

# **Sachlicher Abschlussbericht Fellowships für Innovationen in der digitalen Hochschullehre**

## **Projekt: e-Prüfung On-Demand**

**Lehrstuhl und Institut für Allgemeine Mechanik, RWTH Aachen University,  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Markert**

### **Ziele des Projekts**

- 1. Anbieten von flexiblen, variablen Prüfungsterminen im Semester**
- 2. Aufgabenpool**
  - 2.1. Erstellung**
  - 2.2. Qualitätssicherung**
  - 2.3. Veröffentlichung**
- 3. Feedback und Diskussion**

### **Erreichen der Projektziele**

#### **1. Anbieten von flexiblen, variablen Prüfungsterminen**

Ein großer Nachteil der Klausuren in Papierform war die lange Dauer der Korrektur, die sich gewöhnlich über mehrere Wochen erstreckte. Dies erlaubte nur die Einrichtung eines einzigen Prüfungstermins pro Prüfungszeitraum (die vorlesungsfreie Zeit des jeweiligen Semesters). Durch die Einführung der E-Klausur verkürzt sich die Korrekturzeit erheblich. Die Ergebnisse stehen sofort nach Ablauf der Klausur zur Verfügung – es müssen lediglich ein paar Konsistenztests und Probekorrekturen durchgeführt werden, um etwaige Fehler in der Auswertung auszuschließen. Dies erlaubt uns, mehrere Prüfungstermine in einem Prüfungszeitraum anzubieten. Nach Absprache mit den zuständigen Mitarbeitern des Dekanats werden die Prüfungen in den Modulen Mechanik 1, 2 und 3 zu jeweils drei Blockterminen a zwei Tage angeboten – zu Beginn des Prüfungszeitraums, in dessen Mitte und gegen Ende des Prüfungszeitraums. Dadurch ist es auch möglich, dass Studierende, die zum ersten Blocktermin durchfallen, sich für einen erneuten Versuch zum letzten Blocktermin anmelden können, die Prüfung also im selben Prüfungszeitraum zweimal ablegen können und nicht sechs Monate auf den nächsten Prüfungstermin warten müssen. Diese Neuerung wurde von den Studierenden besonders positiv empfangen. Dadurch wurde das Ziel, flexible Prüfungstermine anzubieten, erreicht. Eine Weiterentwicklung des Konzepts in Richtung einer echten „Prüfung-on-demand“ wäre sinnvoll, würde jedoch zur Zeit einen hohen organisatorischen Aufwand erfordern.

#### **2. Aufgabenpool**

##### **2.1 Erstellung**

Im Rahmen des Projekts wurden insgesamt 1235 Aufgaben, aufgeteilt in die Themengebiete Mechanik 1, 2 und 3 erstellt. Davon fallen 603 Aufgaben in die Mechanik 1, 327 Aufgaben in die

Mechanik 2 und 305 Aufgaben in die Mechanik 3. Der Aufgabenpool wird regelmäßig gepflegt, korrigiert, ergänzt und erweitert.

Die Bearbeitungszeit einer typischen Aufgabe beträgt 5-10 Minuten und gibt einen Punkt pro Minute Bearbeitungszeit. Da die Aufgaben in der Mechanik 2 und 3 im Durchschnitt schwieriger sind und damit eine längere Bearbeitungszeit benötigen, waren in diesen beiden Modulen weniger Aufgaben notwendig. Zum Einsatz kommen nur Aufgaben des Typs ‚Freifeld‘ mit numerischen Endergebnissen. Hier hat sich eine relative Toleranz von 1% um das Endergebnis (bzw. bei einem Lösungswert von genau 0 eine absolute Toleranz von 0,01) als zuverlässig erwiesen.

Jede Aufgabe besteht aus einer Latex Datei zur Erstellung von PDF-Dateien, einer digitalisierten Musterlösung und einem MATLAB Skript zur Generierung von Zahlenwerten und zugehörigen Ergebnissen. Das Einpflegen der Aufgaben erfolgte im alten Online Prüfungssystem (OPS) über Bilder aus der Latex PDF. Im neuen Prüfungssystem (Dynexte) wird der Latex Quellcode und die Zahlenwerte derzeit händisch eingepflegt und dann nativ dargestellt. In Zukunft ist ein automatisiertes Einlesen der Quell- Dateien und Zahlenwerte bzw. des MATLAB Skripts geplant.

## 2.2 Qualitätssicherung

Jede Aufgabe wurde in zwei Iterationsschleifen durch jeweils unterschiedliche Mitarbeiter kontrolliert. Eine Versionskontrolle würde über git eingeführt, sodass die Änderungen in jeder einzelnen Aufgabe nachverfolgt werden konnten.

