

# E-Prüfungs- Symposium 2023

Innovative ePrüfungskonzepte - Neue Ideen und  
individuelle Lösungen

Sammelband zur Tagung vom 30. November bis 1. Dezember 2023

Herausgeber  
Center für Lehr- und Lernservices (CLS)  
Priv.-Doz. Dr. Malte Persike

Das ePS 2023 wurde ausgerichtet in Kooperation mit:

**e-teaching.org** | Ein Angebot  
des **IWM**

## Inhaltsverzeichnis

Student diversity and e-exam acceptance in higher education .....	3
Rigour versus Relevance? - Zur Bedeutung von ePrüfungen in Zeiten von Learning Analytics .....	4
Changing a running system: Chancen und Risiken des Wechsels (de)zentraler E-Assessment-Software und -Services .....	12
Digital gestützte Modulteilprüfungen zur Reduktion der Prüfungsbelastung und Förderung des Lernerfolgs .....	16
Erfahrungsbericht: Einführung von einer Plagiatserkennungssoftware an einer Hochschule am Beispiel von Turnitin.....	18
CAMPLA/Lernstick: Digitale Prüfungen mit <i>Bring Your Own Device</i> .....	20
Entwicklung von disziplingeprägten Prüfungssystemen.....	22
Potenziale, Nutzen und Risiken von Large Language Models im Kontext des E-Assessments .....	25
Digitale Umsetzung von Aufgaben in der Organischen Chemie in den Projekten ORCHESTRI und PITCH.....	29
Hilfe, mein Pool skaliert nicht – Infrastrukturelle Herausforderungen digitaler Prüfungen ....	31
Praktische Informatik-Kompetenzen interaktiv an Laptops prüfen: ein resilientes System für große E-Prüfungen bei kleinen Ressourcen .....	34
Universitäre und studentische Endgeräte: Umsetzung von digitalen Präsenzprüfungen in den Poolräumen und als Bring-Your-Own-Device.....	37
Prozesse für digitale Eignungsprüfungen .....	39
Digital Prüfen: Technische, didaktische, rechtliche und ethische Dimensionen im Überblick (Poster).....	45
„A-Assessment“, „B-Assessment“, E-Assessment – Prüfungskultur gemeinsam weiterentwickeln (Poster) .....	48
LernSMART – E-Assessments zur Förderung selbstgesteuerter Lernprozesse im Ingenieurbereich mit Bezug auf die Vermittlung theoretischer Grundlagen (Poster) .....	51
Die Corona-Pandemie als Kick-Start in ein neues Prüfungsparadigma (Teil 2) – Bilanz nach zwei Jahren (Poster) .....	53
Open-Book-Prüfungen – digital umgesetzt (Poster).....	54
Remote Online Sprachstandstest zum Nachweis von Deutschkenntnissen für internationale Studienbewerber:innen (Poster).....	56
Haltung zu Prüfungen- eine qualitative Erhebung zu Einflussfaktoren bei Studierenden und Lehrenden (Poster).....	59
Wie können E-Assessments chancengleich gestaltet werden? (Poster).....	61
Impressum .....	63

# Student diversity and e-exam acceptance in higher education

Stefan Stürmer<sup>1</sup>, Laura Froehlich<sup>1</sup>, Kai Sassenberg<sup>2</sup>, Kathrin Jonkmann<sup>1</sup>, Katharina Scheiter<sup>2, 3, 4</sup>

<sup>1</sup>FernUniversität Hagen; <sup>2</sup>Leibniz-Institut für Wissensmedien, Tübingen; <sup>3</sup>Universität Tübingen;

<sup>4</sup>Universität Potsdam

[stefan.stuermer@fernuni-hagen.de](mailto:stefan.stuermer@fernuni-hagen.de)

## Kurzzusammenfassung

**Background:** The use of e-exams in higher education is increasing. However, the role of student diversity in the acceptance of e-exams is an under-researched topic. In the current study, we considered student diversity in terms of three sociodemographic characteristics (age, gender, and second language) and three dispositional student characteristics (computer anxiety, test anxiety, and technology openness).

**Objectives:** The main objective of this study was to investigate the relationship between student diversity and acceptance of e-exams.

**Methods:** Our research combined cross-sectional analyses (N = 1639) with data from a natural experiment on the introduction of e-exams versus the established paperpencil exams (N = 626) and used both self-report and institutional data. Sociodemographic and dispositional characteristics were indirectly related to pre-exam acceptance via expectancy variables from the Technology Acceptance Model framework.

**Results and Conclusions:** Comparisons of post-exam acceptance showed that practical experience with the e-exam led to a significant increase in e-exam acceptance, and that students with low openness toward technology particularly benefited from this effect. Students' exam performance (i.e., grades) was unrelated to the exam format or their pre-exam acceptance of the e-exam format, and this was true across students' sociodemographic and dispositional characteristics.

**Takeaway:** Student diversity plays a role in e-exam acceptance, but its influence is mitigated by first-hand experience with e-exams. The practical implications for higher education institutions aiming to implement e-exams are discussed.

## Keywords

digitalization, e-exams, higher education, student diversity, technology acceptance

Den vollständigen Artikel finden Sie hier:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcal.12794>

# Rigour versus Relevance? - Zur Bedeutung von ePrüfungen in Zeiten von Learning Analytics

Jonas Leschke

Zentrum für Wissenschaftsdidaktik der Ruhr-Universität Bochum

[jonas.leschke@rub.de](mailto:jonas.leschke@rub.de)

## 1. Eine kurze Einführung in Learning Analytics

Im Rahmen von Lehr- und Lernkontexten entstehen unterschiedliche Daten. Die zunehmende Digitalisierung von Lernangeboten und Verwaltungsprozessen in Bildungsinstitutionen führt dazu, dass diese Daten mit einem reduzierten Aufwand analysiert werden können. Der Analyse von Lerndaten wird ein großes didaktisches Potenzial zugeschrieben, indem sie beispielweise individuelles Lernfeedback bei einem großen Betreuungsschlüssel oder automatisierte adaptive Lernsysteme möglich machen. Diese Lerndatenanalysen werden als Learning Analytics bezeichnet. Long und Kolleg\*innen definieren Learning Analytics als „das Messen, Sammeln, Analysieren und Auswerten von Daten über Lernende und ihren Kontext mit dem Ziel, das Lernen und die Lernumgebung zu verstehen und zu optimieren.“ (2011 [Übersetzung]). Neben Learning Analytics in einzelnen Lehrveranstaltungen (*Mikroebene*) wie in den vorherigen Beispielen zu Lernfeedback und adaptiver Lernumgebungen, kann Learning Analytics auch für die *Meso-* und *Makroebene* durchgeführt werden (Buckingham Shum, 2012). Die Mesoebene meint an Hochschulen Analysen über Studienverläufe von Studierenden, ganze Studiengänge oder die gesamte Institution. Die Makroebene beschreibt Analysen über einzelne Institutionen hinaus, indem beispielsweise Analysen über verschiedene Hochschulen eines Landes durchgeführt werden (vgl. Abbildung 1).



Abbildung 1: Ebenen von Learning Analytics an Hochschulen (nach Buckingham Shum, 2012)

Clow (2012) beschreibt für den didaktischen Einsatz einen Learning Analytics-Kreislauf mit vier Schritten. Der *erste Schritt* erfolgt durch die Lernhandlung, wie beispielsweise ein Quiz, eine Schreibaufgabe oder eine Diskussion in einer Präsenzveranstaltung. Hieraus müssen im *zweiten Schritt* analysierbare Lerndaten erfasst werden. Dieser Schritt ist in Abhängigkeit der auszuwertenden Daten unterschiedlich komplex. Ein geschlossenes Quiz kann in einem Lernmanagementsystem angelegt sein und dort automatisch bepunktet werden. Diese Punkte liegen maschinenlesbar vor und können automatisiert analysiert werden. Die Auswertung von Metadaten ist meist vergleichbar möglich. Die Auswertung einer Schreibaufgabe erfordert

allerdings heute noch eine menschliche Auswertung oder mindestens Überprüfung der Auswertung. Diskussionen in einer Präsenzveranstaltung müssen aus verschiedenen Gründen (bspw. Datenschutz, Ethik, Technik, Didaktik) und trotz Classroom Analytics-Ansätzen (dazu Dillenbourg, 2021) im Allgemeinen durch die Lehrperson ausgewertet und für Learning Analytics auswertbar quantifiziert werden. Im *dritten Schritt* erfolgt die eigentliche Analyse der Daten. Die Analyse kann entlang deskriptiver Auswertungen, Analysen bekannter Prädiktoren, didaktischer Theorien oder Strukturgleichungsmodellen sowie anhand statistischer Wahrscheinlichkeiten (auch durch den Einsatz Künstlicher Intelligenz) erfolgen. Aufgrund der Analysen sollen im *vierten Schritt* didaktische Interventionen abgeleitet werden. Dies bedeutet nicht, dass grundsätzlich eine Änderung in Bezug auf das Lernangebot erfolgen muss. Sofern die Analysen ein wünschenswertes Ergebnis in Bezug auf den Lernprozess liefern, kann dies als Erfolg für das Lernangebot verstanden werden, sodass begründet an diesem Angebot festgehalten werden kann. Allgemein kann Learning Analytics durch situative, datengestützte Aussagen über Lernstände eine hohe Relevanz für das Lehren und Lernen an Hochschulen haben.

## 2. Das Praxisprojekt KI:edu.nrw

Sofern sich Hochschulen dafür entscheiden, Learning Analytics hochschulweit einzusetzen, setzt dies Aktivitäten in vielfältigen Handlungsfeldern voraus. Ein erfolgreicher Einsatz von Learning Analytics setzt die Akzeptanz der Stakeholder, insbesondere der Studierenden und Lehrenden, voraus. Zu Beginn empfiehlt sich daher ein *Aufklärungs- und Dialogprozess* innerhalb der Hochschulen, um die Bedarfe, Sorgen, aber auch vermuteten Potenziale und Wünsche innerhalb der jeweiligen Institution herauszufinden. Ist die Entscheidung für eine hochschulweite Einführung von Learning Analytics gefallen, müssen praktische Fragen zu verschiedenen *Querschnittsthemen* beantwortet werden. Die Themenfelder sind u. a. die technische Umsetzung, datenschutzrechtliche und ethische Vertretbarkeit, didaktische Mehrwert und kompetenter Umgang der Stakeholder (*Data Literacy*) sowie Überlegungen zum Einsatz auf der Mesoebene, wie bspw. für die Studienberatung und das (lehrbezogene) Qualitätsmanagement. Für einen erfolgreichen Diffusionsprozess in die verschiedenen Lernangebote bieten sich außerdem *praktische Fallbeispiele innerhalb verschiedener Fakultäten* an (dazu auch Buß & van den Berk, 2021).

Die zuvor skizzierten Handlungsfelder beschreiben die Anlage des vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen an der Ruhr-Universität Bochum geförderten Sondierungsprojekts *KI:edu.nrw* (Salden & Leschke, 2024). Im Rahmen des Projekts wurden praktische Lösungen für die einzelnen Handlungsfelder erarbeitet, die unter anderem im Rahmen der mit der RWTH Aachen entwickelten technischen Infrastruktur *Provider Oriented Open Learning Analytics (POLARIS)* (Metzger & Bovermann, 2024) berücksichtigt wurden. POLARIS kann beispielsweise Lerndaten aus verschiedenen Quellsystemen<sup>1</sup> datenschutzkonform und für einen individuellen Lernkontext angepasst verarbeiten und darstellen.

---

<sup>1</sup> Im Rahmen der ersten Förderphase von KI:edu.nrw wurde bereits die Anbindung an die Campusmanagementsysteme Moodle und ILIAS sowie das elektronische Prüfungssystem DYNEXT realisiert. Weitere Systeme sollen in der zweiten Förderphase folgen.

### 3. Herausforderungen im Kontext von Learning Analytics

Trotz der im Einführungskapitel beschriebenen hohen Relevanz von Learning Analytics für das Lehren und Lernen an Hochschulen ist der Einsatz mit Herausforderungen verbunden. In diesem Abschnitt werden die Fragen ‚Dürfen wir das?‘, ‚Können wir das?‘ und ‚Wollen wir das?‘ diskutiert.

#### Dürfen wir das?

Sobald über die Analyse von persönlichen Daten und Informationen nachgedacht wird, wird die berechtigte Frage nach dem hinreichenden Datenschutz für die betroffenen Personen gestellt. Auch für Learning Analytics-Vorhaben stellt dies eine wiederkehrende Herausforderung dar, die für den deutschsprachigen Raum bisher nicht grundsätzlich beantwortet wurde. Aus diesem Grund wurde im Rahmen von KI:edu.nrw eine „Datenschutzrechtliche Beurteilung von Learning Analytics an Hochschulen in NRW“ (Geminn et al., 2023) beauftragt. Die Gutachtenden kommen zu dem Schluss, dass Learning Analytics schon jetzt auf Basis der Einwilligung der datenliefernden Personen (insb. Studierende) datenschutzkonform umgesetzt werden kann. Aufgrund des Abhängigkeitsverhältnisses der Studierenden von den Lehrenden und der jeweiligen Hochschule ist die Hürde für eine rechtskonforme Einwilligung allerdings hoch. Geminn und Kolleg\*innen (2023) empfehlen daher, dass Hochschulen den Einsatz von Learning Analytics in (eigenen) Ordnungen regeln oder eine Gesetzesgrundlage in den Hochschulgesetzen geschaffen wird. Unabhängig von dieser Legitimierung wird im Gutachten darauf hingewiesen, dass nach Art. 22 der Datenschutzgrundverordnung betroffene Personen das Recht haben, „nicht einer ausschließlich auf einer automatisierten Verarbeitung – einschließlich Profiling – beruhenden Entscheidung unterworfen zu werden, die ihr gegenüber rechtliche Wirkung entfaltet oder sie in ähnlicher Weise erheblich beeinträchtigt“ (Geminn et al., 2023, S. 22). Daher muss auch im Kontext von Learning Analytics eine natürliche Person in die Intervention eingebunden sein (vgl. vierter Schritt im Learning Analytics-Kreislauf nach Clow, 2012).

#### Können wir das?

Die technische Learning Analytics-Infrastruktur *POLARIS* enthält alle technischen Voraussetzungen für den datenschutzkonformen hochschulweiten Einsatz von Learning Analytics. Die Qualität der Analyseergebnisse hängt allerdings signifikant von der Datengrundlage ab. Für Datenanalytist\*innen wird berichtet, dass sie 80 % ihrer Arbeitszeit zur Datenaufbereitung aufwenden (Paton, 2019). Je nachdem, welche Lerndaten im Kontext von Learning Analytics ausgewertet werden sollen, ist anzunehmen, dass auch deren Qualität ähnlich problematisch ist. Dies fängt bei der Analyse von Metadaten an, indem bspw. (bewusste) Ablenkungen dazu führen, dass Zugriffszeiten auf Lernaktivitäten in einem Lernmanagementsystem nicht mit der tatsächlichen Bearbeitungszeit der Lernaktivität gleichzusetzen sind. Auch die Güte von Lerndaten aus Lernaufgaben, wie beispielsweise Quizen, ist als unterschiedlich anzunehmen. Ganze Forschungsprojekte zur Entwicklung von standardisierten Aufgabensets für ein Themengebiet zeigen, dass eine vergleichbare Qualität von Aufgaben in Quizen auch mit der notwendigen didaktischen und statistischen Qualifizierung durch einzelne Lehrende kaum leistbar ist. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass Lernen ein komplexes, latentes Konstrukt ist, das durch Lerndaten immer nur ausschnittsweise beschrieben werden kann (Ifenthaler, 2017). Da Lernen auch außerhalb von formellen Lernsituationen stattfindet, ist es nicht möglich – und im Allgemeinen auch nicht wünschenswert – einen digitalen Zwilling der Lernenden zu erstellen. Diese blinden Flecke in

den Lerndaten sind in den Analysen und didaktischen Interventionen zu berücksichtigen (Stichwort: Data Literacy).

### Wollen wir das?

Hochschulen sind als Organisationen komplexe soziale Systeme. Dies zeigt sich unter anderem an den unterschiedlichen Statusgruppen, die sich nicht nur hinsichtlich ihres Bildungsabschlusses unterscheiden (Mittlere Reife bis Habilitation) sondern auch in ihrem Tätigkeitsfeld (von beruflicher Ausbildung und akademischem Studium, über Verwaltungs- und Beratungstätigkeit bis zu wissenschaftlicher Tätigkeit). Hieraus resultieren neben dem gemeinsamen Ziel, einen bestmöglichen Universitätsbetrieb zu ermöglichen, auch individuelle Ziele. Diese individuellen Ziele können in einem Spannungsfeld zueinander stehen (vgl. Abbildung 2), indem sich beispielsweise persönliche (wissenschaftliche) Interessen oder (didaktische) Selbstverständnisse, (ethische) Abwägungen oder Hochschulstrategien entgegenstehen. Vor der hochschulweiten Einführung von Learning Analytics ist ein Dialogprozess mit den betroffenen Statusgruppen zentral, um diese Spannungen in einer bestimmten Institutionen zu identifizieren und für alle betroffenen Personen vertretbare Lösungen zu finden (Scheffel et al., 2024).

Neben dem zuvor beschriebenen Spannungsfeld steht der begründete Einsatz von Learning Analytics vor der Herausforderung der noch jungen Forschungshistorie. Während dieser Zeit haben sich noch keine gemeinsamen Forschungsstandards in Bezug auf die verwendete Datengrundlage oder die zu gewährleistenden Determinanten der untersuchten Learning Analytics-Systeme gebildet (Ifenthaler, 2017). Zudem ist die Zahl der vergleichbaren empirischen Studien meist noch zu gering, um die heterogenen Ausgangslagen der Forschungen in großen Metastudien weitestgehend statistisch zu egalisieren (u. a. Ifenthaler & Yau, 2020; Sønderlund et al., 2019; Wong, 2017). Dies führt dazu, dass Learning Analytics das didaktische Potenzial bisher als Transfer aus allgemeiner pädagogisch (-psychologischer und hochschuldidaktischer) Forschung zugeschrieben wird, indem beispielsweise Prädiktoren der Lehre für den Studienerfolg (z. B. Schneider & Preckel, 2017) wahrscheinlich unterstützt werden können. Mögliche negative Effekte wie zunehmender Leistungsdruck werden in der Argumentation allerdings seltener berücksichtigt. Für eine empirische Evidenz zu den lernwirksamen (und -hemmenden) Effekten von Learning Analytics braucht es noch weitere Untersuchungen (Guzmán-Valenzuela et al., 2021; Ifenthaler et al., 2021; Knobbout & van der Stappen, 2018; Selwyn, 2020).

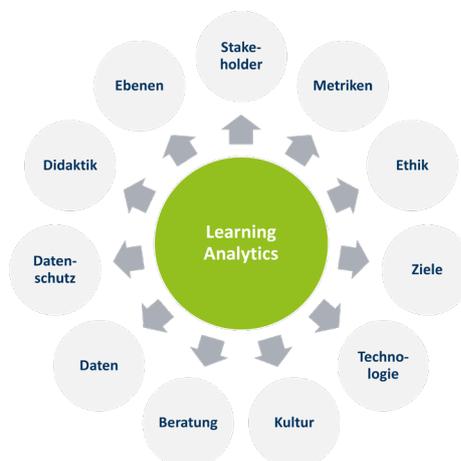


Abbildung 2: Ausgewählte Einflussfaktoren auf das Spannungsfeld Learning Analytics (eigene Darstellung)

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass trotz des großen Potenzials von Learning Analytics für die Hochschullehre entsprechende Ansätze weiter untersucht werden müssen. Beispielsweise muss die Rigorosität (i.S.v. Güte) der Learning Analytics-Ergebnisse gewährleistet werden, ohne einen permanenten Leistungsdruck durch ständige, intransparente Datenerfassung zu erzeugen.

#### 4. ePrüfungen im Kontext von Learning Analytics

Auch im Rahmen von ePrüfungen können Daten über den Lernstand der Lernenden gesammelt werden. Diese können für unterschiedliche Analysen relevant sein, indem bspw. die Lehrenden eine Rückmeldung über die Wirksamkeit ihrer Lernangebote im vergangenen Semester erhalten. Hierfür können die Prüfungsaufgaben themenspezifisch deskriptiv ausgewertet oder mit Daten über das Lernangebot korreliert werden. Auch Lernende selbst können aus der Analyse ihrer Prüfungsdaten wichtige Informationen erhalten, insbesondere wenn Lernen im Studium nicht als modular abgeschlossener Baustein, sondern als langfristiger Bildungsprozess über die gesamte Studiendauer verstanden wird. Die Studierenden können dann beispielsweise durch die Analysen der Prüfungsdaten konkrete Hinweise über Defizite erhalten, die sie für konkrete Lehrveranstaltungen im weiteren Studienverlauf aufarbeiten sollten. Mächtige Learning Analytics-Systeme könnten proaktiv entsprechende Lernangebote empfehlen.

Darüber hinaus können ePrüfungen Teil der Lösung des zuvor beschriebenen Rigorositätsproblems von Learning Analytics sein. Hierfür lassen sich *unter anderem* folgende Gründe anführen:

**Transparente Bewertungssituation:** Durch ePrüfungen wird eine Situation der Leistungsbewertung definiert, in der die Lernenden wissen, dass ihre Daten in die Leistungsbewertung einfließen. Durch die Situation wird zwischen einem unbewerteten Lernangebot und einer bewerteten Prüfungssituation unterschieden. Dadurch kann Leistungsdruck vorgebeugt werden, der durch eine ständige Datenerfassung zur Erreichung einer möglichst hohen Analysequalität entstehen könnte.

**Rechtlich abgesichert:** Die Durchführung von ePrüfungen ist rechtlich geregelt. Folglich ist anzunehmen, dass, wenn ePrüfungen durchgeführt werden, diese Durchführung auch rechtskonform ist. Dies ist bei Learning Analytics bereits aus Datenschutzgründen nicht selbstverständlich, sodass ePrüfungen hier einen wichtigen Ausgangspunkt darstellen können, sofern die Weiterverwendung der Daten für Learning Analytics-Zwecke geregelt werden.

**Prüfungsdidaktisch sensibilisierend:** ePrüfungen stellen im Allgemeinen nur eine von verschiedenen Prüfungsmöglichkeiten in einem Modul dar. Prüfende, die sich für eine ePrüfung entscheiden, entscheiden sich also aktiv für eine Prüfungsform, die kurzfristig tendenziell aufwendiger vorzubereiten ist (bspw. Organisation der Rahmenbedingungen und technische Umsetzung) und neben einer medialen Vielfalt (bspw. interaktives Prüfungsmaterial) auch Limitationen (bspw. verfügbare Aufgabentypen) mit sich bringt. Um eine begründete Entscheidung für eine ePrüfung zu treffen und diese umsetzen zu können, müssen Prüfende umfassende prüfungsdidaktische Überlegungen anstellen, die letztendlich bei der Analyse der Lerndaten berücksichtigt werden können.

