

E-ASSESSMINT

FORMATIVE LERNZIELKONTROLLE IM MINT-BEREICH MITTELS E-ASSESSMENT

RONNY FREUDENREICH
ro.freudenreich@hszg.de

HOCHSCHULE ZITTAU / GÖRLITZ

Fakultät Maschinenwesen, Fachgebiet
Technische Thermodynamik

PROF. DR. CORNELIA
BREITKOPF
cornelia.breitkopf@tu-dresden.de

**TECHNISCHE UNIVERSITÄT
DRESDEN**

Fakultät Maschinenwesen, Professur für
Technische Thermodynamik

PROF. DR.-ING. HANS-JOACHIM
KRETZSCHMAR
hj.kretzschmar@hszg.de

HOCHSCHULE ZITTAU / GÖRLITZ

Fakultät Maschinenwesen, Fachgebiet
Technische Thermodynamik

ABSTRACT

Für die Sicherung des Studienerfolges bieten E-Assessments großes Potential. Die Erstellung elektronischer Übungsaufgaben muss sich jedoch insb. im MINT-Bereich besonderen Herausforderungen stellen. Derzeit arbeiten die HS Zittau/Görlitz und die TU Dresden im Vorhabenpaket „E-AssessMINT“ an Handlungsempfehlungen für die Erstellung und Durchführung kompetenzorientierter Onlineübungen im MINT-Bereich. Ziel ist es, die Studierenden im Rahmen ihrer selbstorganisierten Lernprozesse durch ein individuelles Feedback zu unterstützen. Der Beitrag stellt Umsetzungskonzepte und erste Evaluationsergebnisse beider Standorte vor.

Schlagwörter: E-Assessment, ONXY, MINT, thermoE, Studienerfolg

1. E-ASSESSMINT ALS ERGEBNIS DER ZUSAMMENFÜHRUNG INNOVATIVER E-LEARNING-ANSÄTZE

Online-unterstützte Übungen können Lernenden dabei helfen, ihre Lernprozesse zielgerichtet zu organisieren, individuelle Herausforderungen besser zu bewältigen und damit den Studienerfolg zu sichern. Insbesondere formative E-Assessments unterstützen die Studierenden dabei, ihren Wissensstand einzuschätzen und -lücken zu schließen.

Die von der Hochschule Zittau/Görlitz – HSZG (Fakultät Maschinenwesen, Fachgebiet Technische Thermodynamik) und der Technischen Universität Dresden – TUD (Fakultät Maschinenwesen, Professur für Technische Thermodynamik) entwickelten Lehr-Lern-Konzepte sind gelungene Beispiele für innovative E-Learning-Ansätze im MINT-Bereich. Im Projekt „ThermoPr@ctice“ (vgl. Kretschmar et al. 2009, 113–131) wurde ein Lernsystem für das interaktive Berechnen von Übungsaufgaben mit Hilfe des Computeralgebrasystems MathCAD entwickelt und in die Lehre der Module Thermodynamik I und Thermodynamik II der HSZG integriert. Die Software nähert sich durch die Darstellung des Rechenwegs den Lösungsabläufen von Techniker_innen und Wissenschaftler_innen an und unterstützt damit besonders gut den Lernprozess in diesem Studienfach. Mit dem Projekt „thermoE“ (Freudenreich et al. 2014, 63–74) erfolgte die Entwicklung eines kom-

petenzorientierten E-Assessments für das Fach Technische Thermodynamik an der TUD und der HSZG. Es wurde ein Verfahren zur Durchführung von elektronischen Tests erarbeitet, das die Abbildung fachspezifischer Komplexaufgaben ermöglicht. Das Format erlaubt die automatisierte Überprüfung von einzelnen Schritten im Lösungsverfahren sowie von Zwischen- und Endergebnissen. Damit werden Vorteile des E-Learnings für Online-Tests in diesem Schwerpunktfach erschlossen. Das Projekt thermoE¹ legt den Grundstein für die internationale Anwendung des thermoE-Ansatzes für mathematikorientierte Fächer an der TU Dresden.