## 2.3 Veröffentlichung

Der Aufgabenpool wurde zum ersten mal im Sommersemester 2017 den Studierenden online zugänglich gemacht. Hierbei wurde nur die Aufgabenstellung mit dem richtigen Endergebnis als Lösungshilfe, nicht aber die Musterlösung veröffentlicht. Dies sollte das eigenständige Rechnen der Aufgaben, den Austausch und Diskussionen unter den Studierenden begünstigen.

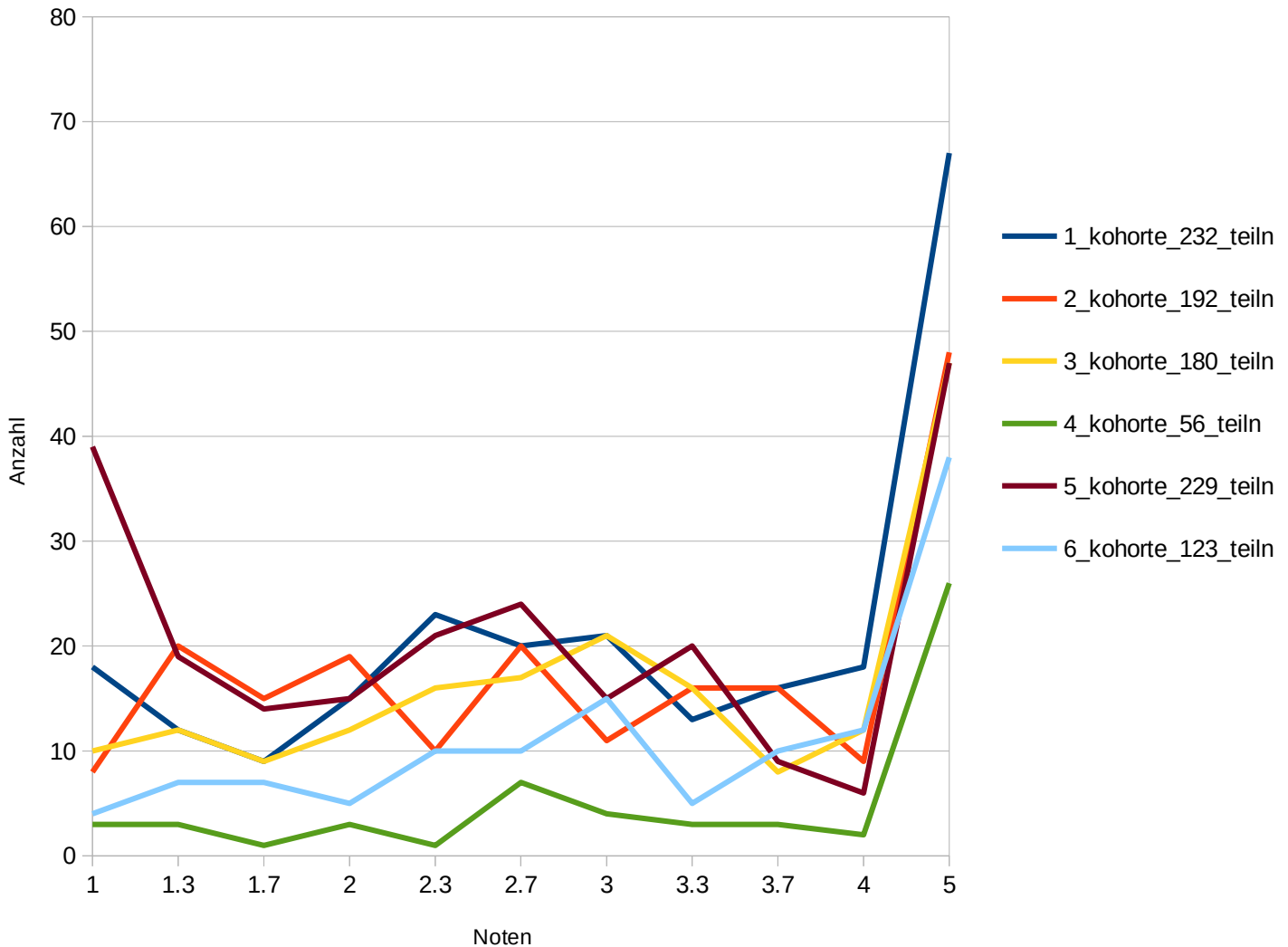
## 3 Feedback und Diskussion

Das Feedback der Studierenden fiel gemischt aus. Die Veröffentlichung des Aufgabenpools stieß auf große Zustimmung, wobei die Veröffentlichung der zugehörigen Musterlösungen ebenfalls gewünscht wurde. Desweiteren waren die Rückmeldungen über das Hauptziel des Projekts, das Angebot flexibler Prüfungstermine positiv. Die Befürchtungen einiger Studierender durch einen früheren oder späteren Prüfungstermin benachteiligt zu sein, konnten statistisch widerlegt werden. Die Größe des Aufgabenpools erlaubt es, auch für aufeinanderfolgende Prüfungstermine Aufgabensätze zusammenzustellen, die einen gleichen Schwierigkeitsgrad haben, ohne sich zu stark zu ähneln oder vorhersehbar zu sein. Zur Veranschaulichung dient die Mechanik-II-Prüfung im Sommersemester 2018 (siehe Abbildung). Diese wurde in sechs Einzelprüfungen (sog. „Kohorten“) wie folgt angeboten. Die ersten drei Kohorten wurden am 26.07.2018 zu unterschiedlichen Zeiten (09:00 – 11:00, 11:45 – 13:45 und 14:30 – 16:30 Uhr) geprüft. Die vierte und fünfte Kohorte wurden am 30.07.2018 (11:00 – 13:00 und 14:00 – 16:00 Uhr) geprüft. Die Prüfung der sechsten Kohorte fand am 20.08.2018 statt. In der Abbildung wird die Anzahl der Teilnehmer, die eine gewisse Note erhalten haben, über alle sechs Kohorten (farblich hervorgehoben) dargestellt. Die Stärke der einzelnen Kohorten kann man der Legende entnehmen. Man kann auch die Leistungen bei den einzelnen Aufgaben auswerten und damit Informationen erhalten, wie gut die Studierenden in den einzelnen Themenbereichen vorbereitet waren. Dies ist für die Gestaltung der Vorlesungen

und Übungen im übernächsten Semester, wenn die Lehrveranstaltung wieder angeboten wird, von großer Bedeutung.

### Notenverteilung

Mechanik II, Sommer 2018