**Hohe Datengüte:** Einhergehend mit der prüfungsdidaktischen Sensibilisierung ist anzunehmen, dass die Datengüte in ePrüfungen tendenziell hoch ist. Immerhin müssen Prüfende tradierte Aufgabenformate überdenken und ggf. überarbeiten. Daraus resultiert auch, dass, wenn ein Lernziel in der ePrüfung nicht in der gewünschten Form geprüft werden kann, dies von den Prüfenden bewusst reflektiert wird und somit als Limitation in Learning Analytics berücksichtigt werden kann. Darüber hinaus weisen auch Metadaten aus ePrüfungen tendenziell eine höhere Datengüte auf als in anderen Lernsituationen, indem bspw. erfasste Bearbeitungszeiten eher der tatsächlichen Bearbeitungszeit entsprechen.

**Detaillierte digitale Lerndaten:** Durch ePrüfungen liegen digitale Prüfungsdaten (als eine Form von Lerndaten) vor, die detailliertere Informationen enthalten als in der daraus aggregierten Prüfungsnote. In einem Learning Analytics-System kann also nicht nur die Note ausgewertet werden, die in einem Campusmanagementsystem gespeichert ist, sondern auch Teilnoten und ggf. Metadaten der Aufgabenbearbeitung.

**Empirisch fundiert:** Die Effekte von ePrüfungen auf die Prüfungssituation und die Prüfungsvorbereitung der Lernenden wird bereits länger empirisch untersucht. Diese Wirkmechanismen können bei der Auswertung der Lerndaten systematisch berücksichtigt werden, was wiederum die Qualität der Analysen erhöht.

ePrüfungen können somit als eine wichtige Datenquelle für Learning Analytics angesehen werden, um die Rigorosität der Analyseergebnisse und somit auch die Relevanz der abgeleiteten Interventionen sicherzustellen.

## Danksagung

Die Keynote ist im Rahmen des vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen geförderten Projekts „KI:edu.nrw – Didaktik, Ethik und Technik von Learning Analytics und KI in der Hochschulbildung“ entstanden.

## Keywords

Learning Analytics; ePrüfungen; POLARIS; KI:edu.nrw; Rigorosität; Relevanz

## Quellen

- [1] Buckingham Shum, S. (2012). Learning Analytics. *UNESCO Institute for Information Technologies in Education, Policy Brief* (November 2012). <http://iite.unesco.org/pics/publications/en/files/3214711.pdf>
- [2] Buß, I. & van den Berk, I. (2021). Innovationsförderung in Lehre und Studium an Hochschulen. Konzeptionelle und evidenzbasierte Grundlagen. In R. Kordts-Freudinger, N. Schaper, A. Scholkmann & B. Szczyrba (Hrsg.), *Handbuch Hochschuldidaktik* (S. 407–419). wbv Publikation.
- [3] Clow, D. (2012). The learning analytics cycle: Closing the loop effectively. *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, 134–138. <https://doi.org/10.1145/2330601.2330636>
- [4] Dillenbourg, P. (2021). Classroom analytics: Zooming out from a pupil to a classroom. In OECD (Hrsg.), *OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with*

- Artificial Intelligence, Blockchain and Robots* (S. 105–122). OECD Publishing.  
<https://doi.org/10.1787/336f4ebf-en>
- [5] Geminn, C. L., Johannes, P. C., Nebel, M. & Bile, T. (2023). *Datenschutzrechtliche Beurteilung von Learning Analytics an Hochschulen in NRW*. Zentrum für Wissenschaftsdidaktik. <https://doi.org/10.13154/294-9657>
- [6] Guzmán-Valenzuela, C., Gómez-González, C., Rojas-Murphy Tagle, A. & Lorca-Vyhmeister, A. (2021). Learning analytics in higher education: A preponderance of analytics but very little learning? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00258-x>
- [7] Ifenthaler, D. (2017). Are Higher Education Institutions Prepared for Learning Analytics? *TechTrends*, 61(4), 366–371. <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0154-0>
- [8] Ifenthaler, D., Gibson, D., Prasse, D., Shimada, A. & Yamada, M. (2021). Putting learning back into learning analytics: Actions for policy makers, researchers, and practitioners. *Educational Technology Research and Development*, 69(4), 2131–2150. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09909-8>
- [9] Ifenthaler, D. & Yau, J. Y.-K. (2020). Utilising learning analytics to support study success in higher education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1961–1990. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z>
- [10] Knobbout, J. & van der Stappen, E. (2018). Where Is the Learning in Learning Analytics?: A Systematic Literature Review to Identify Measures of Affected Learning. In V. Pammer-Schindler, M. Pérez-Sanagustín, H. Drachsler, R. Elferink & M. Scheffel (Hrsg.), *Lifelong Technology-Enhanced Learning* (Bd. 11082, S. 88–100). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-98572-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-98572-5_7)
- [11] Long, P., Siemens, G., Conole, G. & Gašević, D. (2011, Februar 27). Message from the LAK 2011 General & Program Chairs. *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. LAK 2011: 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge, Banff Alberta Canada.
- [12] Metzger, C. & Bovermann, M. (2024). KI:edu.nrw – eine Betrachtung aus der Perspektive des Teilprojektes Technik. In P. Salden & J. Leschke (Hrsg.), *Learning Analytics und Künstliche Intelligenz in Studium und Lehre. Erfahrungen und Schlussfolgerungen aus einer hochschulweiten Erprobung*. Springer VS.
- [13] Paton, N. W. (2019). *Automating Data Preparation: Can We? Should We? Must We?* Proceedings of the 21st International Workshop on Design, Optimization, Languages and Analytical Processing of Big Data, Manchester. [https://pure.manchester.ac.uk/ws/portalfiles/portal/86811895/Paper00\\_InvTalk2\\_NPaton.pdf](https://pure.manchester.ac.uk/ws/portalfiles/portal/86811895/Paper00_InvTalk2_NPaton.pdf)
- [14] Salden, P. & Leschke, J. (Hrsg.). (2024). *Learning Analytics und Künstliche Intelligenz in Studium und Lehre. Erfahrungen und Schlussfolgerungen aus einer hochschulweiten Erprobung*. Springer VS.

- [15] Scheffel, M., Simis, C., Leschke, J., Borgards, L. & Salden, P. (2024). Learning Analytics-Policys im Hochschulkontext. In P. Salden & J. Leschke (Hrsg.), *Learning Analytics und Künstliche Intelligenz in Studium und Lehre. Erfahrungen und Schlussfolgerungen aus einer hochschulweiten Erprobung*. Springer VS.
- [16] Schneider, M. & Preckel, F. (2017). Variables associated with achievement in higher education: A systematic review of meta-analyses. *Psychological Bulletin*, 143(6), 565–600. <https://doi.org/10.1037/bul0000098>
- [17] Selwyn, N. (2020). Re-imagining 'Learning Analytics' ... a case for starting again? *The Internet and Higher Education*, 46, 100745. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2020.100745>
- [18] Sønderlund, A. L., Hughes, E. & Smith, J. (2019). The efficacy of learning analytics interventions in higher education: A systematic review. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2594–2618. <https://doi.org/10.1111/bjet.12720>
- [19] Wong, B. T. M. (2017). Learning analytics in higher education: An analysis of case studies. *Asian Association of Open Universities Journal*, 12(1), 21–40. <https://doi.org/10.1108/AAOUJ-01-2017-0009>

# Changing a running system: Chancen und Risiken des Wechsels (de)zentraler E-Assessment-Software und -Services

Thea Kösters, Dr. Moritz Brünger  
Hochschule Hamm-Lippstadt

[thea.koesters@hshl.de](mailto:thea.koesters@hshl.de), [moritz.bruenger@hshl.de](mailto:moritz.bruenger@hshl.de)

## Kurzzusammenfassung

In den vergangenen fünf Jahren wurde das e-Prüfen in Form eines Pilotprojekts mit ausgewählten Prüfenden an der HSHL erprobt. Zentrale strukturelle Erkenntnisse sowie Ergebnisse empirischer Befragungen von Studierenden und Prüfenden flossen in die Planung eines zukunftsorientierten, dauerhaften Angebots von E-Assessments ein. Der Wechsel von einem externen Anbieter zu einem ganzheitlichen, intern organisierten digitalen Prüfungskonzept erfordert die Integration verschiedenster Stakeholder aller administrativer Ebenen einer Hochschule. Die Umstellung auf einen Ansatz, der Autonomie in den Mittelpunkt stellt, wird durch verschiedene wissenschaftliche Erkenntnisse gestützt und verringert Problematiken dienstleistungsfokussierter Konzepte. Erkenntnisse des datenbasierten Transferprozesses können als Inspiration für Hochschulen und Fakultäten an Universitäten mit ähnlichen strukturellen Rahmenbedingungen dienen.

## Keywords

e-Prüfung, e-Assessment, Dynexite, summatives Assessment, constructive alignment

## Ausführliche Beitragsbeschreibung

Die Hochschule Hamm-Lippstadt (HSHL) begann im Wintersemester 2018/2019 im Rahmen eines Pilotprojekts, schrittweise elektronische Prüfungen zu etablieren. Kurze Zeit später zwang die Corona-Pandemie höhere Bildungseinrichtungen zur Durchführung von Online-Prüfungen und verdeutlichte somit die Relevanz von elektronischen Prüfungen. Retrospektiv konnten prüfungsbegleitend empirische Daten in dieser Zeit gesammelt werden, welche zukünftig notwendige Digitalisierungsmaßnahmen aufzeigen und die zentrale Bedeutung von digitalen Prüfungen unterstreichen [6]. Dabei evaluierte die HSHL im Sommersemester 2019 ihren e-Prüfungsansatz und erarbeitete eine umfassende Lehrendenbefragung zu Softwareangeboten im e-Prüfungs- und Online-Prüfungsbereich [2; 8]. Auf Basis der Umfrageergebnisse und verschiedenster interner Nutzungsabsichten und – wünsche, wie beispielsweise die Möglichkeit zur Parametrisierung, entschied sich die HSHL zukunftsfähigere, innovative digitale Prüfungskonzepte zu entwickeln. Die neue, autonome e-Prüfungslösung soll vorrangig den Gesamtarbeitsumfang von Prüfenden sowie Stress- und Angstgefühle von Studierenden verringern.

Die Software Dynexite der RWTH Aachen verbindet eine nutzerfreundliche Oberfläche mit einer weitgehenden Erfüllung von ermittelten Ansprüchen an Software und e-Prüfen. Dynexite ermöglicht neben einer zeiteffektiven Erstellung von Prüfungen und Übungen, die Ausrichtung von Lehre und Prüfungen im Sinne des Constructive Alignment durch die Möglichkeit formativ

und summativ zu prüfen [1]. Zukünftig werden Lehrende dazu ermutigt, Übungen mit Dynexite auch während des Semesters als Teil von Lehrveranstaltungen semesterbegleitend zu nutzen.

Auch eine Prüfungseinsicht kann digital in Präsenz oder online individuell abgebildet werden, was die Auseinandersetzung mit den eigenen Stärken und Schwächen seitens der Studierenden fördern kann [3; 6; 10; 12,13].

Im Zusammenspiel mit HSHL-eigener Hardware, können zudem bedarfsgerechte Prüfungs- und Lernplätze entwickelt und e-Prüfungen vollständig in das Handlungsfeld der HSHL integriert werden. Konkret wurden 260 hochschuleigener Chromebooks mit Touchscreens angeschafft, welche mit einem eigens dafür konzipierten und errichteten Prüfungs-VLANs verbunden werden. Zusätzlich minimiert die Integration eines Kiosk-Modus Chancen Studierender unerlaubtes Verhalten während der Prüfungen durchzuführen und ermöglicht ihnen gleichzeitig standardisierte Prüfungen in einer bekannten Umgebung mit vertrauten Geräten abzulegen.

Um der Nervosität und Sorge vor e-Prüfungen entgegenzuwirken, werden umfangreiche Schulungen und Informationseinheiten analog und virtuell für Lehrende und Studierende vor Start der Prüfungsphase angeboten [2]. Diese sollen Sorgen vor Prüfungen unter unbekanntem Umständen minimieren [5]. Zudem bedingt erhöhtes Vertrauen in den adaptierten Ablauf ein verringertes Unbehagen mit neuen Prüfungsumständen [3; 11; 12].

Aufbauend auf Brady's (2019) Erkenntnis, sollen e-Prüfungen keine vorübergehende Prüfungsform für einzelne Module darstellen, sondern ein integraler Bestandteil zukunftsorientierter Hochschulstrukturen sein. Evaluationen der neu gedachten Lösung werden zeigen können, ob die strukturellen Veränderungen e-Prüfungen an der HSHL aus Studierenden- sowie Lehrenden-Perspektive verbessert haben.

## Quellen

- [1] Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32(, 347-364. Online verfügbar unter: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00138871>, zuletzt geprüft am 11.08.2023
- [2] Brady, M., Devitt, A., & Kiersey, R. A. (2019): Academic staff perspectives on technology for assessment (TfA) in higher education: A systematic literature review. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3080-3098. Online verfügbar unter: <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/bjet.12742>, zuletzt geprüft am 11.08.2023
- [3] Carless, D. (2015). *Excellence in University Assessment*. London: Routledge. Online verfügbar unter: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10734-015-9911-9>, zuletzt geprüft am 11.08.2023
- [4] Deeley, S. J. (2018). Using technology to facilitate effective assessment for learning and feedback in higher education. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 43(3), 439-448. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02602938.2017.1356906?journalCode=caeh2>, zuletzt geprüft am 11.08.2023

- [5] DiBattista, D. & Gosse, L. (2006). Test anxiety and the immediate feedback assessment technique. *The Journal of Experimental Education*, 74, 311–327. Online verfügbar unter: <https://www.jstor.org/stable/20157434>, zuletzt geprüft am 11.08.2023
- [6] Gikandi, J. W., Morrow, D., & Davis, N. E. (2011). Online formative assessment in higher education: a review of the literature. *Computers & education*, 57(4), 2333–2351. Online verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131511001333?via%3DiHub>, zuletzt geprüft am 11.08.2023
- [7] Hillier, M., Kumar, N., & Wijenayake, N. (2020). E-Examinations: The impact of technology problems on student experience. *Open Conference on Computers in Education (OCCE)*. Mumbai, India. Online verfügbar unter: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-59847-1\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-59847-1_4), zuletzt geprüft am 11.08.2023
- [8] King, D. L., & Case, C. J. (2014). E-cheating: Incidence and trends among college students. *Issues in Information Systems*, 15(1), 20-27. Online verfügbar unter: [https://iacis.org/iis/2014/4\\_iis\\_2014\\_20-27.pdf](https://iacis.org/iis/2014/4_iis_2014_20-27.pdf), zuletzt geprüft 11.08.2023
- [9] Mirinda, P., Isaias, P., & Pifano, S. (2019). E-Assessment: Tools and possibilities for electronic assessment in higher education. *Proceedings of EDULEARN19 Conference 1st-3rd July 2019, Palma, Mallorca, Spain*. Online verfügbar unter: <https://library.iated.org/view/MIRANDA2019EAS>. Zuletzt geprüft am 11.08.2023
- [10] Murphy, K., & Barry, S. (2016). Feed-forward: Students gaining more from assessment via deeper engagement in video-recorded presentations. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 41(2), 213-227. Online verfügbar unter: <https://www.semanticscholar.org/paper/Feed-forward%3A-students-gaining-more-from-assessment-Murphy-Barry/92e8fa45b3ef0ecc091567ddf509b267c83ac358>, zuletzt geprüft am 11.08.2023
- [11] Nardi, A., & Ranieri, M. (2019). Comparing paper-based and electronic multiple-choice examinations with personal devices: Impact on students' performance, self-efficacy and satisfaction. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1495-1506. Online verfügbar unter: <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bjet.12644>, zuletzt geprüft am 11.08.2023
- [12] Nicol, D. (2010). From monologue to dialogue: Improving written feedback processes in mass higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35(5), 501-517. Online verfügbar unter: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02602931003786559>, zuletzt geprüft am 11.08.2023
- [13] Ras, E., Whitelock, D., & Kalz, M. (2016). The promise and potential of e-assessment for learning. In P. Reimann, S. Bull, M. D. Kickmeier-Rust, R. Vatraru, & B. Wasson (Eds.), *Measuring and visualising learning in the information-rich classroom* (pp. 21–40). London: Routledge. Online verfügbar unter: [https://research.ou.nl/ws/files/940009/book%20chapter\\_formative\\_assessment\\_after\\_review\\_final\\_v2-dspace.pdf](https://research.ou.nl/ws/files/940009/book%20chapter_formative_assessment_after_review_final_v2-dspace.pdf), zuletzt geprüft am 11.08.2023

- [14] Rolim, C. & Isaias, P. (2019). Examining the use of e-assessment in higher education: Teachers and students` viewpoints. *British Journal of Educational Technology*. 50(4), 1785-1800.
- [15] St-Onge, C., Ouellet, K., Lakhai, S., Dubé, T., & Marceau, M. (2021). COVID-19 as the tipping point for integrating e-assessment in higher education practices. *British Journal of Educational Technology*, 349-366. Online verfügbar unter: <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bjet.13169>, zuletzt geprüft am 11.08.2023

# Digital gestützte Modulteilprüfungen zur Reduktion der Prüfungsbelastung und Förderung des Lernerfolgs

Prof. Dr.-Ing. Stephan Günther, Prof. Dr.-Ing Georg Carle

Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Sicherheit, Lehrstuhl für Netzarchitekturen und Netzdienste

Technische Universität München

[guenther@tum.de](mailto:guenther@tum.de) , [carle@tum.de](mailto:carle@tum.de)

## Kurzzusammenfassung

Eine Möglichkeit zur Förderung der aktiven und vorlesungsbegleitenden Auseinandersetzung mit Vorlesungsinhalten durch die Studierenden besteht darin, anstelle einer summativen Prüfung am Semesterende zwei Prüfungsteile (Midterm und Endterm) jeweils halber Länge vorzusehen. Der erste Prüfungsteil (Midterm) findet dabei etwa nach der Hälfte der Vorlesungszeit statt, während der zweite Teil in der vorlesungsfreien Zeit geprüft wird. Wir haben dieses Konzept in einer Grundlagenvorlesung mit 1.052 geprüften Studierenden unter Einhaltung der rechtlichen Vorgaben mit Hilfe unseres Prozessmanagements TUMexam umgesetzt und dabei den Lernerfolg der Studierenden analysiert.

## Keywords

Prüfungsprozesse, Scannerklausuren, Prüfungsbelastung, Korrektur

## Ausführliche Beitragsbeschreibung

Gewöhnlich werden große Grundlagenvorlesungen an der TUM in Form einer einzelnen schriftlichen Modulprüfung zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit abgeprüft. Um Studierende zu motivieren, während des gesamten Vorlesungszeitraums aktiv mitzuarbeiten, haben wir bereits seit mehr als 10 Jahren ein freiwilliges Bonusverfahren etabliert, das eine freiwillige zusätzliche Midterm-Prüfung, Programmieraufgaben und Quizze zur Notenverbesserung beinhaltet. Die Allgemeine Prüfungs- und Studienordnung der TUM sieht eine Aufteilung von Modulteilprüfungen grundsätzlich vor, unsere Fachprüfungsordnung diesbezüglich aber keine spezifischen Regelungen. Im aktuellen Semester etablierten wir einen innovativen Prüfungsmodus, der den Studierenden die Möglichkeit einer Aufteilung der Modulprüfung in zwei Prüfungsteile (Midterm und Endterm) gibt, wobei es den Studierenden zur Wahl gestellt wurde, ob sie an der Midterm teilnehmen und in Folge dessen eine zeitlich und inhaltlich verkürzte Endterm schreiben *oder* eine vollständige Endterm ohne Wertung der Midterm schreiben. Diese Wahlmöglichkeit für die Studierenden hat zur Folge, dass wir am Endterm-Prüfungstag bei zeitgleichem Prüfungsbeginn sowohl eine vollständige Endterm-Prüfung (Endterm-90) als auch eine verkürzte Endterm-Prüfung (Endterm-45) anboten, und vorab den Studierenden die Möglichkeit gaben, sich trotz Teilnahme an der Midterm für die Endterm-90 zu entscheiden. Mittels automatisch ausgewerteter Online-Abgaben eines Auswahlformulars war die Vorab-Mitteilung der Studierenden über ihre gewählte Prüfungsform gut umsetzbar. Es ergeben sich für die Endterm drei Kohorten von Studierenden, deren Ergebnisse analysiert und miteinander verglichen werden können:

1. Midterm und Endterm-45 geschrieben (wie bei einer verpflichtenden Aufteilung)

2. Midterm geschrieben aber sich für Endterm-90 entscheiden
3. Nur an Endterm-90 teilgenommen, da zur Midterm nicht angetreten

Die Endterm-45 stellt inhaltlich eine Teilmenge der Endterm-90 (Aufgabenstellung identisch), so dass für diese identischen Aufgabenteile ein direkter Vergleich der drei Kohorten aussagekräftig ist. Die erreichten Punktzahlen der drei Kohorten sind in Tabelle 1 dargestellt:

	Durchschnitt	Median	10%-Quantil	90%-Quantil	Anzahl
Endterm-45	61,1%	64,3%	30,4%	85,7%	811
Endterm-90-freiwillig	44,6%	48,2%	10,7%	78,6%	183
Endterm-90-muss	45,7%	51,8%	3,6%	80,4%	58

Tabelle 1: Erreichte Punktzahlen (prozentual) aufgeteilt nach Kohorten

Zunächst fällt auf, dass mit 811 Studierenden die Kohorte, die die Endterm-45 geschrieben und damit an der aufgeteilten Modulprüfung teilgenommen haben, bei weitem überwiegt. Demgegenüber haben sich 183 Studierende trotz Teilnahme an der Midterm für die Endterm-90 entschieden. Lediglich 58 Studierende nahmen an der Endterm-90 schlussendlich teil, da sie es mussten (also nicht zur Midterm erschienen waren). Hinsichtlich der Ergebnisse zeigt sich deutlich, dass die erste Kohorte (Endterm-45) mit durchschnittlich 61,1% (64,3% Median) der Punkte signifikant besser abgeschnitten hat. Zwischen den anderen beiden Kohorten gibt es in diesem Bezug keine signifikanten Abweichungen. Allerdings sind die Abweichungen im 10%-Quantil auffällig: Während in der ersten Kohorte 10% der Studierenden bis zu 30,4% der Punkte erreichten, waren es in den anderen beiden Kohorten lediglich 10,7% bzw. 3,6% der Punkte. Dies verdeutlicht noch einmal, dass sich leistungsschwächere Studierende in diesen beiden Kohorten häufen. Im weiteren Verlauf wollen wir untersuchen, wie viele Studierende sich durch die freiwillige Teilnahme an der Endterm-90 verbessert haben, und die Korrekturzeiten auswerten, was durch Digitalkorrektur auf iPads mittels TUMexam möglich ist.

