die Grundlagenprüfung **Lineare Algebra I** ist mit über 1250 angemeldeten Teilnehmern die größte Prüfung an der TU Hamburg.

- Bisher bei schriftlicher Prüfung: Korrekturaufwand von 300-400 Personenstunden.
- Im Februar/März 2020 das erste Mal elektronisch geprüft:
  - 12 Prüfungstermine an 4 Tagen mit jeweils verschiedenen Klausuren
  - Radomisierte adaptive Aufgaben

Adaptive Aufgaben

Prüfen von Rechenaufgaben anhand **adaptiver Aufgaben**.



- Teilschritte orientieren sich an einem klassischen Lösungsweg der Aufgabe.
- Musterlösungen nach jedem Teilschritt, mit richtigen Ergebnissen weiterrechnen.
- Bewertung von **Folgefehlern**, ohne dass der Aufgabensteller im Vorfeld wissen muss, was für typische Fehler auftreten können.

Vorteile	**Nachteile**
Höherer Lernerfolg durch Zwischenschritte	Lösungsweg ist fest vorgegeben
Folgefehler lassen sich effizient überprüfen	Zwischenergebnisse müssen zusätzlich eingegeben werden
Faire und transparente Bewertung	Höherer Aufwand bei Erstellung der Aufgaben

Randomisieren von Aufgaben

Wir verwenden ein **Computer-Algebra-System** zum Erstellen von randomisierten Aufgaben mit automatischer Korrektur.

- Individuelle Aufgaben reduzieren das Risiko eines Betrugsversuchs.
- Herausforderung: Vergleichbarer Schwierigkeitsgrad der einzelnen Realisierungen.
- Entsprechende Bewertungsschemata müssen implementiert werden.

Beispiel

Beispiel einer **randomisierten adaptiven Rechenaufgabe** aus **Lineare Algebra I**:

Bestimmen Sie die Lösungsmenge des linearen Gleichungssystems

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Randomisieren der Aufgabe durch Form von **Reverse Engineering**:

- Wähle Einträge der LR-Zerlegung zufällig:

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \mathbf{1} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{2} & \mathbf{2} & \mathbf{2} \\ 0 & \mathbf{1} & \mathbf{-1} \end{pmatrix}.$$

- Fetter Eintrag der linken Matrix entspricht Rechenschritt beim Lösen der Aufgabe.
- Kontrolle über die Komplexität der Rechenschritte.

Zerlegen in Teilschritte um Aufgabe **adaptiv** zu gestalten:

Bringen Sie das Gleichungssystem auf Zeilenstufenform.

Eine Zeilenstufenform des Gleichungssystems ist

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 2 & 2 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \end{array}\right).$$

Bestimmen Sie die freien Variablen.

Wir bringen die freie Variable x_3 auf die rechte Seite und erhalten das System:

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2x_3 \\ x_3 \end{pmatrix}.$$

Bestimmen Sie die Lösung dieses Gleichungssystems in Abhängigkeit von x_3.

Jeder Schritt wird einzeln überprüft und es wird eine Musterlösung vorgegeben.

Durchführung der Prüfung

- 100 Plätze im Prüfungsraum
- 110 Notebooks über MINTFIT-Projekt
- Terminwahl über Buchungstool
- Sichtschutzfolien auf Bildschirmen
- Personal:
  - 1 Verantwortlicher
  - 2 Techniker
  - 5 Aufsichtspersonen

Während der Prüfung:

- Vieles lief nach Plan
- Kleinere technische Probleme
  - Software langsam
  - Logouts
- Dadurch Unruhe im Raum
- Zeitgutschriften

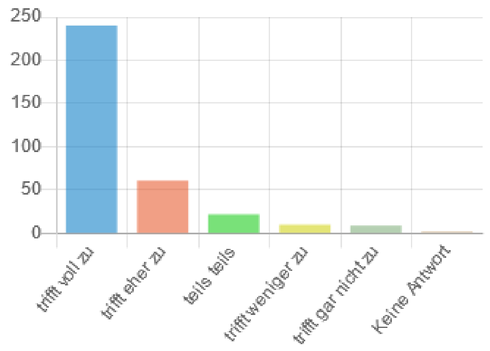
Auswertung

Der Zeitaufwand gegenüber schriftlicher Prüfung konnte reduziert werden. Kein Korrekturaufwand durch automatische Korrektur, dafür mehr Zeitaufwand bei