Das Vorhabenpaket „E-AssessMINT“ verknüpft die genannten Konzepte, um die Basis für neue E-Learning-gestützte Ansätze einer selbstorganisierten Lernprozessunterstützung zu schaffen. Im Fokus steht die automatisierte formative Lernzielkontrolle im MINT-Bereich. In diesem Rahmen arbeiten derzeit die HSZG und die TUD an Handlungsempfehlungen für die Erstellung und die Durchführung kompetenzorientierter Onlineübungen im MINT-Bereich. Ergänzende bzw. weiterführende E-Learning-Maßnahmen zum Training von methodisch-mathematischen Fähigkeiten werden damit virtuell abbildbar und durch ein elektronisches Feedback unterstützt.

¹ Gefördert durch den Europäischen Sozialfond von Februar 2016 bis Juli 2017, SAB-Antragsnummer: 100251113.

2. ELEKTRONISCHE ÜBUNGEN IM MODUL TECHNISCHE THERMODYNAMIK

2. 1. DIDAKTISCHES KONZEPT

Ein gelungenes Beispiel für den Einsatz eines formativen E-Assessments im MINT-Bereich stellt die Onlineübung im Modul Technische Thermodynamik an der Hochschule Zittau/Görlitz dar. In Ergänzung zur regulären Übung im Präsenz-Seminar bieten verschiedene elektronische Testaufgaben den Studierenden die Möglichkeit, die im Rahmen der Wissensvermittlung erworbenen Fähigkeiten innerhalb von Selbstlernphasen zu trainieren und ggf. zu verbessern. Die Studierenden können mit den Übungsaufgaben – bestehend aus Wissensfragen und fachtypischen Berechnungsaufgaben – ihre Fähigkeiten zur Anwendung ihres Faktenwissens sowie den Umgang mit Formeln und Stoffwerttabellen zur Ermittlung von spezifischen Kennwerten üben. Mit der Bearbeitung der Online-Übungsaufgaben prüfen die Studierenden ihren Wissensstand und erhalten ein automatisches Feedback. Dieses Feedback gibt – je nach Lernziel – Informationen zum Prüf-Ergebnis und Lernfortschritt des Studierenden sowie ggf. Hinweise zu weiteren Übungsmaterialien, um das Prüf-Ergebnis zu verbessern. Offene Fragen können im Präsenz-Seminar sowie über den Online-Support (E-Mail und Forum) geklärt werden.

2. 2. TECHNISCHE UMSETZUNG

Die technische Umsetzung der Online-Übung stützt sich auf die Online-Lern-Plattform OPAL der Bildungsportal Sachsen GmbH. Dieses Lernmanagementsystem stellt die technischen Infrastrukturen, die nötigen Datenschutz-/Datensicherheitsanforderungen, eine stabile Performance und ein E-Assessment-Tool für das Prüfen und Bewerten des Leistungsniveaus der Lernenden zur Verfügung. Die hierfür zur Verfügung stehende ONYX-Testsuite bietet verschiedene Aufgabenformate für das Erstellen von elektronischen Testaufgaben (vgl. Freudenreich et al. 2016, 49–59). Den didaktischen Schlüssel zur Erstellung von E-Assessment-Aufgaben liefert das thermoE-Verfahren (vgl. Freudenreich & Lorenz 2014, 63–74). Im Fokus stehen dabei sog. Komplexaufgaben. Eine Komplexaufgabe, wie sie an der HS Zittau/Görlitz üblich ist, ist dadurch charakterisiert, dass die Lösung mehrere Verfahrensschritte beinhaltet, für die verschiedene Fähigkeiten nötig sind. Um eine Komplexaufgabe in eine automatisch auswertbare Online-Übung zu überführen, wird die Ausgangsaufgabe (siehe Beispiel 1) durch mehrere E-Assessmentfragen ergänzt. Die E-Assessmentfragen zielen darauf ab, die zur Lösung nötigen Teilschritte der Komplexaufgabe und deren Zwischen-/Endergebnisse zu überprüfen.