Wir bewerten das neue Prüfungskonzept als erfolgreich, weil es nicht nur zu einer Entlastung der Studierenden im Prüfungszeitraum am Ende des Semesters sowie einer aktiveren Teilnahme im Vorlesungsverlauf führt, sondern auch den Nebeneffekt einer Reduktion des Korrekturaufwands durch die nicht mehr länger als reiner Bonus gewerteten Midterm besitzt.

## Quellen

[1] TUMexam, <https://tumexam.de>, zuletzt geprüft am 18.08.2023

# Erfahrungsbericht: Einführung von einer Plagiatserkennungssoftware an einer Hochschule am Beispiel von Turnitin

Olga Gribanova, Jennifer Landes, Yannick Rodrian

Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm, Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg

[olga.gribanova@hof-university.de](mailto:olga.gribanova@hof-university.de), [Jennifer.Landes@hnu.de](mailto:Jennifer.Landes@hnu.de)

Projekt Digitales kompetenzorientiertes Prüfen implementieren (ii.oo)

## Kurzzusammenfassung

Der Einsatz digitaler Plagiatsprüfung in der Hochschullehre zur Sicherung wissenschaftlicher Integrität ist essentiell. Im Zeitalter des Internets ist das Plagiiere einfacher geworden, da bestehende Texte leicht direkt übernommen werden können. Eine zuverlässige Plagiatserkennung ist entscheidend, um die wissenschaftliche Integrität zu bewahren. Ein Schlüsselfeld in der aktuellen sowie zukünftigen Forschung zum Thema ist dabei die Künstliche Intelligenz (KI). KI könnte die Plagiatserkennung verbessern, die Qualität beim wissenschaftlichen Schreiben erhöhen und die Integrität stärken. Dabei müssen aber auch Risiken beachtet werden. Unsere Erfahrungen aus der Praxis sollen die Umsetzung für andere wissenschaftliche Institutionen erleichtern und die Schritte zur Einführung, Hürden sowie Vorteile vermitteln.

## Keywords

Plagiatserkennungssoftware, digitale Plagiatserkennung, digitale Plagiatsprüfung, KITexterkennung, KI-generierte Texte

## Ausführliche Beitragsbeschreibung

Die Verwendung einer digitalen Plagiatsprüfungslösung ist im Zuge der Sicherstellung der wissenschaftlichen Integrität in der Hochschullehre nahezu unerlässlich. Im Projekt ii.oo nutzen bereits mehrere Hochschulen das Angebot von Turnitin, andere arbeiten aktuell an der Einführung. Um die Einführung zukünftig für andere Hochschulen zu erleichtern und eine Übersicht über die einzelnen Arbeitsschritte, Hürden und Vorteile zu geben, möchten wir unsere Erfahrungen aus der Praxis und unserer aktuellen Forschung (empirische Erhebungen) teilen.

Angesichts der allumfassenden Informationsflut, die das Internet heute bietet, ist es für Studierende leichter als jemals zuvor, bereits bestehende Texte in ihren eigenen Arbeiten zu plagiiere. Die zuverlässige und rechtzeitige Erkennung solcher Plagiate ist entscheidend, um die wissenschaftliche Integrität der entsprechenden Arbeiten zu gewährleisten. Die aktuelle und zukünftige Forschung auf dem Gebiet der Plagiatsprüfung konzentriert sich auf die Entwicklung präziser Algorithmen zur Erkennung von Plagiaten und KI-generierten Texten [2] [3] sowie auf den Umgang mit ethischen und urheberrechtlichen Fragen [1]. Durch den Einsatz von KI-Technologien könnte Plagiatserkennungssoftware noch effektiver werden, um große Mengen von Texten zu analysieren und Ähnlichkeiten zwischen ihnen zu identifizieren, um potenzielle Plagiate aufzudecken. Dies könnte dazu beitragen, die Qualität wissenschaftlicher

Arbeiten zu verbessern und die Integrität des wissenschaftlichen Schreibens an den Hochschulen weiter zu stärken. Dabei sollten die Risiken [1] und die weiterhin wichtige Rolle der menschlichen Überprüfung (z.B. Lehrperson) dabei dieser Entwicklungen ebenfalls im Auge behalten werden.

## Quellen

- [1] Dr. Thilo Hagendorff (2023): Risiken aktueller KI-Forschung. Online verfügbar unter: <https://www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/rapid-reaction/details/news/risikenaktueller-ki-forschung/>, zuletzt geprüft am 2023.08.10
- [2] Jack Caulfield (2023): Das sind KI-Text-Erkenner und so funktionieren sie. Online verfügbar unter: <https://www.scribbr.de/ki-tools-nutzen/ki-text-erkennerfunktionsweise/#:~:text=KI%2DText%2DERkenner%20sind%20Tools,KI%20generiert%20worden%20sein%20k%C3%B6nnte>, zuletzt geprüft am 2023.08.10
- [3] Turnitin Webseite (2023): AI Writing Detection Capabilities - Frequently Asked Questions. Online verfügbar unter: <https://www.turnitin.com/products/features/ai-writing-detection/faq>, zuletzt geprüft am 2023.07.13

# CAMPLA/Lernstick: Digitale Prüfungen mit *Bring Your Own Device*

Merima Hotic, Simon Kaspar, Cinzia Garcia, Stefan Walter, Niklaus Lang

Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Schweiz; Teilprojekt Informatik des Hochschulprojekts „Hochschullehre 2025“

[cinzia.garcia@fhnw.ch](mailto:cinzia.garcia@fhnw.ch) (Projektmitarbeiterin); [campla.services@fhnw.ch](mailto:campla.services@fhnw.ch)

## Kurzzusammenfassung

Die Ansprüche an digitale Prüfungen mittels Bring Your Own Device (BYOD) sind hoch. Sie sollen (a) abgesichert und fair (z.B. unabhängig von der jeweiligen Leistung des Geräts) durchführbar sein und (b) einen Mehrwert zu analogen Formen der Kompetenzüberprüfung generieren. Dies setzt (c) einerseits ein Mass an bereits vorhandenen digitalen Fähigkeiten voraus, bietet aber andererseits die Möglichkeit die Erweiterung dieser als Kompetenzerwerb auszuweisen. Mit CAMPLA/Lernstick (CL) wurde eine technische Lösung entwickelt, getestet und (aktuell) validiert, die den Anspruch hat, alle diese Aspekte zu vereinen. Am E-Prüfungssymposium soll CAMPLA/Lernstick vorgestellt und eine Einordnung - basierend auf den bereits vorhandenen Erfahrungen - ermöglicht werden.

## Keywords

Digitale Prüfungen, Kompetenzerwerb, Drittapplikationen, CAMPLA/Lernstick, digital skills, Bring Your Own Device

## Ausführliche Beitragsbeschreibung

### Welche aktuellen praktischen und theoretischen Problemstellungen der digitalen Lehre bzw. des E-Assessments werden angesprochen?

Die Ansprüche an digitale Prüfungen mit *Bring Your Own Device* (BYOD) sind hoch. Sie sollen (a) *abgesichert und fair* (z.B. unabhängig von der jeweiligen Leistung des Geräts) durchführbar sein und (b) einen *Mehrwert* zu analogen Formen der Kompetenzüberprüfung generieren. Dies setzt einerseits aber voraus, dass (c) eine bereits vorhandene Palette digitaler Fähigkeiten (*digital skills*) sowohl auf Seiten der Studierenden wie auch der Lehrenden vorhanden sein oder erweitert werden müssen, bietet aber andererseits die Möglichkeit diesen zusätzlichen Kompetenzerwerb auch auszuweisen (vgl. Bandelt et al. (2021); Küppers (2023))

### Wie ist der Stand der Forschung in diesem Themenfeld? Welche Erfahrungen bestehen bereits in diesem Bereich?

Mit *CAMPLA/Lernstick* (CL) wurde an der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) eine technische Lösung entwickelt, getestet und (aktuell) validiert, die den Anspruch hat, alle diese Aspekte zu vereinen:

**(a) Sicherheit und Fairness:** Das Prüfungssystem *CAMPLA/Lernstick* besteht aus zwei sich ergänzenden Komponenten: (I) dem *Lernstick*, welcher der Absicherung der Studierendengeräte dient und (II) der *Prüfungsplattform CAMPLA* (Cloud E-Assessment Management Platform).

(I) Der *Lernstick* ist ein Linux Betriebssystem, welches via Speichermedium (USB-Stick) oder Netzwerk gestartet und damit temporär auf den Computern der Studierenden geladen wird. Das *Lernstick*-Betriebssystem sichert das Gerät der Studierenden vollumfänglich ab (z.B. gegenüber unerlaubter Kommunikation, Daten herunter- oder hochladen, u.ä.).

(II) Die Authentisierung sowie Autorisierung der Studierenden folgt über die Plattform CAMPLA. Dabei ist eine doppelte Präsenzüberprüfung der Studierenden möglich (zusätzliche Verwendung eines PIN-Codes).

**(b) Mehrwert:** Die Plattform CAMPLA ermöglicht zwei verschiedene Prüfungskonfigurationen:

(I) Auf virtuellen Computern (virtuelle Maschinen) oder (II) als Onlineprüfung durchgeführt werden:

(I) *Prüfung auf virtuellen Maschinen (VM):* Die Studierenden absolvieren Prüfungen anhand von aus dem Unterricht verwendeter Software (Drittapplikationen), z.B. in *Office-Applikationen* (Excel, Word, u.ä.), *R-Studio* oder *MATLAB*. Diese Art von E-Prüfung ermöglicht die Kompetenzüberprüfung auf *zwei* Arten: Den *inhaltlichen* (z.B. Statistik) und *technischen* (z.B. Umgang mit R-Studio) Kompetenzerwerb.

(II) *Onlineprüfung:* Diese Variante sieht vor, die Prüfung auf einem Lernmanagementsystem (z.B. Moodle) oder auf einer (hochschuleigenen) Prüfungsplattform durchzuführen.

**(c) Digital Skills:** Digitale Prüfungen mit CL haben einen gewissen Anspruch an die *digital skills* der Studierenden (und auch der Lehrenden). Dies hat den Vorteil, dass je nach Einsatz von CL zusätzlich zum Kompetenzerwerb, der erlernte *Umgang mit einer spezifischen Software* und die *zusätzlich notwendigen digital skills* ausgewiesen bzw. zertifiziert werden können. Dies kann auch zur Verbesserung der beruflichen Perspektiven der Absolvent:innen auf dem Arbeitsmarkt beitragen.

### **Ausblick: Was ergibt sich daraus für die weitere Forschung und Entwicklung?**

CAMPLA/Lernstick ist eine einfach zu bedienende Prüfungsumgebung, die es ermöglicht, auf den Geräten der Studierenden sichere und faire digitale Prüfungen durchzuführen, eine Erweiterung der bestehenden Prüfungsformen zu ermöglichen sowie neue zu entwickeln und digitale Kompetenznachweise gezielter auf den Arbeitsmarkt auszurichten.

CL befindet sich derzeit in einem *Validierungsprozess* mit dem Ziel, einen hochschulweiten Service aufzubauen. Weitere Überprüfungen der Prozesse und auf Erfahrung basierte Weiterentwicklungen sind notwendig. Zurzeit laufen Abklärungen für eine Organisationsform zur Verbreitung von CAMPLA/Lernstick für Dritte.

### **Quellen**

- [1] Bandelt, M., Baume, M., Brinkmann, E., Bedenlier, S., Budde, J., Eugster, B., Ghoneim, A., Halbherr, T., & Schulz, A. (2021). „Digitale Prüfungen in der Hochschule“—Neues Whitepaper. Hochschulforum Digitalisierung. Online verfügbar unter: <https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/news/digitale-pruefungen-hochschule-whitepaper>, zuletzt geprüft am 5.1.2022.
- [2] Küppers, B. (2023). Digitale Prüfungen mit Bring Your Own Device (BYOD). Diskussionspapier Nr. 24. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung.

# Entwicklung von disziplingeprägten Prüfungssystemen

Dr. Manuel Froitzheim, Louisa Kölzer

Digitale Wirtschaftsbildung am Lehrstuhl für Marketing und Handel, Universität Siegen  
[froitzheim@digitale-wirtschaftsbildung.de](mailto:froitzheim@digitale-wirtschaftsbildung.de) und [koelzer@digitale-wirtschaftsbildung.de](mailto:koelzer@digitale-wirtschaftsbildung.de)

## Kurzzusammenfassung

Elektronische Prüfungen haben die Beschränkung von Single Choice und Multiple Choice Aufgaben überwunden und ermöglichen weitere Aufgabenformate. Doch wie gelingt die Integration fachspezifischer Prüfungsaufgaben der verschiedenen Disziplinen? Kompetenzorientierte Prüfungen, in denen die Studierenden mit (realen) Instrumenten des Fachs agieren, stellen eine Herausforderung dar. An der Universität Siegen wurde das ECON EAssessment als Prüfungsplattform für fachspezifische Prüfungen in wirtschaftswissenschaftlichen Fächern entwickelt und ist seit drei Jahren im Einsatz. Innerhalb der Entwicklung des ECON EAssessments lag ein Hauptaugenmerk auf der Berücksichtigung der unterschiedlichen Bearbeitungsweisen, welche Studierende aus verschiedenen Fachdisziplinen während einer Prüfung aufweisen.

## Keywords

Elektronische Prüfungen, ökonomischen Bildung, gute Aufgaben, Kompetenzorientierung

## Ausführliche Beitragsbeschreibung

Elektronische Prüfungen werden wegen der möglichen Effizienz und der vermeintlich objektiven Bewertung immer wieder auf Single Choice- und Multiple Choice-Aufgabenformate reduziert. Wobei die Messung von Oberflächenwissen (Scouller, 1998), die Ratechance (Haladyna et al., 2002), aufwendige Konstruktion von passenden Distraktoren (Haladyna & Downing, 1989) sowie die fehlende Möglichkeit zur Überprüfung des Lösungsprozesses (Simkin & Kuechler, 2005) wesentliche Nachteile darstellen. Aber auch die Erweiterung um Aufgabenformate, wie der Texteingabe, ersetzen nur solche Aufgabenformate, die auch schon bei Papier-Prüfungen möglich waren. Die Nutzung der zusätzlichen Möglichkeiten, welche die für elektronische Prüfungen verwendeten Geräte bieten, werden kaum ausgeschöpft.

Ferner sind im Lehrkontext zahlreiche innovative Lernformate wie Simulationen, Planspiele sowie ökonomische Experimente entstanden, die aber noch nicht in den Prüfungskontext überführt wurden. Insbesondere mit dem Ziel einer kompetenzorientierten Prüfungskultur ist die Integration in den Prüfungskontext wünschenswert.

Die Form der Bearbeitung einer elektronischen Prüfung ist zusätzlich von der Disziplin der Studierenden abhängig. Eine Auswertung von 6431 bearbeiteten elektronischen Prüfungen hinsichtlich des Verhaltens der Studierenden aus unterschiedlichen Fachrichtungen zeigte, dass die Studierenden bezüglich des Abgabeverhaltens der Prüfung unterschiedliche Verhaltensweisen aufzeigen. So gaben die Hälfte der Studierenden aus medizinischen Studiengängen die Prüfung bereits 16,2 Prozent vor Ende der vorgesehenen Bearbeitungszeit ab und auch in den Studiengängen der Wirtschaftswissenschaften beendeten die Studierenden die Prüfung bereits 9,3 Prozent vor Ende der Bearbeitungszeit. Studierende aus

anderen Fachrichtungen hingegen nutzten mehrheitlich die komplette Bearbeitungszeit aus. Hinsichtlich des Prüfungsbeginns lassen sich ebenso Unterschiede in den Verhaltensmustern von Studierenden verschiedener Fachbereiche nachweisen. Studierende, welche eine Prüfung erfolgreich abschließen, schauen sich die Aufgaben der Prüfung überwiegend nur einmal in den ersten zehn Minuten der Bearbeitungszeit an. Wohingegen Studierende, welche die Prüfung mit einer schlechteren Note abschließen, zu Beginn der Prüfung dreimal und öfter die Aufgaben anschauen.

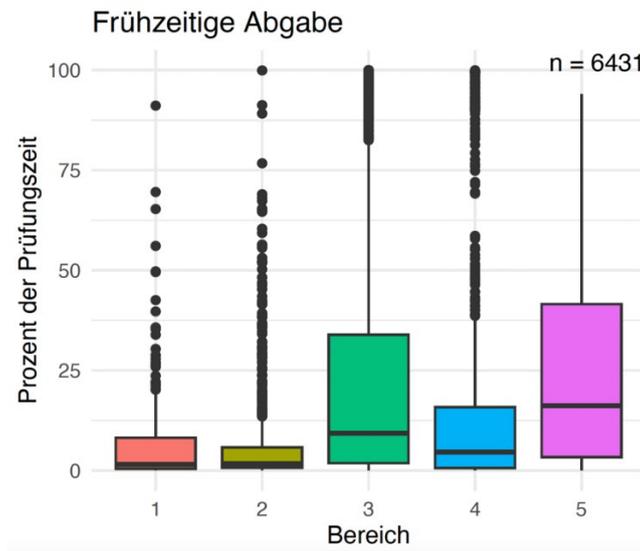


Abbildung 1: Frühzeitige Abgabe einer Prüfung (Bereiche: 1: Philosophie 2: Pädagogik 3: Wirtschaftswissenschaft 4: Naturwissenschaft 5: Medizin)



Abbildung 2: Angeschaute Seiten in den ersten 10 Minuten der Bearbeitungszeit

Die hier exemplarisch dargestellten unterschiedlichen Verhaltensmuster bei der Bearbeitung von Prüfungen, legen unterschiedlichen Anforderungen an eine Prüfungsplattform nahe. Die verschiedenen Disziplinen zielen im Prüfungsprozess auf verschiedene Kompetenzen ab. Abhängig davon, ob die Entscheidung, die Analyse oder die eigene Darstellung im Fokus der

Prüfung stehen sollen, ergeben sich unterschiedliche Aufgabenformate. Diese unterschiedlichen Anforderungen bzw. Aufgabenformate, sind vom Fachkontext geprägt und deswegen auch fachspezifisch umzusetzen.

Im Bereich der Wirtschaftswissenschaften wurde das ECON EAssessment an der Universität Siegen entwickelt, um insbesondere die notwendigen Aufgabenformate in den Prüfungskontext zu integrieren. Hierbei wurde es ermöglicht, Planspiele, Simulationen und ökonomische Experimente in die Prüfungsplattform zu integrieren, um folglich ein kompetenzorientiertes und fachspezifisches Prüfen zu ermöglichen. (Froitzheim, 2022)

## Quellen

- [1] Froitzheim, M. (2022). Ein interaktives Schulbuch aus fachdidaktischer Perspektive. Münster: LIT Verlag.
- [2] Haladyna, T. M., & Downing, S. M. (1989). Validity of a taxonomy of multiple-choice item-writing rules. *Applied Measurement in Education*, 2(1), S. 51-78.
- [3] Haladyna, T. M., Downing, S. M., & Rodriguez, M. C. (2002). A review of multiple-choice item-writing guidelines for classroom assessment. *Applied Measurement in Education*, 15(3), S. 309-333.
- [4] Scouller, K. (1998). The influence of assessment method on students' learning approaches: Multiple choice question examination versus assignment essay. *Higher Education*, 35(4), S. 453-472.
- [5] Simkin, M. G., & Kuechler, W. L. (2005). Multiple-choice tests and student understanding: What is the connection?. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 3(1), S. 73-98.

# Potenziale, Nutzen und Risiken von Large Language Models im Kontext des E-Assessments

Tim Metzler, Dr. Jörn Hees, Dr. Paul G. Plöger, Mohammad Wasil

Fachbereich Informatik, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg

[tim.metzler@h-brs.de](mailto:tim.metzler@h-brs.de), [joern.hees@h-brs.de](mailto:joern.hees@h-brs.de), [paul.ploeger@h-brs.de](mailto:paul.ploeger@h-brs.de), [mohammad.wasil@h-brs.de](mailto:mohammad.wasil@h-brs.de)

## Kurzzusammenfassung

Seit der Veröffentlichung von ChatGPT Ende 2022 haben sich Large Language Models (LLMs) zunehmend etabliert. Anfangs lediglich als Online-Service mit fragwürdigem Umgang bezüglich des Datenschutzes verfügbar, können diese Modelle mittlerweile vermehrt lokal betrieben werden. In diesem Beitrag untersuchen wir die möglichen Vorteile und Anwendungsszenarien von LLMs im Kontext des E-Assessments. Wir zeigen Szenarien in denen wir LLMs zur teilautomatischen Bewertung von studentischen Antworten eingesetzt haben. Wir evaluieren die Vorteile für Lehrende und Studierende und stellen die Ergebnisse in Form von Lessons Learned vor.

## Keywords

ChatGPT, LLama, Large Language Model, E-Assessment, Aufgabenerstellung, Automatic Short Answer Grading

## Ausführliche Beitragsbeschreibung

Im Jahr 2022 veröffentlichte OpenAI ChatGPT [1, 2], ein fortschrittliches "Large Language Model" (LLM). Dieses Modell ist in der Lage, eine Vielzahl von Aufgaben zu bewältigen, darunter "Zusammenfassungen", "Fragen beantworten" und "Kommunikation". Obwohl der Name des Unternehmens "OpenAI" suggeriert, dass Offenheit eine Priorität ist, bleiben sowohl die Trainingsdaten als auch das Modell selbst nicht öffentlich einsehbar. Dennoch hat sich ChatGPT seit seiner Einführung als nützliches Werkzeug für Wissenschaftler:innen und Studierende erwiesen, die es in verschiedenen Kontexten einsetzen. Dies wirft Bedenken hinsichtlich Datenschutz und Transparenz über die Verwendung der erstellten Inhalte auf [4, 5].

Seit dem Jahr 2023 haben sich zunehmend Alternativen etabliert, die lokal betrieben werden können [3, 6]. Diese Optionen ermöglichen es den Nutzern, die Kontrolle über ihre Daten zu behalten. Angesichts der zeitaufwändigen Natur der Erstellung und Bewertung von Klausuraufgaben erkennen wir, dass das manuelle Korrigieren von Prüfungen und Übungen einen erheblichen Anteil der Lehrenden in Anspruch nimmt. In diesem Zusammenhang planen wir, mittels einer Feldstudie zu untersuchen, inwieweit datenschutzkonforme Ansätze mithilfe von LLMs zur Unterstützung bei der Bewertung von Aufgaben angewendet werden können, und welche potenziellen Risiken dabei berücksichtigt werden müssen.