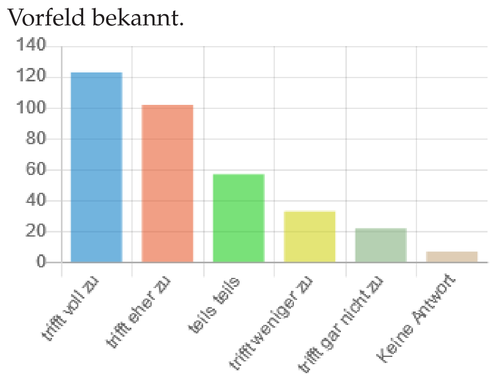
- Erstellen der Aufgaben (Expertenwissen) inkl. Proberechnen
- Aufsicht während der 12 Prüfungstermine
- Auf- und Abbau des mobilen Testcenters

Umfrageergebnisse (Ordinate - Anzahl an Stimmen):

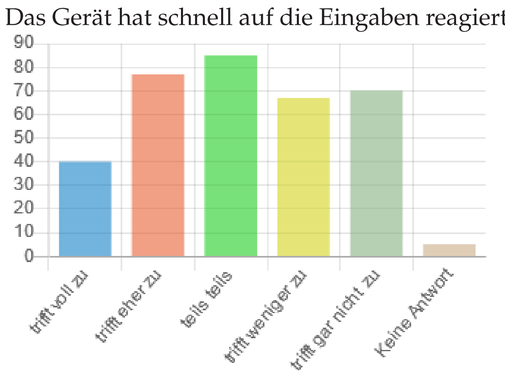
Mit der Art der Terminvergabe bin ich zufrieden.



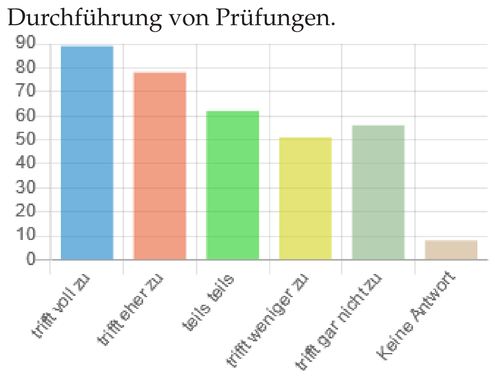
Die Anforderungen der Prüfung waren mir im Vorfeld bekannt.



Das Gerät hat schnell auf die Eingaben reagiert.



Ich habe Vertrauen in elektronische Systeme zur Durchführung von Prüfungen.



Anmerkungen der Studierenden:

- *Adaptive Aufgaben sind eine gute Lösung den Rechenweg zu bewerten.*
- *Elektronische Aufgaben zur Klausurvorbereitung waren angenehm.*
- *Technische Störungen unterbrechen den Konzentrationsfluss.*
- *Prüfungen an anderen Terminen waren leichter.*
- *Gerät war zu langsam.*
- *Wenig Platz zum Arbeiten.*

Danksagung

Diese Arbeit ist Teil des Verbundprojektes MINTFIT Hamburg der Hamburger Hochschulen HAW, HCU, TUHH, UHH und des Universitätsklinikums UKE, welches von der Behörde für Wissenschaft, Forschung und Gleichstellung (BWFG) gefördert wird.

Hamburg | Behörde für Wissenschaft, Forschung und Gleichstellung

MINTFIT HAMBURG

Kontaktinformation

Dennis Gallaun, TU Hamburg, Institut für Mathematik
Am Schwarzenberg-Campus 3 E, 21073 Hamburg, Deutschland
E-Mail: dennis.gallaun@tuhh.de,
Web: www.mat.tuhh.de/home/dgallaun/, www.mintfit.hamburg