2. 2. 1. BEISPIEL 1

„Gegeben ist folgendes thermodynamische System: ...“

„Berechnen Sie ...“

Teilschritte zur Lösung		E-Assessment-Fragen zur Überprüfung von Verfahrensschritten und Teillösungen
1.	Ermittlung von Berechnungsformeln	1. Abfrage von Formeln
2.	Ermittlung von Stoffwerten aus Tabellen	2. Abfrage von Stoffwerten
3.	Berechnung fehlender Variablen	3. Abfrage von Zwischenergebnissen
4.	Berechnung des Endergebnis	4. Abfrage des Ergebnis

Tab. 1: Entwicklung von kompetenzorientierten E-Assessment-Aufgaben

Tabelle 1 zeigt den Zusammenhang zwischen den zur Lösung nötigen Teilschritten und den daraus resultierenden E-Assessment-Aufgaben. Jede innerhalb dieser Komplexaufgaben fokussierte Fähigkeit wird durch eine oder mehrere E-Assessment-Fragen bewertet.

Es werden nur Aufgabenformate verwendet, die vollautomatisiert (eindeutig) auswertbar sind.

2. 3. ASSESSMENT MITTELS ELEKTRONISCHER TESTAUFGABEN

Die Durchführung eines Assessments erfolgt in zwei Schritten (s. Abb. 1). Im ersten Schritt bekommen die Lernenden die Übungsaufgabe vorgelegt. Sie lösen die Aufgabe „wie gewohnt“ händisch bzw. softwaregestützt (z. B. mit Excel oder Mathcad) und, entsprechend dem üblichen Schema, selbstorganisiert. Im anschließenden zweiten Schritt beantwortet der/die Lernende die dazugehörigen E-Assessment-Fragen in OPAL und erhält ein direktes computergestütztes Feedback zur Qualität der erarbeiteten Lösung bzw. zum Wissensstand.

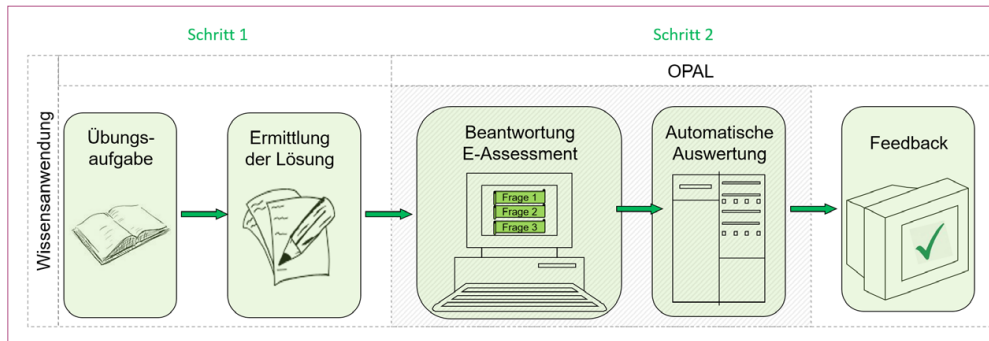


Abbildung 1: Lösungsverfahren einer elektronischen Übungsaufgabe [Freudenreich et al. 2016, 54]

3. ERGEBNISSE DER ERPROBUNGSPHASE

Das beschriebene Verfahren zur Durchführung von elektronischen Übungen wird derzeit im Rah-

men zweier ESF-Projekte in der Lehre der TUD und der HSZG erprobt und schrittweise weiterentwickelt.

Im Projekt „*thermoE^{int}* – E-Assessment für internationale Studierende im Maschinenbau am Beispiel der Grundlagenvorlesung Technische Thermodynamik als Pilot für mathematikorientierte Fächer an der TUD“ erfolgte die erste Erprobung eines E-Assessment in einer englischsprachigen Teilnehmendengruppe im Fach „Energy and Thermodynamics“ im Sommersemester 2016 sowie im Fach „Technische Thermodynamik“ im Wintersemester 2016/2017. Hierfür wurden zahlreiche englischsprachige Übungsaufgaben für ein begleitendes

Self-Assessment im Sinne eines formativen Assessments entwickelt und eingesetzt. Das Assessmentangebot wurde bislang von 19 Lernenden genutzt. Die Nutzerinnengruppe bestand zum einen aus ausländischen Studierenden verschiedener Austausch-

programme wie Erasmus, DAAD oder der Boston University und zum anderen aus potentiellen Erasmus-Studierenden, die das Übungsformat als Vorbereitung auf ihren Auslandsaufenthalt zur Verfügung gestellt bekommen haben. Im Rahmen der Lehrevaluation während der ersten Erprobung wurde eine Umfrage unter den ausländischen Studierenden (N=21) durchgeführt. Außerdem wurde