Unsere Feldstudie wird am Fachbereich Informatik an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg durchgeführt und umfasst folgende Aspekte:

- Bewertung von Übungs- und Klausuraufgaben
- Identifizierung von Risiken im Zusammenhang mit der Nutzung von LLMs

- Analyse der Qualität von computergestützten Methoden
- Bewertung der Hardwareanforderungen für den Einsatz solcher Modelle

Im Rahmen dieses Vortrags stellen wir die Ergebnisse der Studie vor und hoffen damit einen Beitrag zu einem besseren Verständnis für die Chancen und Herausforderungen von LLMs im Bildungsbereich leisten zu können.

## Quellen

- [1] OpenAI (2023): GPT-4 Technical Report. Online verfügbar unter: <https://arxiv.org/abs/2303.08774>
- [2] OpenAI (2022): Optimizing Language Models for Dialogue. Online verfügbar unter: <https://openai.casa/blog/chatgpt/>, zuletzt geprüft am 17.08.2023
- [3] Touvron, Hugo; Martin, Louis; Stone, Kevin et. al. (2023): Llama 2: Open Foundation and Fine-Tuned Chat Models. Online verfügbar unter: <https://arxiv.org/abs/2307.09288>
- [4] Yan, Lixian; Sha, Lele et. al. (2023): Practical and Ethical Challenges of Large Language Models in Education: A Systematic Scoping Review. Online verfügbar unter: <https://arxiv.org/abs/2303.13379>
- [5] Mohr, Gunda; Reinmann, Gabi; Blüthmann, Nadia; Lübcke, Eileen; Kreinsen, Moritz (2023): Übersicht zu ChatGPT im Kontext Hochschullehre. Online verfügbar unter: <https://www.hul.uni-hamburg.de/selbstlernmaterialien/dokumente/hul-chatgpt-im-kontextlehre-2023-01-20.pdf>, zuletzt geprüft am 17.08.2023
- [6] Gernanov, Georgi (2023): llama.cpp. Online verfügbar unter: <https://github.com/ggerganov/llama.cpp>, zuletzt geprüft am 17.08.2023

# Effizientere Durchführung von E-Klausuren an der Universität Kassel - Moodle-Plugins für das Prozessmanagement elektronischer Prüfungen von der Anmeldung bis zu signierten Archivdokumenten

Dr. Pascal Fischer  
Servicecenter Lehre, Universität Kassel  
[fischer@uni-kassel.de](mailto:fischer@uni-kassel.de)

## Kurzzusammenfassung

Mit der Einführung von Moodle als zentrales System für elektronische Prüfungen hat die Universität Kassel in Kooperation mit dem externen Dienstleister eledia GmbH eine Reihe von zusätzlichen Funktionalitäten und Plugins entwickelt, die das gesamte Prozessmanagement für die Betreuung von E-Prüfungen beginnend bei der Buchung von Prüfungsräumen über die Vorbereitung und Durchführung der Klausuren bis hin zur rechtssicheren Archivierung in einem System abbildet.

Im Vortrag werden diese Funktionalitäten auf Basis der seit 13 Jahren vom E-Klausurteam des Servicecenter Lehre der Universität Kassel entwickelten Workflows für E-Klausuren an der Universität Kassel vorgestellt. Der Ausblick zeigt aktuell geplante Entwicklungsperspektiven auch im Kontext des hochschulübergreifenden Austausches innerhalb der Moodle-Community auf und lädt zur Mitarbeit ein.

## Keywords

E-Assessments, Moodle, Plugins, Prozessmanagement, rechtssichere E-Prüfung

## Ausführliche Beitragsbeschreibung

An der Universität Kassel werden E-Klausuren bereits seit dem Wintersemester 2010/2011 zunächst in einem mobile E-Klausur-Center mit 83 Plätzen, ab Sommersemester 2014 in einem neuen stationären E-Assessmentcenter (EAC) mit 116 Plätzen, durchgeführt. Den Lehrenden steht seitdem ganzjährig eine funktionierende Infrastruktur für die Durchführung elektronischer Klausuren zur Verfügung [1]. Von Beginn an betreut das E-Klausurteam des Servicecenter Lehre (SCL) Lehrende bei der Planung und Durchführung der elektronischen Prüfungen und entwickelt seit mittlerweile 13 Jahren die Workflows zur sicheren Durchführung von E-Klausuren kontinuierlich weiter.

Mit dem Wechsel auf Moodle als zentrales Prüfungssystem in 2020 wurden in Zusammenarbeit mit der eledia GmbH eine Reihe von Plugins und Zusatzfunktionalitäten für Moodle entwickelt, die diese elaborierten Workflows in einem System abbilden und so eine vereinfachte Betreuung der Prüfer:innen durch das E-Klausurteam des SCL ermöglichen. Die hier entstandenen Plugins "e-exam booking-tool" und "quizattempexport\_Kassel" sind opensource veröffentlicht und werden mittlerweile von verschiedenen Hochschulen genutzt und weiterentwickelt. Zu den Funktionen gehören u. a.:

- langfristige Terminübersicht,

- eigenständige Terminbuchung durch Prüfer:innen,
- Planung der Raumbellegung orientiert an Teilnehmendenzahl,
- automatische Generierung von abgestimmten Zeit- und Aufgabenplänen zwischen Prüfer:innen und E-Assessment-Serviceteam,
- Dokumentation von E-Assessmentplanungen und -ablauf,
- automatische Erstellung von PDF/A-Klausurarchivdokumenten zur Signierung und Aufbewahrung nach der Klausur,
- Abfrage statistischer Kennzahlen zu E-Assessments.

### **Welche Erfahrungen bestehen bereits in diesem Bereich?**

Die Plugins haben sich im laufenden E-Klausurbetrieb an der Universität Kassel bereits als äußerst hilfreich und performant erwiesen. Sie sorgen für eine deutlich effizientere und zudem gut dokumentierte Kommunikation und Kollaboration zwischen E-Klausurteam und Prüfer:innen sowie innerhalb des Teams. So können etwa Personalausfälle schnell kompensiert, die dokumentierten Workflows sauber fortgeführt und damit mögliche Risiken oder Probleme bei der Durchführung minimiert werden. Dies führt insgesamt zu einem ressourcenschonenden Personaleinsatz und zu Rechtssicherheit in der Durchführung für das E-Klausurteam, die Prüfer:innen und die Studierenden.

### **Ausblick**

Im Vortrag werden die vorhandenen Tools einschließlich der damit verknüpften Workflows anhand eines fiktiven Beispiels im live-System vorgestellt. Sowohl die Workflows als auch die Plugins werden durch das Team des SCL an der Universität Kassel kontinuierlich weiterentwickelt. Das e-exam booking-tool kann dazu ohne Programmierkenntnisse editiert werden und ist somit auch auf individuelle lokale Bedingungen an anderen Hochschulen anwendbar. Die Weiterentwicklung der Plugins wird mittlerweile innerhalb der Moodle-Community in einer eigenen AG, koordiniert durch das Kompetenzzentrum Moodle.NRW, mit Beteiligung verschiedener Hochschulen aus anderen Bundesländern fortgeführt. Im Vortrag werden abschließend die aktuell an der Universität Kassel geplanten Weiterentwicklungen aufgezeigt.

### **Quellen**

- [1] Borchard, Christiane; Fischer, Pascal & Frommann, Uwe. (2020): 10 Jahre E-Klausuren an der Universität Kassel. In: M. Schulze (Hrsg.): Historisches Erbe und zeitgemäße Informationsinfrastrukturen: Bibliotheken am Anfang des 21. Jahrhunderts. Festschrift für Axel Halle. Kassel: kassel university press 2020, S. 313 - 325. Online verfügbar unter: <https://kobra.uni-kassel.de/handle/123456789/12168>, zuletzt geprüft am 30.08.2023.

# Digitale Umsetzung von Aufgaben in der Organischen Chemie in den Projekten ORCHESTRI und PITCH

Michael Striewe<sup>1</sup>, Daniel Püschner<sup>2</sup>, Katrin Schüßler<sup>3</sup>, Sebastian Hütgens<sup>2</sup>, Arne Lützen<sup>2</sup>, Michael Giese<sup>4</sup>, Maik Walpuski<sup>3</sup>, Michael Goedicke<sup>1</sup>

<sup>1</sup>paluno – The Ruhr Institut for Software Technology, Universität Duisburg-Essen, <sup>2</sup>Kekulé-Institut für Organische Chemie und Biochemie, Universität Bonn, <sup>3</sup>Chemiedidaktik, Universität Duisburg-Essen, <sup>4</sup>Organische Chemie, Universität Duisburg-Essen

[michael.striewe@paluno.uni-due.de](mailto:michael.striewe@paluno.uni-due.de)

## Kurzzusammenfassung

Ein großer Teil typischer Übungs- und Prüfungsaufgaben in der Organischen Chemie fordert Studierende dazu auf, Moleküle und Reaktionsmechanismen zeichnerisch darzustellen. Ein Mangel an geeigneten Funktionen sowohl zur Eingabe als auch zur automatisierten Überprüfung stellt eine wesentliche Hürde bei der Realisierung elektronischer Prüfungen in diesem und verwandten Fächern dar. In den Projekten ORCHESTRI und PITCH sind erfolgreich erste Schritte zur Überwindung dieser Hürde unternommen worden. Durch eine Erweiterung des E-Assessment-Systems JACK konnten mehrere charakteristische Klausuraufgabentypen digital umgesetzt und erfolgreich im Übungsbetrieb erprobt werden. Daraus ergeben sich erste Erkenntnisse zur Nutzbarkeit sowie Anforderungen für die weitere Entwicklung.

## Keywords

E-Assessment, Molekül-Zeichen-Aufgaben, Automatische Bewertung, Organische Chemie, Reaktionsmechanismen

## Ausführliche Beitragsbeschreibung

Studierende der Organischen Chemie müssen im Rahmen von Übungs- und Prüfungsleistungen in der Regel zahlreiche Aufgaben lösen, die das Zeichnen von Molekülen oder Reaktionsmechanismen erfordern. Um solche Aufgaben vollständig digital umsetzen zu können, müssen E-Assessment-Systeme drei Aspekte berücksichtigen: (1) Es wird ein gut bedienbares Werkzeug zur Eingabe benötigt; (2) Es wird ein Datenformat zur Speicherung der Eingabe benötigt, das alle wesentlichen Bestandteile der Lösung zuverlässig abbilden kann; (3) Es wird ein Verfahren zur automatischen Überprüfung der Einreichungen benötigt. Für die Eingabe stehen zwar bereits Werkzeuge zur Verfügung, diese verwenden aber Datenformate, die nicht alle Aspekte einer Lösung abbilden oder nicht angemessen mit automatischen Verfahren überprüft werden können [1]; oder die nicht in Lern-Management-Systeme integrierbar sind oder kein differenziertes Feedback ermöglichen [2]. Um dieses Hindernis für die Umsetzung digitaler Prüfungen in der Chemie zu beseitigen, wurde in den Projekten ORCHESTRI (Uni Bonn) und PITCH (Uni Duisburg-Essen) jeweils das E-Assessment-System JACK ausgewählt, um es um die nötigen Features zu erweitern, da sich dieses System bereits in der Vergangenheit als gut erweiterbar für fachspezifische Anforderungen erwiesen hat [3]. Ausgehend von 8 relevanten Klausuraufgabentypen wurden schrittweise Features umgesetzt, die derzeit bereits die vollständig digitale Umsetzung von 4 Aufgabentypen ermöglichen. Für die Eingabe von Molekülstrukturen und Reaktionsgleichungen wurde der Editor Kekule.js [4] ausgewählt, da dieser von allen frei verfügbaren Werkzeugen den größten Funktionsumfang

und ausreichende Anpassungsmöglichkeiten bietet. Der Editor stellt die studentische Eingabe in einem gut verarbeitbaren JSON-Format zur Verfügung und erlaubt den Export in mehrere Standardformate, sodass fachspezifische Software-Bibliotheken zur Analyse chemischer Strukturen bei der Überprüfung genutzt werden können. Dies ermöglicht ein unmittelbares und erklärendes, auf zugrundeliegende Fachprinzipien verweisendes Feedback [5] auf die Eingabe einzelner oder mehrerer Moleküle. Herausfordernd bleibt die Überprüfung ganzer Reaktionsmechanismen, da hierfür z. B. Positionsinformationen und Elektronenpfeile ausgewertet werden müssen und eine große Varianz in der Eingabe der Studierenden zu erwarten ist.

In der bisherigen Erprobung im Übungsbetrieb konnten umfangreiche Erfahrungen gesammelt und neue Anforderungen für die weitere Entwicklung gewonnen werden. Lehrende können bereits zu verschiedenen Fehlern umfangreiches Feedback hinterlegen, wobei in zukünftigen Arbeiten auch ausgewertet werden soll, welches Feedback relevant ist bzw. welche Fehler in welcher Häufigkeit auftreten. Studierende können so passgenauere und detailliertere Rückmeldungen zu ihrer Aufgabenlösung erhalten, als es bei einer Besprechung der Musterlösung der Aufgabe im Plenum der Präsenzübung der Fall wäre. Die Studierenden schätzen das unmittelbare Feedback direkt nach der Eingabe sehr. Herausfordernd ist es aktuell noch, Studierende an die Nutzung des Editors heranzuführen, weil er die Darstellung in Skelettschreibweise erfordert und Novizen im Bereich der Organischen Chemie diese sowie die anfängliche Nutzung des Editors scheinbar als zusätzliche Hürde im Lernprozess empfinden. Eine Bewertung anhand des standardisierten User Experience Questionnaire (UEQ-S) zeigte hier ebenfalls erhebliches Potenzial für die Weiterentwicklung auf, da eine unterdurchschnittliche Bewertung (0,66) erzielt wurde, in der insbesondere die pragmatische Qualität schlecht bewertet wurde (0,55). Dies deutet darauf hin, dass die Bedienbarkeit des Editors noch gesteigert werden muss, um einen reibungslosen Prüfungsablauf zu ermöglichen. Ziel hierbei sollte es sein, die unnötige kognitive Belastung, die bei der digitalen Bearbeitung der Aufgaben durch das Format verursacht wird, zu reduzieren und so der empfundenen Belastung, die beim Lösen der Aufgaben im Papierformat anfällt, anzugleichen.

## Quellen

- [1] Jobst, C.: Potenziale neuer Fragetypen für die Naturwissenschaften. In: Grundfragen Multimedialen Lehrens und Lernens (GML<sup>2</sup> 2015). S. 145-152, 2015.
- [2] Chamala, R. R.; Ciochina, R.; Grossman, R. B.; Finkel, R. A.; Kannan, S. & Ramachandran, P. EPOCH: An Organic Chemistry Homework Program That Offers Response-Specific Feedback to Students. In: Journal of Chemical Education, 83, 164-169, 2006.
- [3] Pobel, S.; Striwe, M.: Domain-Specific Extensions for an E-Assessment System. In: Advances in Web-Based Learning - ICWL 2019, Springer, Cham. S. 327-331, 2019.
- [4] Jiang, C., Jin, X., Dong, Y., & Chen, M: Kekule.js - An Open Source JavaScript Chemoinformatics Toolkit, J. Chem. Inf. Model., 56(6), 1132-1138, 2016.
- [5] Johnson, Ch. I. & Priest, A. H.: The Feedback Principle in Multimedia Learning (S.449-463), in: Mayer, R. E. [Hrsg.]. The Cambridge Handbook of Multimedia Learning – Second Edition, Cambridge University Press, New York, 2014.

# Hilfe, mein Pool skaliert nicht – Infrastrukturelle Herausforderungen digitaler Prüfungen

Steffen Ritter, Sven Slotosch

Hochschule Offenburg, Universität Freiburg (Abteilung E-Learning)

[steffen.ritter@hs-offenburg](mailto:steffen.ritter@hs-offenburg), [sven.slotosch@rz.uni-freiburg.de](mailto:sven.slotosch@rz.uni-freiburg.de)

## Kurzzusammenfassung

Die Herausforderungen bei der Umstellung auf digitale Prüfungsformate sind noch immer vielfältig. Oftmals fehlt eine benutzerfreundliche technische Infrastruktur, die sich schnell und problemlos skalieren lässt. An Hochschulen werden dafür üblicherweise vorhandene PC Pools oder spezielle Prüfungsräume genutzt. Allerdings stoßen diese Lösungen aufgrund begrenzter Kapazitäten und Skalierbarkeit an Grenzen. BYOD oder mobile Prüfungspools sind als Alternativen denkbar, doch entstehen bei Prüfungen mit Drittapplikationen weitere Probleme. Das bereits auf dem ePS 2015 vorgestellte System bwLehrpool wurde weiterentwickelt und erlaubt einen Fernzugriff auf die vorhandene Infrastruktur. Ausgehend von dieser Entwicklung wird eine Cloud-Implementierung angestrebt, um standardisierte und flexible Prüfungsumgebungen bereitzustellen. Diese Cloudlösung verspricht eine skalierbare und zukunftsweisende Lösung für die Prüfungsdurchführung. In einer Kombination aus Vortrag und Demo zeigen wir den aktuellen Stand.

## Keywords

Prüfungs-Infrastruktur, bwLehrpool, VDI, Virtualisierung, Chromebooks, E-Prüfungen, BYOD

## Digitale Prüfungen zurück in die Präsenz – und nun?

Die Herausforderungen bei der Planung und Durchführung digitaler Prüfungen sind vielfältig. Oftmals fehlt eine technische Infrastruktur, die schnell und einfach nutzbar ist und bestenfalls dynamisch skaliert werden kann. Geeignete Geräte und Räumlichkeiten müssen zur Verfügung stehen, um Prüfungen mit einem überschaubaren Aufwand durchführen zu können. An Hochschulen und Universitäten werden dazu in der Regel vorhandene PC-Pools oder explizite Prüfungsräume genutzt. Allerdings müssen diese zum einen softwaretechnisch vorbereitet und abgesichert werden, zum anderen bieten sie meist nur eine sehr begrenzte Anzahl an Arbeitsplätzen. Mit bwLehrpool<sup>2</sup> wurde das Problem der einfach nutzbaren Infrastruktur bereits vor mehreren Jahren angegangen (vgl. Slotosch/Ritter 2015). Inzwischen steht bwLehrpool an 22 Hochschulen und Universitäten für den regulären Lehrbetrieb zur Verfügung und wird an mehreren Standorten auch als Infrastruktur für E-Prüfungen eingesetzt. Mit Hilfe von über Netzwerk bootenden Desktop-PCs und darauf aufbauender lokaler Virtualisierung in speziell abgesicherter Umgebung wurden seit 2015 allein an der Universität Freiburg über 300 Prüfungen mit dem System durchgeführt. Die vorhandenen Poolräume können innerhalb kürzester Zeit in einen Prüfungsmodus versetzt werden und stehen nach einem Reboot wieder für die Lehre zur Verfügung. Der Nachteil liegt hier jedoch in der

---

<sup>2</sup> <https://www.bwlehrpool.de>

beschränkten Zahl an Räumen und Rechnern. Die Räume sind häufig zu klein, so dass auf mehrere Räume bzw. Gebäude verteilt geprüft werden muss. Dies ist mit dem erhöhten Aufwand für Aufsicht und Koordination der Gruppen ab einem gewissen Grad nicht mehr leistbar. Ein einfaches Aufstocken der PC-Plätze ist auf Grund des häufig schon beschränkten Raumangebots meist ebenfalls nicht möglich.

### Skalieren durch VDI mit BYOD und mobilen Pools

Zur Erweiterung der Kapazitäten bieten sich Bring-Your-Own-Device-Lösungen (BYOD) oder mobile Prüfungspools auf Basis von Laptops oder Chromebooks an (vgl. Herrmann et. al. 2023). Unabhängig von der teilweise rechtlich ungeklärten Situation bei BYOD (vgl. ebd. und Kraemer 2023) eignen sich solche Lösungen besonders dann, wenn während der Prüfung nur auf ein Learning Management System (LMS) oder ein anderes Prüfungssystem zugegriffen werden soll oder Standard-Drittapplikationen genutzt werden. Sobald speziellere Software im Rahmen der Prüfung zum Einsatz kommt, steigt der Support-Aufwand auf Seiten der Lehrenden, da die Programme in der richtigen Version vorhanden sein, zusätzliche Pakete nachinstalliert werden müssen oder die benötigte Software schlicht zu teuer für eine private Anschaffung durch die Studierenden ist. Hier wären standardisierte Prüfungsumgebungen erforderlich, auf welche die Prüfungsteilnehmenden einfachen Zugriff haben. Eine direkte Integration zusätzlicher (Fremd-)Laptops in bwLehrpool ist in der Regel nicht möglich. Zum einen wäre ein Eingriff in die Bootreihenfolge notwendig, was einen hohen logistischen Aufwand am Prüfungstag bedeuten würde, zum anderen ist der Bootvorgang über WLAN derzeit nicht möglich. Die zusätzliche Verkabelung der Räume würde den Aufwand zudem deutlich erhöhen. Im Gegensatz dazu kann davon ausgegangen werden, dass mitgebrachte Geräte zumindest einen aktuellen Browser zur Nutzung des Fernzugriffs besitzen und somit auch ad-hoc über WLAN genutzt werden können.

Bereits seit Mitte 2020 besitzt bwLehrpool die Möglichkeit per Fernzugriff über einen üblichen Webbrowser auf die bwLehrpool-Infrastruktur zuzugreifen. Diese Funktion wurde im Rahmen der Corona-Lockdowns entwickelt und stellte einen wichtigen Baustein dar, um die Lehre während dieser Zeit aufrecht zu erhalten. Das größte Manko dabei ist allerdings, dass hierfür physische Rechner aus den PC-Pools im Verhältnis 1:1 genutzt werden müssen, die dann wiederum in den Pools nicht zur Verfügung stehen. Im Rahmen des Verbundprojektes „Partnerschaft für innovative E-Prüfungen - Projektverbund der baden-württembergischen Universitäten“ (PePP; gefördert von der „Stiftung Innovation in der Hochschullehre“) wird derzeit untersucht, wie sich die Umgebung teilweise in eine Cloud auslagern lässt bzw. lokale Ressourcen damit erweitert werden können (vgl. Bentele/Ritter 2023). Das Ziel ist die Bereitstellung einer Vielzahl über bwLehrpool verwalteter Virtueller Maschinen in Form einer Virtual Desktop Infrastructure (VDI). Dies soll mittels OpenStack<sup>3</sup> in der bwCloud<sup>4</sup> geschehen. Der Zugriff auf die Prüfungsumgebung erfolgt dann allein über einen Webbrowser, wodurch theoretisch eine beliebige Anzahl an Prüflingen bedient werden kann.

