

Evaluations- und Rechenschaftsbericht

Digitale Bearbeitung und Abgabe Kompetenzorientierter Fernprüfungen

Im Projekt „Digitale Bearbeitung und Abgabe Kompetenzorientierter Fernprüfungen“ haben wir wie im Antrag beschrieben drei Arbeitspakete im Zeitraum Mai 2021 bis März 2022 bearbeitet:

1. Identifikation von Bearbeitungsschwierigkeiten
2. Technische Realisierung der Verbesserungen
3. Evaluation der realisierten Ergebnisse

Im Folgenden stellen wir die Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete dar.

AP1: Identifikation von Bearbeitungsschwierigkeiten

Zu Beginn des Projekts haben wir die Beteiligten (Lehrende und Studierende) von Fernprüfungen über mögliche Bearbeitungsschwierigkeiten befragt. Mit Hilfe einer Online-Umfrage und persönlicher Gespräche haben wir herausgefunden, dass die Nutzung der Systeme insgesamt sehr gut funktioniert, es jedoch einige kleinere Probleme und fehlende Funktionen gibt, die die Bearbeitung erschweren.

So haben Lehrende für das System Artemis u.a. angegeben, dass eine Notenberechnung fehlt und dass eine Checkliste für die Erstellung von Klausuren hilfreich wäre. Studierende haben uns darauf hingewiesen, dass eine Übersicht der Aufgaben und eine verbesserte Navigation innerhalb der Klausur hilfreich wäre. Wir standen während des gesamten Projektzeitraums in engem Kontakt mit zahlreichen Beteiligten von Fernprüfungen an der TUM. Zusätzlich können Nutzer von Artemis jederzeit Wünsche für Verbesserungen und Fehlerberichte im Open-Source-Repository [1] melden und uns per E-Mail kontaktieren.

Bei TUMexam stand im Vordergrund, dass die Bearbeitung der Prüfung durch Annotation von PDFs geschieht. Als Vorteil erweist sich hier die Möglichkeit, Prüfungen auch offline bearbeiten zu können. Allerdings fallen etwaige Probleme infolge proprietärer Erweiterungen verschiedener Anwendungen zum Bearbeiten von PDFs erst bei der Abgabe auf. Da eine vollumfängliche Unterstützung derartiger PDF-Erweiterungen kaum möglich ist, soll künftig optional die digitale Bearbeitung von Klausuren direkt im Browser mit automatischer Zwischenspeicherung von Eingaben möglich werden. Wichtig ist hier, neben Texteingaben insbesondere auch Anmerkungen, Markierungen und Eingaben mittels Maus und Stift zu erlauben.

Während einer Fernprüfung im Juli 2021 haben wir herausgefunden, dass bei über 1.000 Teilnehmern Lastspitzen in der Hardwareinfrastruktur entstehen, die erhebliche Auswirkungen auf die Stabilität und Reaktionsfähigkeit der Prüfungssysteme haben können. Diese Erkenntnis hat uns gezeigt, dass im Rahmen des Projekts Verbesserungen in der Prüfungssoftware und der Hardwareinfrastruktur für Artemis nötig sind. Das hat uns dazu veranlasst eine Umwidmung von 12.000€ von Personal- in Sachkosten zu beantragen, der vom Bereit stattgegeben wurde. Somit wurden im Kontext von Artemis 12.000€ Personalmittel (Eigenmittel) zur Verbesserung der Software und 12.000€ Sachmittel (Fördermittel) eingesetzt. Diese Verbesserungen beschreiben wir im Folgenden.

AP2: Technische Realisierung der Verbesserungen

Wir haben die Verbesserungswünsche aus AP1 gesammelt, priorisiert und direkt mit der Implementierung begonnen. Zur Verbesserung der Stabilität und Reaktionsfähigkeit der Prüfungssoftware Artemis haben wir zwei zusätzliche Dell Server mit je 32 vCPUs und 256GB RAM gekauft, die wir in die Infrastruktur integriert haben. Das hat uns erlaubt, die Anzahl und Performanz der Build Agents signifikant zu verbessern, die bei Programmieraufgaben in Fernprüfungen die Einreichungen der Studierenden live und automatisiert

korrigieren. Somit ist die Stabilität und Reaktionsfähigkeit auch für Fernprüfungen mit mehr als 2.000 Teilnehmern sichergestellt.

Wir haben insgesamt 87 Verbesserungen in der Prüfungssoftware Artemis implementiert und in das Produktivsystem der TUM integriert. Alle Details dazu sind im Open Source Projekt auf <https://github.com/ls1intum/Artemis> in den Release Notes (Anmerkungen zur Veröffentlichung) und in der Commit Historie dokumentiert. Im Folgenden gehen wir auf die wichtigsten Verbesserungen ein: Wir konnten die Teilnahme an der Fernprüfung für Studierende vereinfachen. Artemis zeigt jetzt eine Übersicht der Aufgaben einer Prüfung an, die Studierende zur Navigation zwischen den Aufgaben nutzen können. Lehrende können die Fernprüfung mit Hilfe einer Checkliste erstellen, wodurch sie keine wichtigen Schritte vergessen. Die Dokumentation für die Erstellung von Fernprüfungen und für die Teilnahme ist übersichtlicher und genauer geworden.