Ein Angebot von anderen Aufgabentypen als reinen Freifeldaufgaben wäre wünschenswert, allerdings sind hier im Rahmen der Prüfungsordnung starke rechtliche Einschränkungen vorhanden. Bei einer gemischten Klausur (bestehend aus Freifeld- und Multiple-Choice-Aufgaben) müssten der Freifeldteil und der Multiple-Choice-Teil laut Prüfungsordnung getrennt im üblichen Notensystem gewertet werden und erst am Ende der gewichtete Notendurchschnitt gebildet werden. Durch die Umrechnungen entstehen dann ungewünschte Randeffekte, die bei den Studierenden auf wenig Verständnis trafen. Zum Beispiel, kann eine unvoreilhaftete Verteilung der Punkte auf den Freifeld- und den MC-Teil dazu führen, dass ein Studierender mit insgesamt mehr Punkten eine kleinere Gesamtnote erhält als ein Studierender mit insgesamt weniger Punkten, die aber besser verteilt sind und zu einer besseren Teilnote führen. Aus diesem Grund ist es nicht sinnvoll, gemischte Klausuren anzubieten. Sinnvoll hingegen wäre ein Prüfungssystem, in welchem man nicht nur Zahlenwerte sondern auch (symbolische) Formeln abfragen kann. Dies setzt voraus, dass in diesem System ein

Parser existiert, der die Gleichwertigkeit zweier Formeln eindeutig feststellen kann. Zwar gibt es in jedem seriösen mathematischen Softwarepaket (Maple, MATLAB, Mathematica, ...) einen solchen Parser – in Dynexite muss er noch implementiert werden. Danach kann man reine Freifeldklausuren anbieten, in denen nicht nur Zahlenwerte sondern auch Formeln abgefragt werden können.

Eine weiterer Punkt der bei Aufgabenerstellung zu Herausforderungen führt sind aufeinander aufbauende Zwischenergebnisse von Teilaufgaben. Im Rahmen dieses Projektes wurden die Teilaufgaben entkoppelt, indem nach Ende einer Teilaufgabe mit anderen Werten weitergerechnet werden musste.

Aus diesem Grund wurde auf die Entwicklung des Prüfungssystems Einfluss genommen, sodass in Zukunft Aufgaben mit voneinander abhängigen Teilergebnissen geplant sind. Der bisher lizenzierte Anbieter (OPS) hat sich bei der Weiterentwicklung seines Angebots weniger auf mathematisch-technisch relevante Inhalte und Aufgabentypen, sondern eher auf optische Verbesserungen und spielerisches Lernen (Kreuzworträtsel, Memory, usw.) fokussiert. Die Eigenentwicklung des Prüfungssystems Dynexite durch das Infrastruktur- und Dienstleistungsinstitut ‚Medien für die Lehre‘ der RWTH Aachen füllt diese Lücke und stellt die dadurch entwickelten Aufgabentypen und Funktionen den anderen Instituten der RWTH zur Verfügung. Im Klausurzyklus des Sommersemesters 2018 wurde Dynexite das erste mal im Rahmen dieses Projektes für die großen Prüfungen in der Mechanik getestet.