---

<sup>3</sup> <https://www.openstack.org>

<sup>4</sup> <https://www.bw-cloud.org>

Um den Einsatz der bwLehrpool-Infrastruktur im remote-Prüfungsbetrieb zu testen und um einen mobilen Prüfungspool aufzubauen hat die Universität Freiburg im Rahmen des Projektes PePP bisher 44 Chromebooks angeschafft. Über die Managementkonsole können diese zentral so vorbereitet werden, dass der Zugriff ausschließlich auf den bereitgestellten Prüfungs-Fernzugriff eingeschränkt ist. Zwar befindet sich die Umsetzung der VDI-Umgebung in der Cloud derzeit noch in Arbeit, allerdings kann die angedachte Lösung bereits exemplarisch getestet werden. Hierzu werden „echte“ Rechner in einem Poolraum vorgehaltenen, auf die mit den Chromebooks per Webbrowser zugegriffen wird. Sobald die Tests erfolgreich verlaufen und die Arbeiten an der Cloudlösung abgeschlossen sind, ist die Bereitstellung physischer Rechner nicht mehr notwendig und allen Nutzer\*innen von bwLehrpool steht ein mächtiges Tool zur skalierbaren Bereitstellung standardisierter Prüfungsumgebungen zur Verfügung.

## Quellen

- [1] Bentele, M., Ritter, S.: Flexible Prüfungspools und Remote-Prüfungsszenarien. In: Kleinn, K., Slotosch, S., Bandtel, M., Bumann, E. (Hrsg.) (2023): Digitale Prüfungen – flexibel, kompetenzorientiert und gerecht. Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Projekt PePP: Partnerschaft für innovative E-Prüfungen. Projektverbund der baden-württembergischen Universitäten. Freiburg im Breisgau, Heidelberg, Hohenheim, Karlsruhe, Konstanz, Mannheim, Stuttgart, Tübingen, Ulm. DOI: 10.609/UNIFR/237889
- [2] Herrmann, O., Belz, R., Mövius, R., Strassner, D.: Mobile Endgeräte für den Prüfungseinsatz - BYOD. In: Kleinn, K., Slotosch, S., Bandtel, M., Bumann, E. (Hrsg.) (2023): Digitale Prüfungen – flexibel, kompetenzorientiert und gerecht. Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Projekt PePP: Partnerschaft für innovative E-Prüfungen. Projektverbund der badenwürttembergischen Universitäten. Freiburg im Breisgau, Heidelberg, Hohenheim, Karlsruhe, Konstanz, Mannheim, Stuttgart, Tübingen, Ulm. DOI: 10.609/UNIFR/237889
- [3] Kraemer, R.: Rechtliche Bewertung von Lockdown-Browsern im Rahmen von PePP. In: Kleinn, K., Slotosch, S., Bandtel, M., Bumann, E. (Hrsg.) (2023): Digitale Prüfungen – flexibel, kompetenzorientiert und gerecht. Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Projekt PePP: Partnerschaft für innovative E-Prüfungen. Projektverbund der baden-württembergischen Universitäten. Freiburg im Breisgau, Heidelberg, Hohenheim, Karlsruhe, Konstanz, Mannheim, Stuttgart, Tübingen, Ulm. DOI: 10.609/UNIFR/237889
- [4] Slotosch, S., Ritter, S.: Elektronische Prüfungen in einer virtualisierten Umgebung. e-Prüfungs-Symposium ePS 18. – 19. November 2015 // Paderborn (<https://www.eteaching.org/etresources/pdf/abstractband-eps2015.pdf>)

# Praktische Informatik-Kompetenzen interaktiv an Laptops prüfen: ein resilientes System für große E-Prüfungen bei kleinen Ressourcen

Prof. Dr. Dominik Herrmann

Lehrstuhl f. Privatsphäre und Sicherheit in Informationssystemen (PSI), Universität Bamberg

[dominik.herrmann@uni-bamberg.de](mailto:dominik.herrmann@uni-bamberg.de)

## Kurzzusammenfassung

In Fächern wie Informatik wirken handschriftliche Klausuren oft überholt. Unser System PSI-Exam ermöglicht die Überprüfung praktischer Fähigkeiten direkt auf Laptops - auch in großen Einführungskursen. Die Beantwortung der Fragen erfolgt auf autarken Prüfungslaptops, auf denen Hilfsmittel wie Programmierumgebungen und Kommandozeilentools installiert sind. PSI-Exam wurde so entwickelt, dass es auch für kleinere Hochschulen mit unzureichenden räumlichen und personellen Ressourcen attraktiv ist. Zusätzlich ermöglicht PSI-Exam die Weiterentwicklung der Prüfungsdidaktik, indem beispielsweise Prüfungsaufgaben so gestaltet werden können, dass bereits während der Eingabe Feedback gegeben wird, um den Prüfungsstress zu reduzieren. Ausfallsicherheits- und Sabotageschutz-Mechanismen minimieren Risiken des Technikeinsatzes. Eine Evaluation mit 120 Prüflingen ergab ein positives, jedoch differenziertes Stimmungsbild. Wichtig ist insbesondere eine gute Vorbereitung der Studierenden auf die Prüfungsumgebung.

## Keywords

Autarke Laptops, Linux, IT-Sicherheit, Chancengleichheit, Live-Feedback, Evaluation

## Ausführliche Beitragsbeschreibung

**Problemstellung.** PSI-Exam adressiert vier Anforderungen. (1) In Fächern wie Informatik sind handschriftliche Klausuren oft wenig geeignet. Um Problemlösungsfähigkeiten praktisch zu prüfen, benötigen die Prüflinge während der Prüfung Zugriff auf Hilfsmittel wie Programmierwerkzeuge und die Kommandozeile. (2) Gerade für kleinere Hochschulen mit unzureichender Ausstattung sind E-Prüfungen eine Herausforderung. Rechnerräume sind für E-Prüfungen mit 200–300 Prüflingen oft zu klein und Prüfungsräume haben oft keine ausreichende Stromversorgung bzw. Netzanbindung. Weiterhin fehlt oft Personal, um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten. (3) Wir möchten mit E-Prüfungen auch die Prüfungsdidaktik weiterentwickeln. PSI-Exam ermöglicht es beispielsweise, Teilaufgaben so zu konzipieren, dass Studierende Tipps bei der Bearbeitung bekommen. Dies kann zur Verringerung des Prüfungsstresses beitragen. (4) Schließlich sollte die Lösung auch für Fernprüfungen zum Einsatz kommen können, die in Bayern gem. §8 BayFEV nur bei termingleicher Präsenzprüfung unter strenger Beachtung der Grundsätze der Chancengleichheit möglich sind.

**Vorgestellte Lösung: PSI-Exam.** Keine uns bekannte Lösung setzt diese Anforderungen zufriedenstellend um. Dynexite der RWTH Aachen (<https://docs.dynexite.de>) hat hohe IT- und Personal-Anforderungen. Das u.a. von der Universität Hohenheim verfolgte Bring-Your-Own-

Device-Modell [1] würde zur Wahrung der Chancengleichheit eine einheitliche und zuverlässige Installation der Hilfsprogramme auf privaten Geräten voraussetzen. LMS-basierte Ansätze wie TUXamine (<https://www.tu.berlin/innocampus/projekte/tuxamine>) und das Angebot der Universität Regensburg (<https://www.uni-regensburg.de/rechenzentrum/lehre-lernen/unterstuetzung-lehrangebote/e-pruefungen/>) setzen i.d.R. stabilen Netzzugang voraus.

PSI-Exam haben wir hingegen mit Blick auf die vier Anforderungen entwickelt. Bis zum Ende des SoSe 2023 werden wir damit drei E-Prüfungen mit bis zu 250 Studierende in einem Raum durchgeführt haben. Die Laptops (Lenovo T14; Altgeräte wären aber ebenfalls ausreichend) wurden mit Blickschutzfiltern versehen und liefen während der Prüfung ohne Stromanschluss und Netzzugang. Zum Einsatz kam ein gehärtetes Debian-Linux-Betriebssystem. Das Beantworten der Aufgaben, sei es Freitext oder Multiple Choice, erfolgt im Browser.

Unsere Lösung ist für Prüfer aufwandsarm, für Studierende datensparsam und erreicht eine hohe Resilienz gegenüber Ausfällen und Angriffen. Prüfsummen für Prüflinge und Aufsichten erlauben die Erkennung menschlicher Fehler. Digitale Signaturen und verschlüsselte Nachrichten schützen Datenintegrität und -vertraulichkeit. Das Vorbereiten der Laptops (Aufladen und Multicast-Deployment), kann im Voraus von Hilfskräften durchgeführt werden, da die Klausuraufgaben erst im Prüfungsraum über ein temporäres, vom Internet getrenntes WLAN bezogen werden. Die Eingaben der Prüflinge werden während der Prüfung lokal abgespeichert; zusätzlich als Backup auf einem USB-Stick, der bei technischen Problemen schnell an ein Ersatzgerät angeschlossen werden kann. Am Ende der Prüfungszeit werden die Eingaben über das WLAN auf den Aufsichtslaptop übertragen, können aber auch – etwa im Falle von instabilem WLAN oder eines Denial-of-Service-Angriffs auf das WLAN – von den USB-Sticks kopiert werden.

**Weitere Entwicklung.** Geplant ist die Entwicklung einer Webanwendung für Korrektur- und Remonstrationsprozesse, die Veröffentlichung unter einer Open-Source-Lizenz und die Umsetzung von Maßnahmen zur Überführung in den Regelbetrieb. Weiterhin wollen wir mit neuen prüfungsdidaktischen Methoden experimentieren.

Im Juli 2023 absolvierten 150 Studierende eine E-Probeklausur im Fach „Rechner- und Betriebssysteme“ mit PSI-Exam. Von den 120, die im Anschluss einen Evaluationsbogen ausfüllten, nutzten 41% die Linux-Shell als Hilfsmittel, wobei mehr als die Hälfte davon diese als hilfreich empfand. Allerdings war die Mehrheit zurückhaltend: 42% gaben an, Papierklausuren zu bevorzugen, lediglich 28% die E-Prüfung (31% gaben keine Präferenz an). Einige der Bedenken waren auf das ungewohnte Prüfungsformat und anfängliche Bedienungsschwierigkeiten zurückzuführen, etwa dem Scrollen per Touchpad. Zukünftig erlauben wir daher die Mitnahme leiser Tastaturen und Mäuse. Das Feedback deutet insbesondere darauf hin, dass es für die Akzeptanz wichtig ist, eine vertraute Prüfungsumgebung zu schaffen. Ein erster Schritt dazu ist neben dem Angebot einer Probeklausur ein Erklärvideo, das den Prüfungsablauf an einem konkreten Beispiel erläutert.

Das Erklärvideo, eine Aufzeichnung des Vortrags, der auf dem E-Prüfungs-Symposium gehalten wurde, und weitere Informationen sind auf der PSI-Exam-Webseite (<https://www.uni-bamberg.de/psi/psi-exam>) abrufbar.

## Quellen

- [1] Universität Hohenheim. (2023): Uni-Klausur am eigenen Laptop: Erste „Bring Your Own Device“-Prüfung in BaWü. Online verfügbar unter: [https://www.uni-hohenheim.de/pressemitteilung?tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=58071](https://www.uni-hohenheim.de/pressemitteilung?tx_ttnews%5Btt_news%5D=58071), zuletzt geprüft am 09.01.2024.

# Universitäre und studentische Endgeräte: Umsetzung von digitalen Präsenzprüfungen in den Poolräumen und als Bring-Your-Own-Device

Dr. Svenja Böhn, Alexander Holzer

Universität Mannheim: Zentrum für Lehren und Lehren / Zentrale Prüfungskoordination

[boehn@uni-mannheim.de](mailto:boehn@uni-mannheim.de), [alexander.holzer@uni-mannheim.de](mailto:alexander.holzer@uni-mannheim.de)

## Kurzzusammenfassung

Die Umsetzungspraxis digitaler Prüfungen in den von Corona geprägten Semestern ging mit Nachteilen aufgrund der nicht-vor-Ort-Durchführung einher. Unser Ziel ist es, die etablierten digitalen Strukturen mit einer Präsenzdurchführung zu kombinieren: In großen Gruppen setzen wir Prüfungen auf den Endgeräten der Studierenden (Bring-Your-Own-Device, BYOD) um. Für kleinere Gruppen eignet sich die Prüfungsdurchführung in den PC-Poolräumen der Universität. Wir möchten mit unserem Beitrag einen Einblick in die digitale Prüfungspraxis an unserer Universität geben. Wir möchten genauer herausarbeiten, welches Informationsbedürfnis auf Seiten der Studierenden und Prüfenden besteht, welche organisatorischen, logistischen, rechtlichen und technischen Aspekte in die Prüfungsplanung einzubeziehen sind und welche Erfahrungen wir mit ersten Pilotprüfungen im BYOD- und Poolraum-Format gemacht haben. Explizit möchten wir auch auf die technisch umsetzbare Möglichkeit zu offenen, teil-offenen und geschlossenen Prüfungsumgebungen durch lockdown-Browser eingehen. Untermuert werden unsere Befunde durch die Darstellung der Ergebnisse aus den Prüfungen nachgelagerten Anschlussbefragungen mit den Rückmeldungen von ca. 3.000 Studierenden und den verantwortlichen Lehrenden.

## Keywords

Bring-Your-Own-Device, BYOD, digitale Prüfung, on campus, Poolraum

## Ausführliche Beitragsbeschreibung

In den vergangenen, von Corona geprägten Semestern, hat unsere Universität verschiedene digitale Prüfungsformate entwickelt. Kennzeichnend für diese Phase war die Aufgabenbearbeitung der Studierenden von außerhalb der Universität, meist in ihrer heimischen Umgebung. Der Einsatz unterschiedlicher Hardware und Software sowie Unterschiede in Netzgeschwindigkeit und -stabilität führten hier teilweise zu individuellen Beeinträchtigungen in den Bereichen Chancengleichheit und Fairness im Prüfungsverlauf (Iwen et al. 2022). Auch die Beaufsichtigung bzw. die Sicherstellung einer betrugsarmen Prüfungsumgebung war in diesem Umsetzungsszenario deutlich erschwert.

Im Rahmen der Partnerschaft für innovative E-Prüfungen (Projektverbund der baden-württembergischen Universitäten; PePP) werden an unserer Universität innovative digitale Prüfungsformate, die in den Pandemiesemestern etabliert wurden, in Präsenzscenarien überführt: Ein Format, das sich für die Umsetzung in großen Gruppen als geeignet erweist, ist die Bearbeitung der Prüfungsaufgaben auf den Endgeräten der

Studierenden im Hörsaal (Bring-Your-Own-Device, BYOD). Eine Option für kleinere Kurse ist die Durchführung digitaler Prüfungen in den Poolräumen der Universität, mit dem Vorteil, dass die Hoheit über Hardware, Software und Netzwerk auf Universitätsseite liegt. Unsere Universität schafft durch beide Formate einen nachhaltigen Einsatz der bestehenden digitalen Prüfungsumgebung und deren kontinuierlicher Verbesserung in engem Kontakt und Austausch mit Lehrstühlen, Verwaltung und Studierenden.

Technologiebezogene Nachteile (z.B. DiMaggio et al. 2004) auf Seiten der Studierenden können in digitalen Präsenz-Prüfungsformaten leichter identifiziert und behoben werden. Darüber hinaus ergeben sich Chancen für die Barrierefreiheit von Prüfungsaufgaben, deren semesterübergreifende Vergleichbarkeit, zeit- und raumlogistische Verbesserungen. Gleichzeitig ermöglicht die digitale Umsetzung den Lehrenden das Anlegen großer, erweiterbarer und wiederholt nutzbarer Fragenpools, die unkomplizierte Modifikation einzelner Aufgaben und ganzer Prüfungen, den Einsatz multimedialer Materialien sowie die randomisierte und (teil-)individualisierte Zuteilung von Prüfungsaufgaben an einzelne Studierende sowie die willkürliche Reihenfolge von Aufgaben. Auch für den Bereich der Nachteilsausgleichsgewährung ergeben sich hier neue Möglichkeiten beim Prüfen mit Hinblick auf Inklusionsprozesse an Hochschulen.

Wir möchten mit unserem Beitrag einen Einblick in die digitale Prüfungspraxis an unserer Universität geben. Wir möchten genauer herausarbeiten, welches Informationsbedürfnis auf Seiten der Studierenden und Prüfenden besteht, welche organisatorischen, logistischen, rechtlichen und technischen Aspekte in die Prüfungsplanung einzubeziehen sind und welche Erfahrungen wir mit ersten Pilotprüfungen im BYOD- und Poolraum-Format gemacht haben. Explizit möchten wir auch auf die technisch umsetzbare Möglichkeit zu offenen, teil-offenen und geschlossenen Prüfungsumgebungen durch lockdown-Browser eingehen. Untermuert werden unsere Befunde durch die Darstellung der Ergebnisse aus den Prüfungen nachgelagerten Anschlussbefragungen mit den Rückmeldungen von ca. 3.000 Studierenden und den verantwortlichen Lehrenden.

## Quellen

- [1] DiMaggio, P., Hargittai, E., Celeste, C., & Shafer, S. (2004). From unequal access to differentiated use: A literature review and agenda for research on digital inequality. In: Neckerman, K. (Hrsg.). *Social Inequality*. New York: Russell Sage Foundation, 355 – 400.
- [2] Iwen, I., Fritsche, K., & Schroth, E. (2022). Digitale Hochschullehre und soziale Ungleichheit. *Zeitschrift für Diversitätsforschung und -management (ZDfm)*, 7(1), 77 – 81, Schwerpunktthema: Praxisbeiträge.

# Prozesse für digitale Eignungsprüfungen

Baume, Matthias; Dörfler, Eva

ProLehre | Medien und Didaktik, Technische Universität München

[matthias.baume@tum.de](mailto:matthias.baume@tum.de), [eva.doerfler@tum.de](mailto:eva.doerfler@tum.de)

## Kurzzusammenfassung

Die Hochschulen erfahren bei verschiedenen Studiengängen in den vergangenen Jahren teils deutlich steigende Bewerberzahlen. Die bislang angewandten, mehrstufigen Abläufe und Prozesse der Eignungsfeststellungsverfahren (EFV) sind in der Praxis jedoch häufig sehr zeit- und ressourcenaufwändig und nur schwer skalierbar.

Digitale Online-Eignungsprüfungen schaffen weitestmögliche Gleichstellung bei der Bewertung, die Authentifizierung und Beaufsichtigung der Prüflinge ermöglichen einen akzeptablen Schutz vor Täuschung. Durch eine automatisierte Auswertung liegen die erbrachten Leistungen meist bereits direkt nach der Prüfung vor.

Der Beitrag fokussiert die seit 2022 an der TU München durchgeführten Varianten für digitale Eignungsprüfungen und beleuchtet die durchzuführenden Prozesse und praktischen Abläufe. Darüber hinaus werden die Prüfungsumgebung und die zur Beaufsichtigung erforderlichen Tools vorgestellt. Den Abschluss bilden erste Evaluationsergebnisse und Erkenntnisse aus der Praxis.

## Keywords

Digitale Eignungsprüfung, Online-Prüfung, Eignungsverfahren in der Hochschule

## Ausführliche Beitragsbeschreibung

### 1. Verfahren zur Eignungsfeststellung: Entwicklung und aktueller Stand

Eignungsfeststellungsverfahren (EFV) zur Beurteilung und Auswahl der Studienbewerber\*innen werden in Fachdisziplinen wie dem Kunst-, Musik- oder Sportstudium bereits seit langem – teils sogar seit Jahrhunderten – für die Aufnahme in das entsprechende Studium vorausgesetzt [1–3]. Auch allgemeine Eignungstests zur Hochschulqualifikation existieren in den USA bereits seit mehr als 100 Jahren [4, 5]. In den technisch orientierten Fachbereichen, wie z.B. den Ingenieurwissenschaften spielt die Überprüfung der Eignung für die Hochschulen besonders in den vergangenen Jahren eine zunehmende Rolle [6, 7]

*„Eignungsfeststellungsverfahren [...] basieren auf der Annahme, dass bestimmte Studiengänge eine spezifische Eignung voraussetzen, die nicht allein durch die Vorlage des Abiturzeugnisses feststellbar ist.“* [7, S. 3]

Bedingt durch die teils stark steigenden Bewerberzahlen [8], die zunehmenden Internationalisierungsbestrebungen vieler weltweit ausgerichteter Universitäten, verbunden mit dem Wunsch nach einer fairen und auf den späteren Studienerfolg ausgerichteten Auswahl der Bewerberkohorte [9–11] rücken individuelle Auswahlverfahren mehr und mehr in den Blick der jeweiligen Studiengangs-Verantwortlichen [7, 8]. Auch an der TU München (TUM) sind derartige Verfahren zur Überprüfung der Eignung im Einsatz (vgl. [6, 12, 13]).

Die zur Studierendenauswahl bislang meist angewandten Abläufe und Prozesse der Eignungsverfahren sind in der Praxis jedoch häufig sehr zeit- und ressourcenaufwändig [6, S. 42].

Ein typischer Auswahlprozess läuft in der Regel in zwei Schritten ab (Abbildung 1). In einer ersten Auswahlstufe werden die eingereichten Dokumente der Bewerber\*innen genau auf die vorhandene Qualifikation hin überprüft. Hierbei wird eine erste Verringerung der Bewerber\*innen-Kohorte erreicht. Je nach festgelegtem Prozess erhält bereits ein Teil der Kandidat\*innen die direkte Zulassung und ein weiterer Teil die direkte Ablehnung. In der zweiten Stufe werden anschließend entweder alle prinzipiell geeigneten Bewerber\*innen oder die Kandidat\*innen, bei denen die Zulassung unsicher ist (das ist die üblichere Variante), mit Hilfe eines persönlichen Interviews auf ihren Kenntnisstand und ihre Eignung hin getestet [12, 13].

Auch an der TUM ist dieser Prozess sehr üblich und wird in unterschiedlichen Fachbereichen durchgeführt (vgl. [6, S. 43, 12, 13]).