Lehrende können einen Notenschlüssel in Artemis hinterlegen, mit dem die Note berechnet und den Studierenden nach der Veröffentlichung der Ergebnisse angezeigt wird. Verbesserte Statistiken über die Leistung der Studierenden in der Gesamtprüfung sowie in einzelnen Aufgaben helfen den Lehrenden bei der Notenberechnung und bei der Bewertung der Ergebnisse. Die Korrektur von Prüfungen wurde vereinfacht und kann semi-automatisch für Text- und Modellierungsaufgaben durchgeführt werden. Lehrende können während der Prüfung die Angabe zu einzelnen Aufgaben korrigieren, sofern es einen Fehler gibt. Hierbei werden alle Teilnehmer der Prüfung benachrichtigt. Artemis hebt dann die Änderungen hervor, damit Studierende genau wissen, was sich geändert hat. Darüber hinaus wurden sehr viele kleine Fehler behoben.

Bei Nutzung von TUMexam haben Studierende grundsätzlich die freie Wahl, ob sie eine Prüfung digital oder konventionell auf Papier bearbeiten und im Anschluss einscannen bzw. mittels App abfotografieren. Bei der digitalen Bearbeitung war bislang nur vorgesehen, die als PDF ausgelieferte Prüfung mittels einer grundsätzlich beliebigen Anwendung zum Bearbeiten von PDFs zu annotieren und danach wieder als PDF abzugeben. Eine Liste getesteter und kompatibler Anwendungen wird den Studierenden bereitgestellt. Dennoch kommt es vor, dass Studierende inkompatible Anwendungen nutzen und dies erst bei Abgabe der Prüfung bemerken.

Als weitere Option, die im Rahmen des Projekts noch nicht abschließend integriert werden konnte, soll künftig die digitale Bearbeitung direkt im Browser möglich sein. Dazu wurde im Rahmen des Projekts ein Framework zur Bearbeitung von PDF-basierten Prüfungen mittels Texteingabe sowie Maus und Stift entwickelt, welches unter [2] als Open Source verfügbar ist. Das Prinzip ist hier "what you see is what you get", d.h. Studierende sollen sich darauf verlassen können, dass Eingaben auch sicher vom System verarbeitet werden können und nicht durch proprietäre Erweiterungen von PDF-Anwendungen verloren gehen.

Von den Ergebnissen dieses Projekts profitieren nicht nur Beteiligte von Fernprüfungen an der TUM, sondern auch von anderen 12 Universitäten in Deutschland und Österreich, an denen Artemis eingesetzt wird (in Bayern die Universität Passau und die Hochschule München). Die Ergebnisse sind alle dokumentiert und frei öffentlich auf Github zugänglich. Das im Rahmen des Projekts entwickelte Eingabesystem zur Bearbeitung von PDF-basierten Prüfungen direkt im Webbrowser ist als OpenSource verfügbar. So können die Konzepte von Artemis [1] und das im Rahmen von TUMexam entwickelte Framework [2] auch auf andere Prüfungssysteme übertragen werden.

Andere Universitäten können Funktionalitäten konzeptionell übernehmen, die sich im Rahmen dieses Projektes in Artemis oder TUMexam bewährt haben, wie zum Beispiel unterschiedliche Varianten von Aufgaben, eine integrierte Plagiatserkennung, die Verwaltung von Notenschlüsseln, eine Checkliste für die Klausurerstellung oder eine Übersicht der Aufgaben für Studierende mit einfacher Navigation. Diese Erkenntnisse können bei Bedarf auch direkt in die jeweiligen Prüfungssysteme anderer Hochschulen integriert werden.

AP3: Evaluation der realisierten Ergebnisse

Im Rahmen der folgenden drei Prüfungsphasen konnten wir die oben genannten Verbesserungen evaluieren:

1. Finalklausuren Juli/August 2021
2. Wiederholungsklausuren Oktober 2021
3. Finalklausuren Februar/März 2022

Aufgrund der begrenzten Mittel, des starken Fokus auf AP1 und AP2 sowie der Umwidmung der Mittel konnten wir die Ergebnisse nicht mehr quantitativ evaluieren und mit den Ergebnissen aus der initialen Umfrage vergleichen. Wir haben jedoch in vielen Gesprächen sowohl mit Studierenden als auch Lehrenden qualitativ erfasst, dass das Projekt ein Erfolg war. Die Zahl der Bearbeitungsschwierigkeiten ist zurückgegangen. Es gibt einige weitere Ideen für Verbesserungen, die wir in künftigen Projekten implementieren wollen. So soll es künftig z.B. ein Live Dashboard für Lehrende geben, in dem sie während der Klausur sehen, an welchen Aufgaben die Studierenden gerade arbeiten und ob es Probleme bei der Bearbeitung gibt.

Prof. Dr. Stephan Krusche (krusche@tum.de)
Dr.-Ing. Stephan Günther (guenther@tum.de)

Links

[1] Artemis – <https://github.com/ls1intum/Artemis>

[2] Framework browser-basierte Klausuren – <https://gitlab.lrz.de/fernpruefungen/browser-based-exams.git>