

PASSEN WIR ZUEINANDER?

WAS LERNZIELTRANSPARENZ UND FORMATIVE ASSESSMENTS
ZUR MODULENTWICKLUNG BEITRAGEN KÖNNEN.

DIPL.-PSYCH. SUSANN VOGEL
susann.vogel@tu-dresden.de

PROF. DR.-ING. HABIL.
DANIEL BALZANI
daniel.balzani@tu-dresden.de

Technische Universität Dresden

Institut für Mechanik und
Flächentragwerke

DR.-ING. JAN MATHEAS
jan.matheas@tu-dresden.de

DR.-ING. ANDREAS FRANZE
andreas.franze@tu-dresden.de

Technische Universität Dresden

Institut für Mechanik und
Flächentragwerke

ABSTRACT

Im Fokus des Projektes LoveMINT steht die Entwicklung zusätzlicher Förderangebote für die erfahrungsgemäß sehr anspruchsvollen Grundlagenmodule der Technischen Mechanik im Studiengang Bauingenieurwesen. Mithilfe wissenschaftlich fundierter Diagnostik sollen frühzeitig Studierende erkannt werden, die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit die Klausur am Ende des ersten Fachsemesters nicht bestehen werden. Unterstützende Lernangebote für gefährdete Studierende sollen dabei zur Modulentwicklung beitragen.

Schlagwörter: Lernzielorientierung, Leistungsdiagnostik, Fachtests, Leistungsfeedback, Lernzieltransparenz

1. HINTERGRUND

Neben den Modulen im Fach Mathematik stellen die Module der Technischen Mechanik die höchsten Anforderungen an die Studierenden im Fach Bauingenieurwesen. Beim Vergleich der Modulprüfungen in den Grundlagenfächern zeigen sich die hohen Anforderungen im Modul Grundlagen der Technischen Mechanik¹ an den vergleichsweise schlechten Durchschnittsnoten² (Teilprüfung Stereostatik: $M=3,4$; $SD=0,6$), der relativ hohen Rate an Prüfungsmisserfolgen² (Teilprüfung Stereostatik: $M=44\%$; $SD=10\%$) sowie der großen Zeitspanne, die erfolgreich Studierende benötigen, um das Modul² abzuschließen (lediglich 25% schließen das Modul gemäß Regelstudienzeit im 2. Fachsemester ab, 25% schließen das Modul erst im 5. bis 8. Fachsemester ab).

Daher sollen zentrale Prüfungsanforderungen sowie erfolgsrelevante Kompetenzen für das Bestehen der Modulprüfung herausgearbeitet werden, um anhand dieser gezielt auf Defizite einzugehen und Studierende mit zusätzlichen Unterstützungsangeboten optimal auf die Prüfungsanforderungen vorzubereiten.

¹ Modul Grundlagen der Technischen Mechanik bestehend aus den Teilprüfungen Stereostatik und Elastostatik im 1. und 2. Fachsemester.

² Grundlage sind die Ergebnisse der Studienanfänger (1. Fachsemester) im ersten Prüfungsversuch der Teilprüfung Stereostatik in 8 Prüfungsperioden von 2012–2016.

2. ZIELE DER STUDIE

Im Rahmen des Projektes werden im Fachbereich Bauingenieurwesen unterstützende Lernangebote für das Modul Grundlagen der Technischen Mechanik entwickelt und erprobt.

Das Projekt hat folgende Ziele:

- › formatives Leistungsmonitoring und Leistungsfeedback etablieren,
- › Lernzieltransparenz erhöhen,
- › selbstreguliertes Lernen fördern,
- › adaptive, lernzielorientierte Förderangebote schaffen.

Ziel ist es, Studierende, die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit Studienschwierigkeiten entwickeln (z. B. häufige Prüfungsmisserfolge) oder ihren Studienplatz aufgeben werden, frühzeitig zu erkennen. Die durch formative Fachtests gewonnenen Kenntnisse über den Lernverlauf der Studierenden sollen dem Lehrenden helfen, das Erreichen wichtiger Teillernziele zeitnah festzustellen und gegebenenfalls die Lehr- und Förderangebote dem Leistungsstand der Studierenden anzupassen. Die Transparenz der Lernziele, das wiederholte Feedback über den Grad der bisherigen Zielerreichung und die Einordnung des eigenen Leistungsstandes innerhalb der Gruppe der Studierenden können den Studierenden helfen, die eigene Leistungsfähigkeit und die Effektivität ihrer bisherigen Lernaktivitäten realistisch einzuschätzen und eigenverantwortliche Ausbildungsentscheidungen zu treffen.

3. METHODIK

Das Design der Untersuchung ist eine Kohortenstudie, bei der Studienanfänger_innen im Diplomstudiengang Bauingenieurwesen der Technischen Universität Dresden untersucht werden. Dabei werden Lernleistungen im Fach Technische Mechanik sowie eine Reihe möglicher Einflussvariablen (z. B. Studierverhalten, Selbsteinschätzungsfähigkeit, Studienrahmenbedingungen) an zwei Kohorten jeweils über ein Semester hinweg systematisch erfasst. Darin eingebettet werden eine Reihe von geschachtelten Interventionen (z. B. formatives Leistungsfeedback, Nachhilfekurs für Wiederholer der Modulprüfung) erprobt. In einem mehrstufigen Prozess soll innerhalb von zwei Jahren ein Prognosemodell zur Vorhersage des Klausurerfolges in der Teilprüfung Stereostatik am Ende des ersten Fachsemesters entwickelt werden. Anhand des Modells sollen effiziente und wirksame Unterstützungsangebote abgeleitet und implementiert werden (s. Abbildung 1).