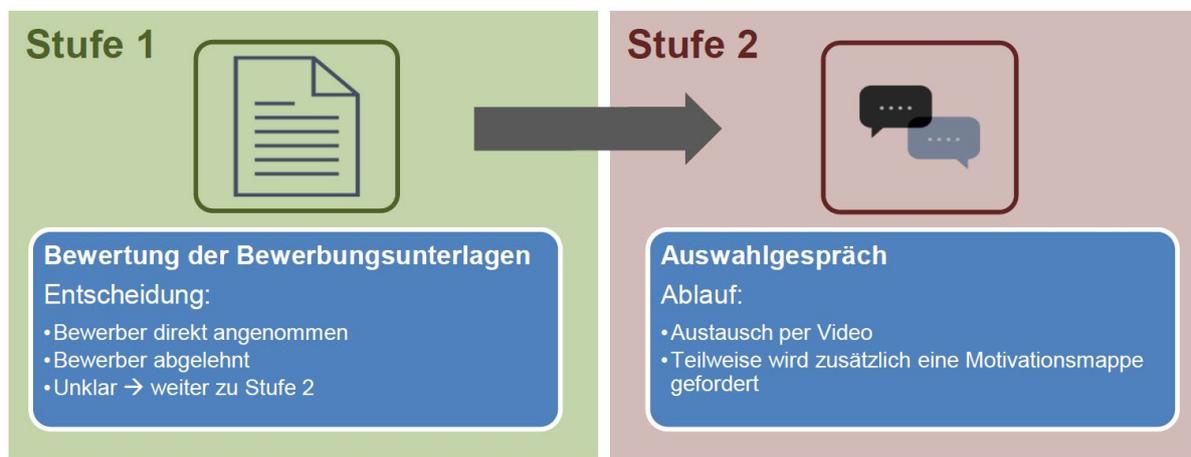


Abbildung 1: Prozess eines Eignungsprozesses (eigene Abbildung)

Das genannte Vorgehen bzw. die erforderlichen Aktivitäten erweisen sich mit zunehmender Zahl an Bewerber\*innen jedoch nur schwer skalierbar. Es ist personell kaum zu leisten, die vielgestaltigen, aus der ganzen Welt eintreffenden Dokumente (von teils einigen hundert Bewerber\*innen nur für einen einzigen Studiengang) schnell und detailliert zu bewerten. Bei sog. Drittstaaten (also Staaten, die sich nicht innerhalb der Lissabon-Konvention zu vergleichbaren Studienleistungen verpflichtet haben) kommt hierbei erschwerend hinzu, dass die eingereichten Qualifikationen wie Sprachzeugnisse oder vorhandene Abschlüsse nicht immer qualitativ vergleichbar sind.

Ähnlich problematisch erweist es sich, hundert oder mehr persönliche Interviews mit den ausgewählten Kandidat\*innen zu durchlaufen, um einen hinreichenden Eindruck der Qualifikationen zu gewinnen.

## 2. Entwicklung von Online-Eignungsprüfungen

Verschiedene Hochschulen haben daher im Laufe der vergangenen Jahre Online-Eignungstests etabliert [14]. Diese ermöglichen eine faire, ressourcenschonende und deutlich effizientere Alternative zu den klassischen Verfahren. An der TUM werden seit 2022 mehrere Varianten für digitale Eignungsprüfungen auf der Prüfungsplattform Moodle erfolgreich durchgeführt.

Abbildung 2 zeigt den übergeordneten Prozess der Prüfungsvorbereitung und Abwicklung als Rahmen für Prüfungsverantwortliche.

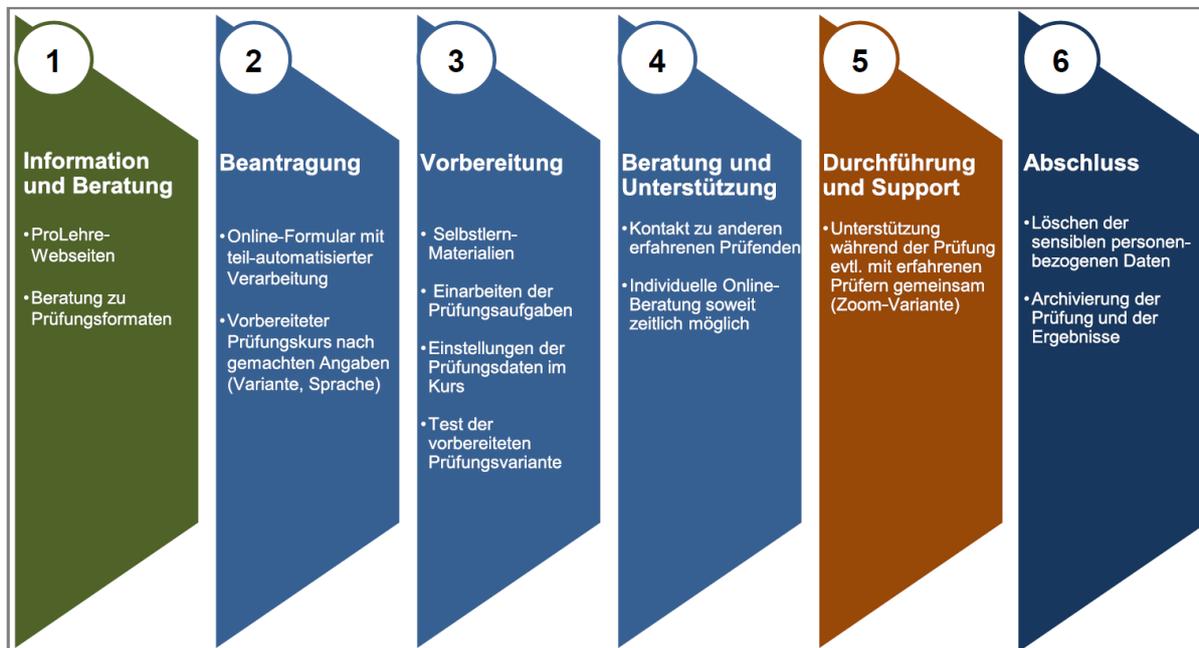


Abbildung 2: Rahmenprozess einer digitalen Eignungsprüfung an der TUM (Eigene Abbildung)

Nach einer ersten Informations- und ggf. Beratungsphase (Schritt 1) beantragen die Prüfungsverantwortlichen den für sie passenden Prüfungskurs (Schritt 2). Die Prüfungsinhalte werden dann entsprechend vorbereitet und getestet (Schritt 3). Bei Bedarf können die Beratungs- und Unterstützungsangebote des Prüfungsteams in Anspruch genommen werden (Schritt 4). Zum Prüfungszeitpunkt wird die digitale Prüfung von den Verantwortlichen – ggf. mit personeller Unterstützung des Prüfungsteams – abgewickelt (Schritt 5). Zuletzt werden die notwendigen Abschlussarbeiten durchgeführt (Schritt 6).

Aufgrund der datenschutzrechtlichen Rahmenbedingungen wird jede digitale Eignungsprüfung, die eine Fernprüfungs-Option beinhaltet, als hybride Prüfung angeboten. Das bedeutet, dass Bewerber\*innen, die nicht an einer beaufsichtigten Fernprüfung teilnehmen möchten, die Möglichkeit haben, alternativ an einer zeitgleichen digitalen Prüfung im Hörsaal an der TUM mit menschlicher Aufsicht teilzunehmen. Je nach Kohortengröße werden die Bewerber\*innen entweder menschlich oder automatisiert beaufsichtigt und können in diesem Prüfungs-Szenario ihre Studienqualifikation realistisch unter Beweis stellen. Kleinere Kohorten werden mit der Online-Konferenzsoftware „Zoom“ ([www.zoom.us](http://www.zoom.us)) abgewickelt, sehr große Kohorten hingegen werden mit automatisierter Aufsicht geprüft. Hierfür kommt die Software „Proctorio“ ([www.proctorio.com](http://www.proctorio.com)) zum Einsatz. Je nach genutzter Variante werden dabei die entsprechenden Systeme im Prozess eingebunden. Die Prüfungsvorbereitung und die Prüfung selbst laufen dann nach genau vorbereiteten Prozessschritten ab. Abbildung 3 gibt am Beispiel der automatisierten Aufsicht einen Überblick des systemübergreifenden Ablaufs der Prüfung.

Durch die weitestmögliche Anonymität während der Prüfung werden individuelle Einflussfaktoren nahezu ausgeschlossen - ein möglicherweise deutlicher Vorteil gegenüber der subjektiven Einschätzung in persönlichen Interviews. Die Authentifizierung und Beaufsichtigung der Prüflinge ermöglichen einen akzeptablen Schutz vor Täuschung. Soweit

für die eingesetzten Fragetypen eine automatisierte Auswertung möglich ist, liegen die Ergebnisse der erbrachten Leistungen direkt im Anschluss an die Prüfung bereits vor und die Prüflinge können zeitnah die Benachrichtigung über ihre Eignung bzw. Zulassung erhalten.

Kommt bei kleineren Kohorten die Software „Zoom“ zum Einsatz, so gestaltet sich der übergreifende Systemprozess in einer ähnlichen Form. Aufgrund der fehlenden Integration der Systeme Moodle und Zoom wird in der Praxis jedoch die Organisation und Beaufsichtigung der Prüflinge zum Teil deutlich erschwert. Darüber hinaus ist für eine derartige Prüfung ein hohes Aufgebot an Personal erforderlich, um Zoom-Hauptraum, Authentifizierung, Prüfungsaufsicht und Support zu Beginn und während der Prüfung bei Bedarf zu bewerkstelligen.

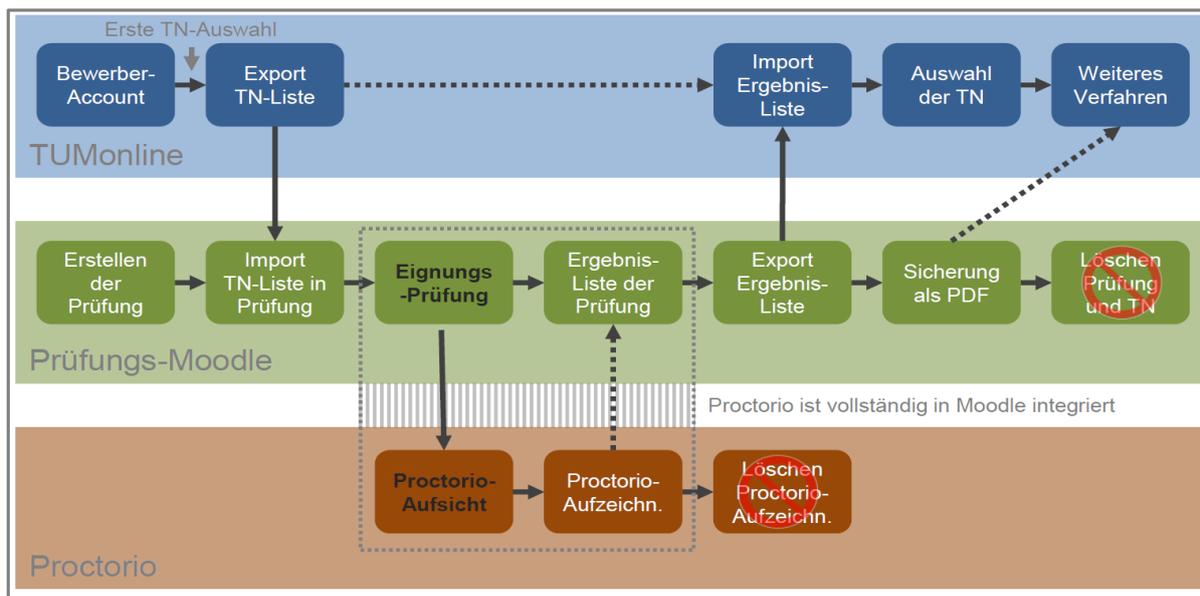


Abbildung 3: Beteiligte Systeme einer digitalen Eignungsprüfung mit Proctorio-Aufsicht (eigene Abbildung)

### 3. Evaluationsergebnisse und Erkenntnisse aus der Praxis

Die aus mehreren mittlerweile durchgeführten Eignungsprüfungen kumulierten Evaluationsergebnisse zeigen eine hohe Zustimmung und Zufriedenheit der Teilnehmer\*innen auf. Der weit-aus größte Teil (89% Zoom, 86% Proctorio) hat sehr gute oder gute Erfahrungen mit der entsprechenden Eignungsprüfung gemacht. Die Zustimmung ist in der Gesamtheit betrachtet bei den mit Zoom beaufsichtigten Prüfungen etwas höher als bei den mit Proctorio beaufsichtigten Prüfungen. Es wird ersichtlich, dass die automatische Beaufsichtigung insgesamt etwas negativer wahrgenommen wird als die menschliche Beaufsichtigung mit Zoom. Dennoch wünscht sich der Großteil der Befragten (73% Zoom, 74% Proctorio), auch weiterhin mit einer digitalen Eignungsprüfung bewertet zu werden. Auch unsere bisherigen Erfahrungen aus der Praxis zeigen ein sehr positives Bild von den digitalen Eignungsprüfungen.

### 4. Zusammenfassung und Ausblick

Digitale Eignungsprüfungen können für die Auswahl der Bewerber\*innen – insbesondere bei großen Kohorten – einen wichtigen Beitrag leisten. Auch die bisherigen Befragungsergebnisse und Erkenntnisse aus der Praxis sind weitgehend positiv. Jedoch sind für die erfolgreiche

Planung und Umsetzung derartiger Prüfungen detaillierte Prozesse und technische Systemkonzepte zwingend notwendig.

Die zukünftigen Jahre werden zeigen, inwieweit sich die ersten Durchläufe der digitalen Eignungsprüfungen auch auf eine positive Studienentwicklung auswirken. Sollten sich hierbei vorteilhafte Effekte ergeben, ist anzunehmen, dass sich die digitalen Eignungsprüfungen auch weiterhin an Hochschulen entwickeln und etablieren.

## Quellen

- [1] M. Kaiser, "Mythos Eignungsprüfung: Kunst - Leistung - hochschulische Prüfungspraxis", *Journal für LehrerInnenbildung jlb*, Nr. 1, S. 56–64, 2022, doi: 10.35468/jlb-01-2022.
- [2] D. Kuhlmann, C. Radtke und K. Reuschel, "Zum Verfahren der Feststellung der besonderen Eignung für das Lehramtsstudium des Faches Sport: Problemaufriss und Erfahrungsbericht", *Sportunterricht*, Jg. 63, Nr. 7, S. 207–214, 2014.
- [3] M. K. Träger, *Der Hochschulzugang*. Dissertation, 2010. [Online]. Verfügbar unter: <https://d-nb.info/1005073546/34>
- [4] A. S. McDonald, *Aptitude testing for university entrance: A literature review*. Slough: NFER, 2001.
- [5] G. J. van Schalkwyk, "Scholastic Aptitude Test" in *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*, Springer, Cham, 2017, S. 1–4, doi: 10.1007/978-3-319-56782-2\_1487-3.
- [6] S. Klöpping *et al.*, "Studienabbruch in den Ingenieurwissenschaften: Empirische Analyse und Best Practices zum Studienerfolg", *acatech STUDIE*, 2017. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.acatech.de/publikation/studienabbruch-in-den-ingenieurwissenschaften-empirische-analyse-und-best-practices-zum-studienerfolg/>. Zugriff am: 9. August 2023.
- [7] C. Finger, C. Fitzner und J. Heinmüller, "Von wegen "einfach einschreiben": Wie deutsche Hochschulen ihre Studierenden auswählen" *WZBrief Bildung*, Berlin 37, 2018. [Online]. Verfügbar unter: <http://hdl.handle.net/10419/187774>. Zugriff am: 9. August 2023.
- [8] J. Haase, E. Braun, J. Böttger und B. Hannover, "Wie werden in Deutschland Bewerberinnen und Bewerber um einen Studienplatz ausgewählt? Eine empirische Analyse der aktuellen Zulassungspraxis getrennt nach Fächergruppen und Hochschulen unterschiedlicher Trägerschaft" (de), *ZeHf – Zeitschrift für empirische Hochschulforschung*, Jg. 5, Nr. 2, 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.budrich-journals.de/in-dex.php/zehf/article/view/40885>
- [9] V. Sanaa und E. Kasper, "Erfolgreich studiert?", 2017. [Online]. Verfügbar unter: <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1398660/1398660.pdf>. Zugriff am: 4. August 2023.
- [10] [10] TUM, *TUM steigert Studienerfolg mit Eignungsprüfungen: Deutlich weniger Studienabbruch als an anderen Universitäten*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.tum.de/aktuelles/alle-meldungen/pressemitteilungen/details/34333> (Zugriff am: 4. August 2023).
- [11] B. Hell, S. Trapmann und H. Schuler, *Synopse der Hohenheimer Metaanalysen zur Prognostizierbarkeit des Studienerfolgs und Implikationen für die Auswahl- und Beratungspraxis*, 2008. [Online]. Verfügbar unter: <https://kops.uni-konstanz.de/entities/publication/d4d76612-e90e-49dd-bfba-0401ffd43c97>

- [12] TUM, *Eignungsfeststellungsverfahren (EfV) für Bachelorstudiengänge*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ls.tum.de/ls/studium/bewerbung/eignungsfeststellung-fuer-bachelorstudiengaenge/>.
- [13] TUM, *Eignungsverfahren (EV) für Masterstudiengänge*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ls.tum.de/ls/studium/bewerbung/eignungsverfahren-fuer-masterstudiengaenge/> (Zugriff am: 9. August 2023).
- [14] M. Amberg, S. Fischer und M. Schroder, "Web-based Aptitude Tests at Universities in German-speaking Countries", *Communications of the IIMA*, Jg. 5, Nr. 2, 2015, doi: 10.58729/1941-6687.1260.

# Digital Prüfen: Technische, didaktische, rechtliche und ethische Dimensionen im Überblick (Poster)

Karin Kleinn, Elisa Bumann

Rechenzentrum, Abteilung E-Learning, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

[karin.kleinn@rz.uni-freiburg.de](mailto:karin.kleinn@rz.uni-freiburg.de), [elisa.bumann@rz.uni-freiburg.de](mailto:elisa.bumann@rz.uni-freiburg.de)

## Kurzzusammenfassung

Eine erfolgreiche Planung, Durchführung und Etablierung digitaler Prüfungen erfordert die Berücksichtigung vieler unterschiedlicher Aspekte. Diese Aspekte, zu denen technische, didaktische, rechtliche und ethische Gesichtspunkte gehören, werden häufig isoliert betrachtet. Im Projekt "Partnerschaft für innovative E-Prüfungen. Projektverbund der baden-württembergischen Landesuniversitäten (PePP)" verfolgen alle baden-württembergischen Universitäten gemeinsam das Ziel, die an den einzelnen Standorten verteilten Erfahrungen und Stärken in den genannten Aspekten zu bündeln, weiterzuentwickeln und breiter verfügbar zu machen. In Reallaboren werden technisch-didaktische Innovationen (weiter-)entwickelt und getestet, wie beispielsweise die Nutzung von mobilen Endgeräten für den Prüfungseinsatz (Chromebooks, BYOD) und die Entwicklung einer Cloud-basierten VDI für bwLehrpool. Weitere Teilprojekte fokussieren didaktische, ethische und rechtliche Fragestellungen. Das Poster gibt einen Überblick über aktuelle Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Projekt.

## Keywords

E-Prüfungen, Verbundprojekt, Kompetenzorientierung, Prüfungsinfrastruktur, Barrierefreiheit, Mediendidaktik, Rechtsfragen digitaler Prüfungen, BYOD

## Ausführliche Beitragsbeschreibung

Aktuelle praktische und theoretische Problemstellungen

Die Einschränkungen während der Coronasemester führten an den Hochschulen zu einer stärkeren Thematisierung und Erprobung von alternativen Prüfungsszenarien. Dabei wurden Problemstellungen deutlicher, die sich beispielsweise auf die Skalierbarkeit, die didaktische Gestaltung oder rechtliche und ethische Dimensionen digitaler Prüfungen beziehen. Zwar wird der Auf- und Ausbau der Infrastruktur für E-Prüfungen an den Landesuniversitäten weiter fortgeführt, doch die vollen Potentiale sind noch längst nicht ausgeschöpft.

## Ziele von PePP

Im Projekt PePP haben sich die baden-württembergischen Landesuniversitäten, das Hochschulnetzwerk Digitalisierung der Lehre Baden-Württemberg (HND-BW) sowie das Hochschuldidaktikzentrum (HDZ) zusammengeschlossen, um gemeinsam Lösungen für die genannten Problemstellungen zu finden. Hierzu sollen die an den einzelnen Standorten verteilten Erfahrungen und Stärken zu E-Prüfungen gebündelt, Ergebnisse miteinander geteilt sowie nachhaltig verankert werden. Ziel ist eine Stärkung der Kompetenzorientierung und Lernendenzentrierung von digitalen Prüfungen sowie mehr Mobilität und Flexibilität für Studierende und Lehrende. Das Projekt wird gefördert von der Stiftung Innovation in der Hochschullehre.

## Projektstruktur und aktuelle Erkenntnisse

Organisiert ist PePP in elf Teilprojekte, die sich jeweils mit den verschiedenen Aspekten und Herausforderungen digitaler Prüfungen auf unterschiedliche Weise befassen.

In *Reallaboren* werden technische Systeme (weiter-)entwickelt, die notwendig sind, um digitale Prüfungen durchzuführen, zu skalieren und zu verbessern. Um digitale Prüfungen mit großen Studierendengruppen zu ermöglichen, werden verschiedene Ansätze zur Skalierung erprobt und miteinander verglichen: In Freiburg wird aktuell an der Weiterentwicklung von bwLehrpool und der Bereitstellung einer Cloud-basierten virtuellen Desktop-Infrastruktur (VDI) für bwLehrpool gearbeitet. Damit soll es in Zukunft möglich werden, prüfungsrelevante Arbeitsumgebungen hochskalierbar über gängige Webbrowser zur Verfügung zu stellen. An anderen Universitäten wird getestet, inwieweit Chromebooks (Tübingen) oder mobile Endgeräte von Studierenden (BYOD, Hohenheim und Mannheim) für die Durchführung digitaler Prüfungen eingesetzt werden können. Zusätzlich werden an mehreren Universitäten praxisorientierte Anwendungsaufgaben für digitale Prüfungen weiterentwickelt, wie z.B. Plugins für die Lernplattformen *ILIAS* und *Moodle* beziehungsweise spezifische Softwareumgebungen zur Abbildung von Klausuren mit den Schwerpunkten Programmierung (VIPLab) oder grafischer Modellierung (KEA-Mod).

Neben diesen technischen Aspekten spielen bei jeder digitalen Prüfung auch didaktische, ethische und rechtliche Überlegungen eine große Rolle. Begleitet werden die Reallabore deshalb von *Querschnittsclustern*. Das erste Querschnittscluster setzt sich mit der Frage auseinander, wie Digitalisierung zu einer größeren Zugänglichkeit, mehr Teilhabe und höherer Barrierefreiheit von Prüfungen beitragen kann. Außerdem sollen E-Prüfungen rechtssicher gestaltet und durchgeführt werden. Um die Arbeiten der Universitäten in diesem Bereich zu bündeln, wird an einer Förderung der landesweiten Vernetzung von Rechtsexpert\*innen im Bereich digitaler Prüfungen gearbeitet. Das zweite Querschnittscluster fokussiert die Unterstützung von Lehrenden bei der didaktischen Konzeption und Entwicklung von E-Prüfungen und der anwendungsnahen Vermittlung diesbezüglicher technischer und didaktischer Kenntnisse sowie der Nutzung und Etablierung von Learning Analytics. Im Rahmen der Teilprojekte werden Schulungsmaterialien für Lehrende erstellt und Best-Practice-Beispiele gesammelt.