nach jedem E-Assessment das direkte Teilnehmendenfeedback ausgewertet. Die Ergebnisse dieser ersten Verfahrensevaluationen bestätigten die positiven Rückmeldungen hinsichtlich der Anwendbarkeit im MINT-Bereich und die prinzipielle Eignung der vorgestellten Methode zur Verbesserung der Lehre in den fokussierten Punkten. Ähnlich wie im Vorgängerprojekt *thermoE*, welches für die Grundlagenvorlesung im Fach Technische Thermodynamik (TUD) seit dem Wintersemester 2014/15 computergestützte Übungen für die Grundlagenausbildung der Studierenden bereitstellt (N≈1000), konnte die Lehrsituation signifikant verbessert werden. Inzwischen werden hier seit drei Jahren semesterbegleitende Online-Assessments als Ergänzung zur Vorlesung und Präsenzübung angeboten. Das Format hat sich etabliert, wird von den Studierenden nachgefragt und sehr gern als Eigenkontrolle des Wissens angenommen sowie als hervorragende Vorbereitung auf die Klausur eingeschätzt. Infolge des zusätzlichen Angebotes konnten die Durchfallquoten im Fach Technische Thermodynamik signifikant gesenkt werden und liegen momentan bei maximal 25 % – ein Wert, der für Grundlagenfächer im Maschinenbau sehr niedrig ist.

Auch im Projekt „*Neue Medien zur Unterstützung selbstorganisierter E-Learning-Prozesse im MINT-Bereich*“, das von September 2016 bis August 2018 an der HS Zittau/Görlitz durchgeführt wird, kommt das beschriebene Assessment-Verfahren zum Einsatz. In diesem Rahmen entstehen in verschiedenen MINT-Fakultäten Selbstlerneinheiten.

Im Kern der hier umgesetzten Lehr-Lern-Konzepte stehen mathematisch-methodische Übungsaufgaben im *E-AssessMINT*-Format. Erste Erprobungen erfolgten im Wintersemester 2016/17. Das entwickelte Self-Assessment-Angebot wurde bislang von ca. 60 Lernenden genutzt. Die Nutzer_innen-gruppe bestand aus Direktstudent_innen sowie aus Student_innen einer kooperativen Ausbildung, die nicht permanent am Studienort präsent und daher auf derartige E-Learning-Formate verstärkt angewiesen sind. Im Rahmen der Lehrevaluation erfolgte eine Studierendenbefragung (N=43). Auch hier zeigen die Evaluationsergebnisse, dass die Studierenden das Angebot positiv annehmen. Ein Großteil der Studierenden schätzt die Möglichkeit der zeit- und ortsunabhängigen Bearbeitung der Übungen und verwendete diese zur Vor-/Nachbereitung der Präsenzveranstaltungen, zum kontinuierlichen Training im Semesterverlauf sowie zur Vorbereitung der Klausur. Fast alle Befragten bewerteten die schnelle Ergebnisrückmeldung als besonders vorteilhaft. Im Ergebnis zeigt sich, dass dieses Übungsformat gut geeignet ist, um die Studierenden dabei zu unterstützen, Wissenslücken zu schließen. Den Angaben zufolge hat das Lehr-Lern-Konzept dazu beigetragen, dass die Studierenden frühzeitig und effektiver aktiviert werden und sich die Motivation der Teilnehmer_innen erhöht. Im Vergleich zu den Vorjahren konnte der Studienerfolg damit deutlich verbessert werden.

Wie bereits in anderen Veröffentlichungen (vgl. Breitkopf et al. 2015, 159–184) beschrieben, sind jedoch die derzeit verfügbaren ONYX-Aufgabentypen nicht ausreichend, um alle spezifischen

Prüffelder im MINT-Bereich adäquat abzubilden. Komplexe Aufgaben, bei denen mehrere Lösungswege möglich sind, können bislang nicht adäquat abgebildet bzw. automatisiert ausgewertet werden. Korrelationen zwischen Stoffwertta-bellen und Formeln bzw. daraus resultierenden Abhängigkeiten im Lösungsweg sowie eine damit in Verbindung stehende Folgefehlerbetrachtung sind noch nicht in der Komplexität möglich, wie es die Anforderungen einiger Lehrkonzepte vorgeben. Für umfassendere Einsatzszenarien sind daher Weiterentwicklungen der Software nötig.