Ein Sammelband, der im August 2023 erschienen ist, präsentiert gebündelt aktuelle Erkenntnisse und Ergebnisse der unterschiedlichen Teilprojekte zum Thema Digitale Prüfungen.<sup>5</sup>

## Ausblick

Die Sicherung und Verstetigung der Ergebnisse der Reallabore und Querschnittscluster über die Projektlaufzeit von PePP hinaus ist eine komplexe und langfristige Aufgabe, die auf vielen Ebenen erarbeitet werden muss. Jede Hochschule besitzt für dieses Vorhaben ein individuelles und vielschichtiges Profil an Ressourcen und Herausforderungen. Die durch die

---

<sup>5</sup> Kleinn, K., Slotosch, S., Bandtel, M., Bumann, E. (Hrsg.) (2023): Digitale Prüfungen – flexibel, kompetenzorientiert und gerecht. Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Projekt PePP: Partnerschaft für innovative E-Prüfungen. Projektverbund der baden-württembergischen Universitäten. Freiburg im Breisgau, Heidelberg, Hohenheim, Karlsruhe, Konstanz, Mannheim, Stuttgart, Tübingen, Ulm. DOI:10.609/UNIFR/237889

hochschul-übergreifende Zusammenarbeit in PePP gewonnenen Erkenntnisse und Lösungsansätze werden als OER- und Open-Source-Materialien frei zugänglich veröffentlicht und stehen somit allen interessierten Einrichtungen zur Verfügung. Zusätzlich sollen sie als Anknüpfungspunkte für weitere Entwicklungen und Innovationen im Bereich des digitalen Prüfens dienen und zur Stärkung von landes- und bundesweiten Vernetzungsstrukturen beitragen.

# „A-Assessment“, „B-Assessment“, E-Assessment – Prüfungskultur gemeinsam weiterentwickeln (Poster)

Andrea Beyer, Andreas Erbe

Computer- und Medienservice, Humboldt-Universität zu Berlin

[beyeranz@hu-berlin.de](mailto:beyeranz@hu-berlin.de), [andreas.erbe@hu-berlin.de](mailto:andreas.erbe@hu-berlin.de)

## Kurzzusammenfassung

Das Poster informiert ausgehend von einer Analyse des E-Assessments an der Humboldt-Universität zu Berlin (HU) über die in Angriff genommene Einbettung des digitalen Prüfens in die Weiterentwicklung der universitären Prüfungskultur. Ziel ist hierbei eine Prüfungskultur, die sowohl analoge, digitale und gemischte Prüfungsformen ermöglicht als auch deutlich zwischen (summativen) Prüfungen mit Rechtsfolgen und verschiedenen didaktischen Feedback-Formen für eine wissenschaftsorientierte Lernkultur unterscheidet.

## Keywords

Prüfungskultur, innovative Prüfungsszenarien, Blended Assessment

An der HU wurden digitale Prüfungen infolge der Covid-Pandemie im Schnellverfahren eingeführt und erlebten – wie überall – einen Höhenflug. Im Zuge der Einführung wurden der rechtliche Rahmen geschaffen, ein Prüfungssystem (Prüfungsmoodle) aufgebaut sowie Workflows für Anmeldung und Betreuung im E-Assessment etabliert. Am Ende der Pandemie wurde schließlich ein Prüfungszentrum für digitale Präsenzklausuren eröffnet. Zwar wurde erwartet, dass die Anzahl der Prüfungen und Prüfungsfälle im E-Assessment zurückgehen würde, aber die Vehemenz des Rückgangs ist doch überraschend. Wir untersuchen im Rahmen unserer Projekte [1] die möglichen Ursachen und arbeiten an einem Lösungsansatz, der zum einen Stellschrauben für die nachhaltige Etablierung von E-Assessment identifiziert und zum anderen digitale Prüfungen in Ergänzung zu analogen Prüfungen (Analogue Assessment, „A-Assessment“) bzw. in Verbindung mit analogen Prüfungen (Blended Assessment, „B-Assessment“) als Teil einer modernen Prüfungskultur versteht.

## „Tal der Enttäuschung“ oder fehlt dem E-Assessment die Akzeptanz?

Es zeichnen sich zwei Entwicklungen ab. Erstens ist der Anteil an Prüfungsfällen im E-Assessment im Verhältnis zum gesamten HU-Prüfungsaufkommen<sup>6</sup> von weit über 50 % auf knapp 20 % gesunken, Tendenz fallend. Zweitens ist im SoSe 2023 der Anteil von digitalen Präsenzklausuren am E-Assessment immer noch gering (25 %), steigt jedoch seit drei Semestern kontinuierlich um 4 % an. Wir sehen diese Entwicklung weniger als Reaktion auf zu hohe Erwartungen an die Technologie E-Assessment (vgl. das „Tal der Enttäuschung“ im hype cycle von Gartner [2]), sondern vielmehr als Ausdruck einer bewussten Abkehr, die Prüfende von ihren bislang gemachten Erfahrungen ableiten. Auf der Basis von zwei Online-

---

<sup>6</sup> Durchschnittlich liegt der Prozentsatz von schriftlichen Prüfungen an der HU bei ca. 81 %.

Befragungen der Lehrenden (2021, 2023) kommen wir zu dem Ergebnis, dass die Akzeptanz von digitalen Prüfungen konstant von vier Faktoren beeinträchtigt wird:

- Chancengleichheit gefährdet: Schwierigkeit der Identitätskontrolle und der Verhinderung von Täuschungsversuchen sowie Einsatz von KI-Werkzeugen (Fernprüfungen)
- Hoher Verwaltungsaufwand: Medienbrüche, Antragspflicht für digitale Prüfung
- Hoher Ressourcenbedarf: Standort des Prüfungszentrums (Fahrzeiten, Aufsicht), Anzahl der Arbeitsplätze vor Ort (mehrere Durchgänge pro Prüfung), zeitlicher Aufwand für das Erstellen von digitalen Prüfungen
- Passung Aufgaben - Technik: Funktionalität und Usability des Prüfungssystems

Darüber hinaus zeigen sich Hinweise, dass das Prüfen, wie es bisher durchgeführt wird, insgesamt kritisch gesehen wird. Die Kritik bezieht sich dabei u. a. auf die Anzahl der Prüflinge pro Prüfende, die Anzahl der Modulabschlussprüfungen, die zugelassenen Prüfungsformen sowie generell auf Gestaltung, Inhalte und Sinnhaftigkeit von Prüfungen an Hochschulen.

### E-Assessment als Teil einer komplexen Prüfungskultur

Wir müssen also den Ausbau des E-Assessments ganzheitlich angehen und digitales Prüfen als Teil einer sich im Wandel befindlichen Prüfungskultur auffassen. Prüfungskultur verstehen wir in Anlehnung an Döbler [3] als ein komplexes und soziales Handlungsfeld, das durch die Interaktion seiner Akteure (Lehrende, Studierende, Verwaltungskräfte) definiert wird. Eine so verstandene Prüfungskultur „umfasst Überzeugungen, was eine (gute) Prüfung ausmacht, Routinen in der Umsetzung von Abläufen, eingespielte Verfahren zur Prüfungsorganisation, tradierte Prüfungsrituale“ [4]. Uns ist klar, dass der damit verbundene Wertewandel und die notwendigen curricularen Anpassungen viel Zeit und nachhaltiges Engagement benötigen. Erste Schritte sind z. B. die Integration des Begriffs Prüfungskultur in das neue Leitbild Lehre der HU, die enge Zusammenarbeit mit der Studienabteilung zwecks Anpassungen der Prüfungsformen und der Rahmenstudienordnung oder die Pilotierung der erforderlichen Schritte mit einem kooperierenden Institut.

Um weiteren Raum für prüfungsrelevante Innovationen zu schaffen, wollen wir ein Bewusstsein für Möglichkeiten zur Veränderung der bestehenden Prüfungskultur schaffen:

- **Abstraktion:** Die Prüfungen sollten a) nach Prüfungen mit Rechtsfolgen und b) nach Feedback ohne Rechtsfolge unterschieden werden. Die Prüfungsformen von a) sollten generisch als schriftliche, mündliche oder praktische Prüfungen kategorisiert werden, die die jeweilige Prüfungsordnung bzgl. zeitlicher, räumlicher und sozialer Vorgaben spezifiziert.
- **Reduktion:** Die Anzahl der Prüfungen mit Rechtsfolgen sollte reduziert werden, um Raum für Feedback-Aufgaben zu schaffen.
- **Kombination:** Die Prüfungen mit Rechtsfolgen sollten spiralcurricular angelegt und vom Ausbildungsziel abgeleitet werden (Passung der Inhalte & Formen zum Ziel). Außerdem könnten verschiedene Formen auch im Rahmen einer Prüfung miteinander kombiniert werden (Blended Assessment), so dass bspw. eine digitale Fernprüfung (24h-Hausarbeit) mit einem mündlichen Peer-Review vor Ort gekoppelt wird.

## Quellen

- [1] E-Assessment Alliance der Berlin University Alliance & Prüfen im Wandel – digital, divers und demokratisch (Prüfen 3D) der Berliner Qualitäts- und Innovationsoffensive II.
- [2] Dedehayir, O. & Steinert, M. (2016): The hype cycle model: A review and future directions, In: Technological Forecasting and Social Change 108 (7), 28-41.
- [3] Döbler, J. (2019): Prüfungsregime und Prüfungskulturen: Soziologische Beobachtungen zur internen Organisation von Hochschule. Wiesbaden, S. 71.
- [4] Reinmann, G. (2022): Ungeliebter Druck. Thesen für einen Wandel der Prüfungskultur, In: Forschung & Lehre 6/22, S. 456 – 457. Online unter: [https://www.wissenschaftsmanagement-online.de/system/files/downloads-wimoarticle/f%2616-22\\_Thesen\\_fuer\\_einen\\_Wandel\\_der\\_Pr%C3%BCfungskultur\\_Reinmann.pdf](https://www.wissenschaftsmanagement-online.de/system/files/downloads-wimoarticle/f%2616-22_Thesen_fuer_einen_Wandel_der_Pr%C3%BCfungskultur_Reinmann.pdf), zuletzt geprüft 20.8.2023.

# LernSMART – E-Assessments zur Förderung selbstgesteuerter Lernprozesse im Ingenieurbereich mit Bezug auf die Vermittlung theoretischer Grundlagen (Poster)

Ronny Freudenreich<sup>1</sup>, Sebastian Herrmann<sup>2</sup>, Jens Meinert<sup>2</sup>, Rhena Wulf<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Zentrum für Wissenstransfer und Bildung, Hochschule Zittau/Görlitz, Deutschland

<sup>2</sup>Fakultät Maschinenwesen, Hochschule Zittau/Görlitz, Deutschland

<sup>3</sup>Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik, TU Bergakademie Freiberg, Deutschland

[ro.freudenreich@hszg.de](mailto:ro.freudenreich@hszg.de), [s.herrmann@hszg.de](mailto:s.herrmann@hszg.de), [j.meinert@hszg.de](mailto:j.meinert@hszg.de), [rhena.wulf@ttd.tu-freiberg.de](mailto:rhena.wulf@ttd.tu-freiberg.de)

## Kurzzusammenfassung

Im Ingenieurstudium stellt gerade zu Studienbeginn der Transfer des vermittelten theoretischen Wissens auf spezifische Anwendungsfälle viele Studierende vor Schwierigkeiten. Die Hürde steht dabei nicht vor der Berechnung der Lösungsschritte, sondern bereits vor dem Erkennen des richtigen Lösungsansatzes. Das Digital-Fellowship-Projekt „LernSMART“ begegnet dieser Herausforderung mit der Entwicklung ergänzender E-Learning-Angebote in Form von elektronischen Testaufgaben, die nur den Lösungsansatz behandeln und auf weiterführende Berechnungsschritte verzichten. Damit erhalten die Studierenden zudem eine Rückmeldung zu ihrem Wissensstand einschließlich Hinweisen zu weiteren Lernhandlungen. Der Beitrag stellt das Konzept „LernSMART“ vor und zeigt Ergebnisse aus der praktischen Anwendung, Teilnehmerbefragungen sowie Erhebungen zur Nutzerfreundlichkeit verschiedener Zielgruppen. Ziel ist es, die Diskussion zu didaktischen und technischen Fragen derartiger Formate anzuregen, den Austausch von Erfahrungen voranzutreiben und Durchführungsempfehlungen abzuleiten.

## Keywords

Digitale Lehre, E-Assessment, Ingenieurdidaktik, Selbst-Assessment

## Ausführliche Beitragsbeschreibung

Im Ingenieursstudium empfinden viele Studierende gerade zu Studienbeginn die typischen Berechnungsaufgaben in technischen Grundlagenmodulen oftmals als Herausforderung, obwohl der mathematische Anspruch überschaubar ist. Nicht selten bereitet ihnen der Transfer des theoretischen Verständnisses auf spezifische Anwendungsfälle Schwierigkeiten [1]. Die Hürde steht dabei nicht vor der Berechnung der Lösungsschritte, sondern bereits vor dem Erkennen des richtigen Lösungsansatzes. Um letzteren zu finden, müssen zunächst die grundlegenden Zusammenhänge verstanden werden. Liegt dieses Verständnis nicht vor, dann sind auch weiterführende Übungsaufgaben zum Training komplexerer Aufgaben nicht zielführend. Das Digital-Fellowship-Projekt LernSMART (gefördert vom Sächsischen Staatsministerium für Kunst und Tourismus im Rahmen der Förderung des Verbundprojekts Digitale Hochschulbildung in Sachsen) der Hochschule Zittau/Görlitz (Fakultät Maschinenwesen, Prof. Dr.-Ing. Jens Meinert) und der Technischen Universität Bergakademie Freiberg (Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik, Frau Dr.-Ing. Rhena Wulf) begegnet dieser Herausforderung mit einem Ansatz zur Entwicklung ergänzender E-Learning-Angebote. Ziel ist es, diese didaktische Lücke zu

schließen, um die bestehenden Formate (z. B. komplexere Selbst-Assessment-Aufgaben) zur Förderung selbstgesteuerter Lernprozesse besser nutzbar zu machen, den Transfer hin zur eigenen kognitiven Leistung zu fördern und das Lernen sowie den Austausch in der gesamten Seminargruppe aufgrund eines einheitlichen Verständnisses zu begünstigen.

Das LernSMART-Konzept umfasst die E-Learning-gestützte Anreicherung der regulären Lehre für eine zielgerichtete Vor- und Nachbereitung der regulären Präsenzveranstaltungen, für die Prüfungsvorbereitung sowie zum selbstgesteuerten Lernen. Zentrale Säulen sind Problemanalysen, welche gerade nicht zahlenmäßig zu bearbeiten, sondern auf die relevanten Vorüberlegungen ausgerichtet sind. Die gestellten Aufgaben müssen eingeordnet und Lösungsansätze abgeleitet werden können. Im Zentrum stehen elektronische Testaufgaben, mit denen die Studierenden sich Rückmeldungen zu ihrem Wissensstand einschließlich Hinweisen zu weiteren Lernhandlungen einholen können. Die Ergebnisse der Selbsttests dienen den Lehrenden als Indikator für die zielgruppenspezifische Anpassung von Lehrinhalten [2].

Die technische Umsetzung des Konzepts stützt sich auf das Lernmanagementsystem OPAL. Es ermöglicht, Lernräume mit leistungsabhängigen Zugängen für Lerneinheiten einzurichten und bietet die Gewährleistung der nötigen Performanz und Datenschutzanforderungen. Die integrierte ONYX-Testsuite umfasst die technischen Strukturen zur Umsetzung der elektronischen Testaufgaben. Für das Format werden ausschließlich Aufgabentypen verwendet, die automatisiert auswertbar sind und damit ein smartes orts- und zeitunabhängiges Lernen unterstützen [2].

Das LernSMART-Format wird seit dem Sommersemester 2022 an der Hochschule Zittau/Görlitz und an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg erprobt. Die Evaluationsergebnisse zeigen, dass die entwickelten Lerneinheiten überaus positiv wahrgenommen werden. 74 % der Befragten gaben an, dass sich ihr Lernprozess durch das zusätzliche Selbstlernangebot verbessert hat. Insbesondere die schnelle Ergebnismeldung der Übungsaufgaben und die smarten Hinweise zur Lernprozessunterstützung wurden als sehr hilfreich benannt. 76 % gaben an, dass das Format zur Verbesserung der Motivation beigetragen und den Lernprozess unterstützt hat. Das LernSMART-Format stellt damit eine Brücke zwischen Vorlesung und Übung dar. Alle Befragten wünschten sich derartige Übungsformate auch in anderen Fächern.

## Quellen

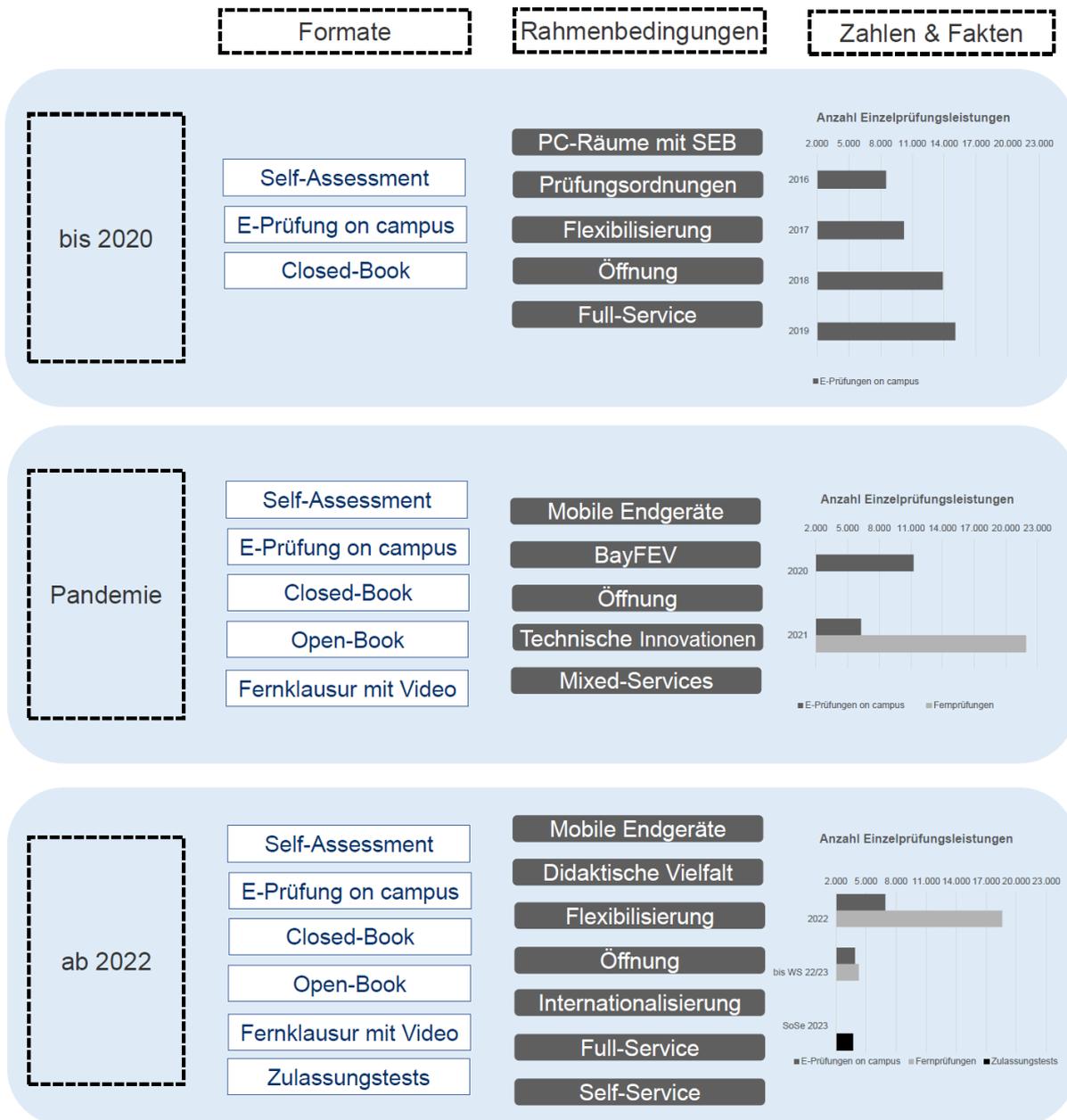
- [1] Fieback, Tobias; Wulf, Rhena; Freudenreich, Ronny; Umlauf, Timon; Kretschmar, Hans-Joachim; Herrmann, Sebastian (2020): thermoACTIVE – Ein Lehr-Lern-Konzept zur aktiven Verständnissicherung und differenzierten Leistungsförderung. In: Petersen, Maren; Kammasch, Gudrun (Hrsg.): Technische Bildung im Kontext von 'Digitalisierung'/ 'Automatisierung'. Tendenzen, Möglichkeiten, Perspektiven. Wege zu technischer Bildung. Referate der 14. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung 2019. Ingenieur-Pädagogische Wissenschafts-gesellschaft, Berlin, S. 161–166.
- [2] Herrmann, Sebastian; Meinert, Jens; Freudenreich, Ronny; Wulf, Rhena; (2022): LernSMART – E-Assessments zur Förderung selbstgesteuerter Lernprozesse im Ingenieurbereich mit Bezug auf die strukturierte Analyse und Bearbeitung komplexerer Aufgaben. In: Längrich, Matthias; Heidig, Steffi; Schuster, Enrico; Hering, Klaus (Hrsg.): 20. Workshop on e-Learning (WeL'22). Wissenschaftliche Berichte der Hochschule Zittau/Görlitz, Görlitz, S. 61–68.

# Die Corona-Pandemie als Kick-Start in ein neues Prüfungsparadigma (Teil 2) – Bilanz nach zwei Jahren (Poster)

Stefanie Gerl, Nadja Pfattheicher

Service für digitale Prüfungen, Institut für Lern-Innovation, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

[studon-exam@ili.fau.de](mailto:studon-exam@ili.fau.de)



## Open-Book-Prüfungen – digital umgesetzt (Poster)

Dr. Xenia Valeska Jeremias, Christian Rabe

Technische Hochschule Wildau, Zentrum für Studium und Lehre

[xenia.jeremias@th-wildau.de](mailto:xenia.jeremias@th-wildau.de)

### Kurzzusammenfassung

An der TH Wildau wurden in den letzten Semestern verschiedene Varianten erprobt, um analoge Prüfungsarten digital umsetzen und dabei Innovationspotenziale durch die digitale Prüfungsgestaltung auszunutzen. Dies betrifft vor allem Open-Book-Prüfungen, teilweise unter Benutzung externer Software. Hierbei gab es bei abgesicherten Umgebungen die Herausforderung, den Studierenden ihre Materialien digital zur Verfügung zu stellen, um umfangreiche Ausdrücke für eine einmalige Nutzung zu vermeiden. Bei offenen Umgebungen lässt sich unerwünschte Kommunikation über die Prüfungsaufgaben sowie die Nutzung von KI-Tools wie ChatGPT nicht zuverlässig ausschließen.