Das Ziel, mehr Zeit für die individuelle Betreuung der Lernenden zu erreichen, konnte aufgrund der ressourcenintensiven Prozesse der Aufgabenerstellung noch nicht erreicht werden. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass der entwickelte Aufgabenpool in den Folgejahrgängen relativ einfach wiederverwendbar ist und daher zukünftig mit geringeren Aufwendungen für die technische Umsetzung und so mit freien Ressourcen für die Betreuung der Studierenden gerechnet werden kann.

4. RESÜMEE

E-AssessMINT trägt nachweislich zur Sicherung der Qualität der Lehre und des Studienerfolges bei. Durch die kontinuierlichen Weiterentwicklungen bereits etablierter Test- und Übungsformate konnte die Anwendbarkeit des *thermoE*-Verfahrens in anderen MINT-Fächern getestet und bestätigt werden. Dadurch können Vorteile des E-Learnings besser im MINT-Bereich genutzt,

zeit- und ortsunabhängige Übungen mit direktem Feedback zum Wissensstand realisiert, Präsenzveranstaltungen effektiver gestaltet und Informationen zum Lernfortschritt zur Anpassung der Lehre gewonnen werden. Lehr-Lern-Konzepte zur Sensibilisierung der Lernenden hinsichtlich selbstorganisierter Lernprozesse werden besser durchführbar. Die neuen Formate helfen Studierenden, ihren Wissensstand einzuschätzen und die vorhandenen Wissenslücken zu schließen. Zudem gelingt es, die Studierenden auf verschiedenen Lernebenen besser anzusprechen und somit unterschiedlichen Lernstilen und heterogenem Vorwissen entgegenzukommen. Ob *E-Assess-ment* letztlich in einem Modul eingesetzt wird, hängt jedoch auch davon ab, welche Ressourcen im Vorfeld aufgewendet werden können, um die lehrveranstaltungsspezifischen Anpassungen (technische Entwicklungen, Aufgabenerstellung, Integration des Lehrkonzepts) vorzunehmen. Die Entwicklung einer funktionierenden Onlineübung benötigt erhebliches Know-How und beachtliche Ressourcen sowie das Engagement des/der Lehrenden.

LITERATUR

Freudenreich, Ronny, Breitkopf, Cornelia & Kretzschmar, Hans-Joachim (2016): *E-Assess-MINT – Elektronische Übungen im MINT-Bereich*. In: Kawalek, Jürgen, Hering, Klaus & Schuster, Enrico (Hrsg.): *Tagungsband zum Workshop on eLearning 2016 – Hochschule Zittau/Görlitz, Görlitz, 49–58.*

Breitkopf, Cornelia, Kretzschmar, Hans-Joachim & Köhler, Thomas (2015): thermoE – Entwicklung eines online-basierten E-Assessments in ONYX am Beispiel der Technischen Thermodynamik. Projektabschlussbericht – Vorhaben zur Entwicklung des E-Learning in strategischen Handlungsfeldern im Rahmen der Initiative „Bildungsportal Sachsen“ 2013/14. In: Schulz, Jens, Brennecke, Katrin & Günther, Franziska (Hrsg.): Bericht zur Zielvereinbarung 2014 zwischen dem Arbeitskreis E-Learning der Landesrektorenkonferenz Sachsen und dem Sächsischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst, 159–184.

Freudenreich, Ronny, Lorenz, Torsten, Pachtmann, Katrin, Breitkopf, Cornelia, Kretzschmar, Hans-Joachim & Köhler, Thomas (2014): thermoE – Entwicklung eines online-basierten E-Assessments in ONYX am Beispiel der Technischen Thermodynamik. In: Kawalek, Jürgen, Hering, Klaus & Schuster, Enrico (Hrsg.): Tagungsband zum Workshop on eLearning 2014. Hochschule Zittau/Görlitz, 63–74.

Kretzschmar, Hans-Joachim, Mättig, Thimo, Jähne, Ines & Stöcker, Ines (2009): Lernsystem Thermopractice zur Berechnung von Übungsaufgaben mit Mathcad. In: Fischer, Helge & Schwendel, Jens: E-Learning an sächsischen Hochschulen. TUDpress Verlag der Wissenschaften GmbH, Dresden, 117–131.