In anderen Prüfungsszenarien war unter bestimmten Bedingungen auch die Kommunikation der Studierenden untereinander erlaubt.

Auf dem Poster sollen diese Szenarien – abgerundet durch die Erfahrungen der Lehrenden, die diese Szenarien entworfen haben – genauer beleuchtet werden.

### Keywords

Open-Book-Prüfungen, Nutzung von Materialien und zusätzlicher Software, Austausch über Prüfungsfragen

### Ausführliche Beitragsbeschreibung

#### Welche aktuellen praktischen Problemstellungen des E-Assessments werden angesprochen?

An der TH Wildau wurden in den letzten Semestern verschiedene Varianten erprobt, um analoge Prüfungsarten digital umsetzen und dabei Innovationspotenziale durch die digitale Prüfungsgestaltung auszunutzen. Dies betrifft vor allem Open-Book-Prüfungen, teilweise unter Benutzung externer Software. Unter Open-Book-Prüfungen verstehen wir Prüfungen, bei denen die Studierenden zusätzliches Material (digital und analog) verwenden dürfen. Diese Materialien werden teilweise im Prüfungsschema eingegrenzt oder spezifiziert. Hierbei gab es bei abgesicherten Umgebungen die Herausforderung, den Studierenden ihre Materialien digital zur Verfügung zu stellen, um umfangreiche Ausdrücke für eine einmalige Nutzung zu vermeiden. Bei offenen Umgebungen lässt sich unerwünschte Kommunikation über die Prüfungsaufgaben sowie die Nutzung von KI-Tools wie ChatGPT nicht zuverlässig ausschließen. Die Lehrenden haben entsprechend unterschiedliche Umsetzungsszenarien entwickelt. Aus Sicht des E-Assessment-Services mussten bei der Umsetzung etliche technische und organisatorische Hürden bewältigt werden. Beispielsweise musste ein Weg gefunden werden, um den Studierenden Dateien individuell zur Verfügung zu stellen – ohne zu großen Supportaufwand.

In anderen Prüfungsszenarien war unter bestimmten Bedingungen auch die Kommunikation der Studierenden untereinander erlaubt.

- Welche Erfahrungen bestanden bereits in diesem Bereich?

Zuvor bestanden an der TH Wildau wenig Erfahrungen mit der digitalen Umsetzung von Open-Book-Prüfungen, wenngleich natürlich analoge Open-Book-Prüfungen durchgeführt worden waren. Entsprechend einer ganzheitlichen Betrachtung von E-Assessments sollte nun ein Weg gefunden werden, auch die Unterlagen digital in der erprobten Prüfungsumgebung zur Verfügung zu stellen.

- Ausblick: Was ergibt sich daraus für die weitere Forschung und Entwicklung?

Auf dem Poster sollen diese Szenarien – abgerundet durch die Erfahrungen der Lehrenden, die diese Szenarien entworfen haben – genauer beleuchtet werden. In einer kurzen Befragung werden die Lehrenden u. a. um ihre Einschätzung zu folgenden Fragen geben:

- Was war gut/schlecht an der Umsetzung?
- Wie sind die Klausuren ausgefallen?
- Was sollte zukünftig geändert werden?
- Wie waren die Reaktionen der Studierenden auf das neue Prüfungsszenario?

Auch die Wünsche des E-Assessment-Service, z. B. hinsichtlich technischer Möglichkeiten, sollen thematisiert werden.

# Remote Online Sprachstandstest zum Nachweis von Deutschkenntnissen für internationale Studienbewerber:innen (Poster)

Nadine Dechant, Dr. Thomas Stahl, Christine Kramel

Lehrgebiet Deutsch als Fremdsprache am Zentrum für Sprache und Kommunikation der Universität Regensburg

[nadine.dechant@ur.de](mailto:nadine.dechant@ur.de), [christine.kramel@ur.de](mailto:christine.kramel@ur.de)

## Kurzzusammenfassung

Mit dem ROST (Remote Online SprachstandsTest) erwerben internationale Studienbewerber:innen einen für die Studienbewerbung (nicht für Immatrikulation ins Fachstudium) geeigneten Sprachnachweis. Bei der Entwicklung dieses Tests wurden verschiedenen Ebenen bedacht, die den Test über den konkreten Nutzen als Sprachstandstest hinaus zu einem Modellfall für einen Online-Sprachtest machen können. Hier sind Fragen der Prüfungsperformanz sowie des Aufgabendesigns genauso zu erwähnen wie Fragen des Umgangs mit den Herausforderungen, die der nicht erlaubte Einsatz von KI in Online-Tests mit sich bringt. Ein weiterer Bereich, der bei der Umsetzung von Sprachtests allgemein zu beachten ist, sind die aus dem GER (Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen) abgeleiteten Forderungen nach einem an sprachlichen Kompetenzen ausgerichteten Prüfen und Bewerten, bei dem die Aufgaben in einer tatsächlich vorkommenden Sprachverwendungssituation situiert sind.

## Keywords

Internationale Studienbewerber:innen, Einstufungstest, Sprachstandsnachweis, Remote-Test, weltweit erreichbar, Umgang mit KI, Aufgabendesign

## Ausführliche Beitragsbeschreibung Ausgangssituation:

Internationale Studienbewerber:innen, die ihre Studienqualifikation nicht an einer deutschsprachigen Einrichtung erworben haben, müssen vor Beginn des Studiums hinreichende deutsche Sprachkenntnisse nachweisen. Um eine dieser Sprachprüfungen erfolgreich ablegen und damit den für die Immatrikulation notwendigen Nachweis ihrer sprachlichen Studierfähigkeit erwerben zu können, müssen sie an den Regensburger Hochschulen bereits im Rahmen der Bewerbung bestimmte Sprachkenntnisse nachweisen. Nicht allen Studieninteressierten ist es möglich, den im Rahmen der Bewerbung geforderten Sprachnachweis zu erbringen. Das liegt daran, dass es in manchen Ländern entweder keine entsprechenden Testmöglichkeiten gibt oder dass Sprachnachweise nicht mehr rechtzeitig ausgestellt werden können. Um diese Lücke zu schließen, wird ROST angeboten.

## Testaufbau

Der Test ist als diagnostischer Test (valide Aussage über Sprachstand) konzipiert, der sich am GER orientiert. Es handelt sich um einen skalierten Test (Kernbereich B1-C1), der in drei Subtests aufgeteilt ist. Nach dem ersten Subtest auf dem Einstiegsniveau B2 werden die

Kandidat:innen in einem adaptiven Verfahren, das das Ergebnis des ersten Subtests berücksichtigt, einem der drei Subtests 2 (auf dem Niveau B1, B2 oder C1) zugeteilt. In dem Test werden alle sprachlichen Fertigkeiten (Hören, Lesen, Schreiben und Sprechen) getestet. Die Themen beschäftigen sich im weitesten Sinne an deutschen Hochschulen von Beratungs- und Vorlesungssituationen bis hin zum Thema „studentisches Engagement“ und decken so formelle und informelle Kommunikationssituationen mit Hochschulbezug ab. Die Fertigkeiten „Schreiben“ und „Sprechen“ werden im dritten Subtest getestet - die Aufgaben dieses Subtests werden individuell ausgewertet und im Rahmen dieser Auswertung kann in Zweifelsfällen auch die automatische Auswertung der früheren Subtests noch einmal überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Der Test findet auf der Moodle-Plattform der Universität Regensburg statt, die Durchführung des Tests wird mit einem Zoom-Raum begleitet.

### Test- und Aufgabendesign

In allen drei zeitlich begrenzten Subtests werden jeweils vier Fragen für jedes Testereignis zufällig zusammengestellt. Die geschlossenen Aufgabenstellungen der ersten beiden Subtests bieten neben der automatischen Auswertung auch Vorteile für die Prüfungsperformanz: Sonderzeichen der deutschen Sprache (ö, ä, ü, ß) sowie unterschiedliche Tastaturbelegungen oder unterschiedliche Endgeräte hindern die Kandidatinnen so nicht daran, ihre beste sprachliche Performanz zu zeigen.

Die Entscheidung für geschlossene Aufgabenformate für die Bereiche Lesen und Hören (mit dem integrierten Test von Wortschatz und Grammatik) führt zu einem Aufgabendesign, das komplexere Sprachbeherrschung testen kann.

- Abfragen von Inhaltsangaben und Hauptaussagen: In beiden Fällen kann so mit einer Single- Choice-Frage das globale Verstehen eines komplexen Textes abgeprüft werden.
- Rekonstruktion der richtigen Textreihenfolge bzw. der korrekten Satzfortsetzung: Auswahlfragen (Dropdown- oder MC-Fragen) prüfen textgrammatische Kenntnisse.
- Erkennen von typischen wissenschaftssprachlichen Sprachhandlungen: Mit Single Choice- bzw. Multiple Choice-Aufgaben kann auch die Fertigkeit, eine Einschätzung von Texten abzugeben, getestet werden. So kann man die Kandidatinnen zuordnen lassen, in welchem Textteil Sprachhandlungen ausgeführt werden (definieren, referieren, begründen)
- Überprüfung von Wortschatz- und Grammatikkenntnissen: Die Auswahl (Single Choice) von im Kontext zutreffenden Synonymen bzw. grammatischen Strukturen mit identischer Bedeutung prüft das Detailverständnis komplexer Texte.

Die Bereiche Schreiben und Sprechen fordern mit Bereitstellung von verschiedenen Materialien als Ausgangspunkt für die eigene Produktion ein umfassendes Verständnis der Situation. In den Tests wird auch Sprachlern- und Prüfungsstrategien wie z.B. Wortschatzerschließung, Aufgabenanalyse und Zeitmanagement abgeprüft.

### Ausblick

- Einsatz von KI: Über komplexe Aufgabenstellungen wird die Nutzung von Übersetzungsprogrammen bzw. Textgeneratoren erschwert; um einen der Aufgabenstellung entsprechenden Text zu schreiben, muss dem Prompting ein

umfassendes Verstehen der Materialien vorausgehen. Genauso muss bei der Zuordnung von Sprachhandlungen ein Text in seiner Tendenz verstanden werden. Auch in diesem Fall hilft das reine Verwenden einer Übersetzung nicht weiter.

- Situierung von Aufgaben: Themen aus dem Hochschulkontext wie auch die Einbindung in alltagsnahe Sprachverwendungssituationen ermöglichen eine realitätsnahe Sprachverwendung.

# Haltung zu Prüfungen- eine qualitative Erhebung zu Einflussfaktoren bei Studierenden und Lehrenden (Poster)

Daniele Crivaro, Linda Kremser, Lisa Rappl

Projekt ii.oo – digitales kompetenzorientiertes Prüfen implementieren Technische Hochschule Augsburg, Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm

[daniele.crivaro@hs-augsburg.de](mailto:daniele.crivaro@hs-augsburg.de), [linda.kremser@hs-augsburg.de](mailto:linda.kremser@hs-augsburg.de), [Lisa.Rappl@hnu.de](mailto:Lisa.Rappl@hnu.de)

## Kurzzusammenfassung

Bei der Beschäftigung mit ePrüfungen stehen didaktische und technische Lösungen zwar im Vordergrund, diese bleiben jedoch eingeschränkt wirksam, wenn der soziale Aspekt, die Haltung der Betroffenen, unberücksichtigt bleibt. In einer Erhebung an den Hochschulen Augsburg und Neu-Ulm untersuchen Projektmitarbeiter:innen des Projekts ii.oo mittels qualitativer Interviews, welche Faktoren die Haltung von Studierenden und Lehrenden zu digitalen Prüfungen beeinflusst. Eine erste Analyse der Ergebnisse deutet darauf hin, dass insbesondere Aspekte wie Transparenz, Rahmenbedingungen, Fairness, u.v.m. entscheidend sind, wenn es um die Haltung von Studierenden und Lehrenden in Bezug auf digitale Prüfungen geht. Ausgehend von den dargestellten Ergebnissen sollen Handreichungen für Lehrende erstellt werden, wie digitale Prüfungen gestaltet werden können, damit sie auf beiden Seiten zu einer hohen Akzeptanz führen.

## Keywords

Haltung, Befähigung, Chancengleichheit, Unsicherheit, qualitative Interviews, Studienergebnisse, Täuschungsversuche

## Ausführliche Beitragsbeschreibung Ausgangssituation:

Im Zuge der Kompetenzorientierung kam das Bewusstsein auf, dass neben einer reinen Wissensvermittlung auch eine Kompetenzvermittlung einhergehen muss. Dieses Bewusstsein wiederum wurde in den letzten Jahren um die Erkenntnis erweitert, dass zu einer Kompetenzvermittlung auch eine Vermittlung von Werten, Ethik und Normen, zusammengefasst unter dem Begriff „Haltung“, gehört; sei dies nun als ergänzendes Feld neben Wissen und Kompetenz [1], oder als tragende Säule eines übergeordneten Kompetenzverständnisses [2, 3, 4]. Darüber hinaus scheint die pädagogische Literatur sich einig, dass Haltung auch einen identitätsstiftenden Faktor bei Lehrpersonen darstellt [5].

Arn geht einen Schritt weiter und fordert Lehrende sogar dazu auf, sich zu überlegen, welches die Haltung ist, die Lehrende mitbringen müssen, um Studierende auf ihrem Lernweg zu befähigen [6].

Doch noch ungeklärt sind die Fragen: Wie sieht es mit der Haltung der Studierenden aus? Welches sind eigentlich die Faktoren, die diesen wichtigen Themenkomplex beeinflussen? Und wie sind die Haltungen zu Prüfungen?

Angesichts der aktuellen Diskussion zu Prüfungsformaten und Prüfungskultur aufgrund der schnell notwendigen Umstellung auf digitale Formate durch die Pandemie sowie des aktuellen Höhenflugs der KI-Tools und der damit einhergehenden Besorgnis ist es wichtiger denn je, einen Blick auf die Haltung zu Prüfungen zu werfen.

In unserem Projekt ii.oo – digitales kompetenzorientiertes Prüfen implementieren, beschäftigen wir uns mit der Frage, wie die Haltung zu Prüfungen ist und wie auf sie eingewirkt werden kann, um digitale Prüfungsformate nachhaltig in den Hochschulen zu verankern. Die Haltung von Studierenden und Lehrenden zu Prüfungen soll im Sinne des selbstverantwortlichen Lernens und selbstbewussten Reflektierens der eigenen Befähigungen verändert bzw. gestärkt werden. Die Motivation zur Selbst- und Fremdtäuschung wird vermindert; Studierende entsagen dem „Schummeln“.

In einem ersten Schritt wurde hierzu eine qualitative Interviewstudie durchgeführt, deren Ergebnisse in einem Poster präsentiert werden.

Von dieser Erhebung abgeleitet, sollen am Ende Konzepte stehen, wie Lehr- und Prüfungssituationen gestaltet werden können, um Studierende für authentische Leistung zu gewinnen und wie Prüfungen und unter der Wahrung der Chancengleichheit daten- und prozesstechnisch sicher durchgeführt werden können.

## Quellen

- [1] Seidl, Tobias. (2018): (Wert-)Haltung als wichtiger Bestandteil der Entwicklung von 21st Century Skills an Hochschulen., S.5
- [2] Macke, Gerd., Hanke, Ulrike., Viehmann-Schweizer., Pauline., Raether, Wulf. (2016): Kompetenzorientierte Hochschuldidaktik., S. 67
- [3] Erpenbeck, John. (2018): Wertungen, Werte - Das Buch der Grundlagen für Bildung und Organisationsentwicklung., S. 17
- [4] Zierer, Klaus. (2020): Visible Learning 2022: Zur Weiterentwicklung und Aktualität der Forschungen von John Hattie., S.15
- [5] Krug, Henriette., Ritterbusch, Ulrike. (2022): Mit welcher Haltung Haltung lehren? Skizzierung eines Umfrageprojekts., S. 467
- [6] Arn, Christof. (2017): Agile Hochschuldidaktik., S. 48f.

## Wie können E-Assessments chancengleich gestaltet werden? (Poster)

Dr. Susanne Peschke, Dr. Marie-Luise Schütt

Büro für die Belange Studierender mit Beeinträchtigung, Universität Hamburg, Deutschland  
Projekt ProfaLe (Professionelles Lehrerhandeln zur Förderung fachlichen Lernens unter sich verändernden gesellschaftlichen Bedingungen, Qualitätsoffensive Lehrerbildung), Universität Hamburg, Deutschland

[susanne.peschke@uni-hamburg.de](mailto:susanne.peschke@uni-hamburg.de), [marie-luise.schuett@uni-hamburg.de](mailto:marie-luise.schuett@uni-hamburg.de)

### Kurzzusammenfassung

Der Umfang an digitalen Angeboten in der Hochschullehre hat insbesondere aufgrund der Corona-Pandemie in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Es ist zu erwarten, dass auch zukünftig vermehrt digitale Lehrformate zum Einsatz kommen und Strategien für digitale bzw. hybride Lehre entwickelt werden. Dabei spielen E-Assessments eine wichtige Rolle. Um chancengleiche Prüfungsbedingungen für alle Studierenden herzustellen, sollten E-Assessments barrierefrei gestaltet werden. Dabei zählen sowohl transparente Informationen über Rahmenbedingungen und Prüfungsformate, als auch die faire Gestaltung der Prüfung ohne Benachteiligung einzelner Studierendengruppen zu den zentralen Kriterien der Prüfungskonzeption [1]. Je nach didaktischer, technischer und organisatorischer Gestaltung können Barrieren in der hochschulischen Prüfungspraxis entstehen oder vermieden werden [2]. Dies sollte bei der Prüfungskonzeption beachtet werden. Bislang dominieren zur Herstellung von Chancengleichheit bei Prüfungen individuelle Anpassungen – auch weil dieses Instrument rechtlich gut verankert und an den Hochschulen unter dem Begriff „Nachteilsausgleich“ etabliert ist [3]. Im Licht der UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderungen sollte auch bei der Gestaltung von Prüfungen der Fokus daraufgelegt werden, diese von vornherein barrierefrei zu gestalten. Nur wenn Barrierefreiheit von Anfang an mitgedacht wird, können diskriminierungsfreie und chancengleiche digitale Strukturen entstehen. Bei E-Assessments steigt vor allem die Bedeutung einer barrierefreien technischen Gestaltung der Infrastruktur und der Dokumente [4], [5].

In diesem Beitrag soll vor dem Hintergrund der UN-BRK am Beispiel des Prüfungsformats „digitale Klausur“ erläutert werden, was für einer barrierefreien Gestaltung beachtet werden sollte. Dabei werden auch konkrete Barrieren illustriert und mögliche barrierefreie Lösungen aufgezeigt.

### Keywords

Digitale Lehre, E-Assessment-, Barrierefreiheit, Chancengleichheit

### Welche aktuellen praktischen und theoretischen Problemstellungen der digitalen Lehre bzw. des E Assessments werden angesprochen?

Aktuell wird im Bereich der digitalen Lehre und auch konkret beim Thema E-Assessments das Thema Barrierefreiheit häufig nicht mitgedacht, so dass Nachteile für einzelne Studierendengruppen entstehen können. Als öffentliche Einrichtungen sind die Hochschulen

jedoch zu digitaler Barrierefreiheit verpflichtet. Es ist deutlich einfacher, diese Thematik von Beginn an, bei Beschaffungs- und Gestaltungsprozessen mitzudenken, um nicht nachträglich Strukturen anpassen zu müssen [4].

### **Bisherigen Erfahrungen / Stand der Forschung?**

Häufig werden für bestehende Barrieren bei digitalen Prüfungen nachträglich individuelle Lösungen für benachteiligte Studierende gesucht. [5] Dies wird – nicht zuletzt mit dem Argument geringer Fallzahlen – als weniger aufwändig eingeschätzt [3]. Dabei wird möglicherweise nicht gesehen, dass mit diesem Vorgehen nur selten barrierefreie Rahmenbedingungen nach gruppenbezogenen Standards entstehen können. Von vornherein barrierefrei gestaltete Prüfungsbedingungen im Sinne des Universellen Designs können hingegen angemessene Vorkehrungen quantitativ erheblich reduzieren und insgesamt für viele Studierende bessere und komfortablere Bedingungen schaffen [6].

### **Ausblick: Was ergibt sich daraus für die weitere Forschung und Entwicklung?**

Zukünftig sollte eine von vornherein barrierefreier Gestaltung von E-Prüfungen im Sinne des Universellen Designs angestrebt werden. Dafür müssen jedoch gruppenbezogene Standards entwickelt werden.

### **Quellen**

- [1] Schaper, N (2021): Prüfen in der Hochschullehre. In: Kordts-Freudinger, R, Schaper, N, Scholkmann, A, Szczyrba, B (Hrsg), *Handbuch Hochschuldidaktik*. Utb.
- [2] Gattermann-Kasper, M, Schütt, M-L (19.11.2021): Prüfungen diversitätsreflektierend gestalten: Didaktische und organisatorische Überlegungen.
- [3] Gattermann-Kasper, M (2018): Nachteilsausgleich für Studierende mit Beeinträchtigung. Arbeitshilfe für Beratende.
- [4] Peschke, S (2023): Barrierefreiheit bei (digitalen) Prüfungen – Möglichkeiten und Grenzen. In: Voß-Nakkour, Sarah, Rustemeier, Linda, Möhring, Monika, Deitmer, Andreas, Grimminger, Sanja (Hrsg), *Digitale Barrierefreiheit in der Bildung weiterdenken. Innovative Impulse aus Praxis, Technik und Didaktik (Sammelband)*. Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg.
- [5] Adams, S (2019): Digitale Barrierefreiheit und Inklusion: Von der Theorie in die Lehrpraxis. In: Kieberl, ML, Schallert, S (Hrsg), *Hochschule digital.innovativ | #digiPH2. Digital-innovative Hochschulen: Einblicke in Wissenschaft und Praxis Tagungsband zur 2. Online-Tagung*.
- [6] Peschke, S (2019): Chancengleichheit und Hochschule. Strukturen für Studierende mit Behinderung im internationalen Kontext. Springer VS.

## Impressum

Sammelband zum E-Prüfungs-Symposium 2023  
30. November bis 1. Dezember 2023  
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Herausgeber  
Center für Lehr- und Lernservices (CLS)  
Priv.-Doz. Dr. Malte Persike  
Kackertstr. 15  
52072 Aachen  
E-Mail: [info@cls.rwth-aachen.de](mailto:info@cls.rwth-aachen.de)  
Webseite: <https://cls.rwth-aachen.de>

Alle Texte in diesem Tagungsband werden unter der [Creative Commons Lizenz BY-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/) veröffentlicht.

Verfügbar über das institutionelle Repositorium der RWTH Aachen University:  
DOI: [10.18154/RWTH-2024-01576](https://doi.org/10.18154/RWTH-2024-01576)