4. STICHPROBE

An der Untersuchung nehmen zwei Kohorten (Jahrgänge 2016/17 und 2017/18) von Studienanfänger_innen des Diplomstudiengangs Bauingenieurwesen der TU Dresden teil. Im Wintersemester 2016/17 wurden 201 Studienanfänger_innen immatrikuliert. Insgesamt nahmen 151 Studienanfänger (71,14% der Zielgruppe) an mindestens einem der Fachtests und 57 Studienanfänger (28,36% der Zielgruppe) an allen sechs Fach-

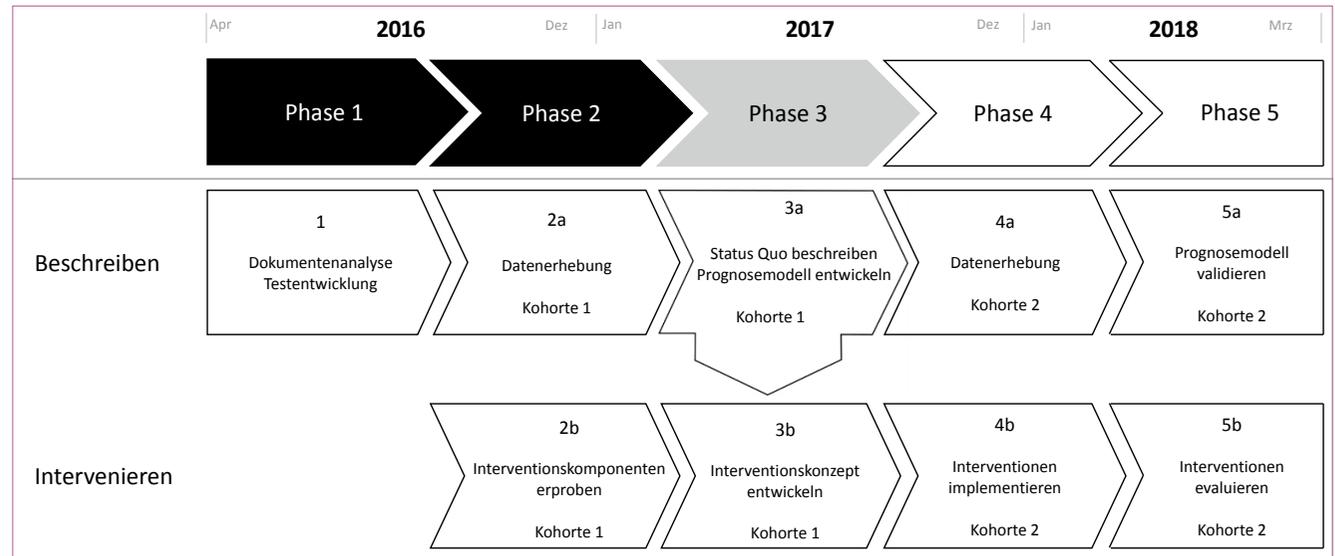


Abb. 1: Phasen des Projektes LoveMINT

Tab. 1: Stichprobenumfänge und Ausschöpfungsraten

	N _s	Response Rate	Studienanfänger (n=201)			
			Datenerhebung		Intervention	
			N _T	Teilnahmequote	N _F	Feedbackquote
t ₁	145	76%	135	67%	113	56%
t ₂	128	89%	115	57%	102	51%
t ₃	113	75%	104	52%	93	46%
t ₄	96	74%	87	43%	77	38%
t ₅	101	79%	96	48%	84	42%
t ₆	110	92%	93	46%	82	41%
Klausur	187	-	142	71%	-	-

t₁, t₂, ..., t_n – Fachtests 1–6, N_s – Zahl der Personen, die an diesem Fachtest/der Klausur teilnahmen, Response Rate – Verhältnis der im Hörsaal anwesenden Personen zur Teilnehmer_innenzahl, N_T – Zahl der Studienanfänger_innen, die an diesem Fachtest/der Klausur teilnahmen, N_F – Zahl der Studienanfänger_innen, die individuelles Leistungsfeedback zu diesem Fachtest erhielten

tests teil. 119 Personen (davon 116 Studienanfänger_innen) registrierten sich für die Rückmeldung von formativem Leistungsfeedback über die Lernplattform OPAL. 187 Studierende (davon 142 Studienanfänger_innen) nahmen im Wintersemester 2016/17 an der Modulklausur Stereostatik teil. Die einzelnen Stichprobenumfänge und Ausschöpfungsraten können Tabelle 1 entnommen werden.

5. UNTERSUCHUNGSABLAUF

Bei der Wahl der Erhebungszeitpunkte und des Testumfangs mussten der teilweise in mehreren Themen parallel stattfindende Wissenserwerb sowie die in den Vorlesungen verfügbare Zeit berücksichtigt werden. Prüfungsrelevantes Fachwissen wurde jeweils kurz vor oder nach Abschluss der Wissensvermittlung in einem Themenkomplex getestet. Die Testung prüfungsrelevanten Schulwissens aus Mathematik und Physik fand zum frühestmöglichen Zeitpunkt und zwar in der zweiten Vorlesung statt. Eine Übersicht der Aktivitäten in Phase 2 kann Abbildung 2 entnommen werden.

Um die Lernleistung der Studierenden in den einzelnen Themenkomplexen unter vergleichbaren Bedingungen zu erheben, wurden alle Testungen (n=6) im Rahmen der Modulvorlesung papiergebunden und unangekündigt durchgeführt. Die Dauer der Testungen betrug zwischen 10 und 20 min (Ausnahme Vorwissenstest mit 50 min).

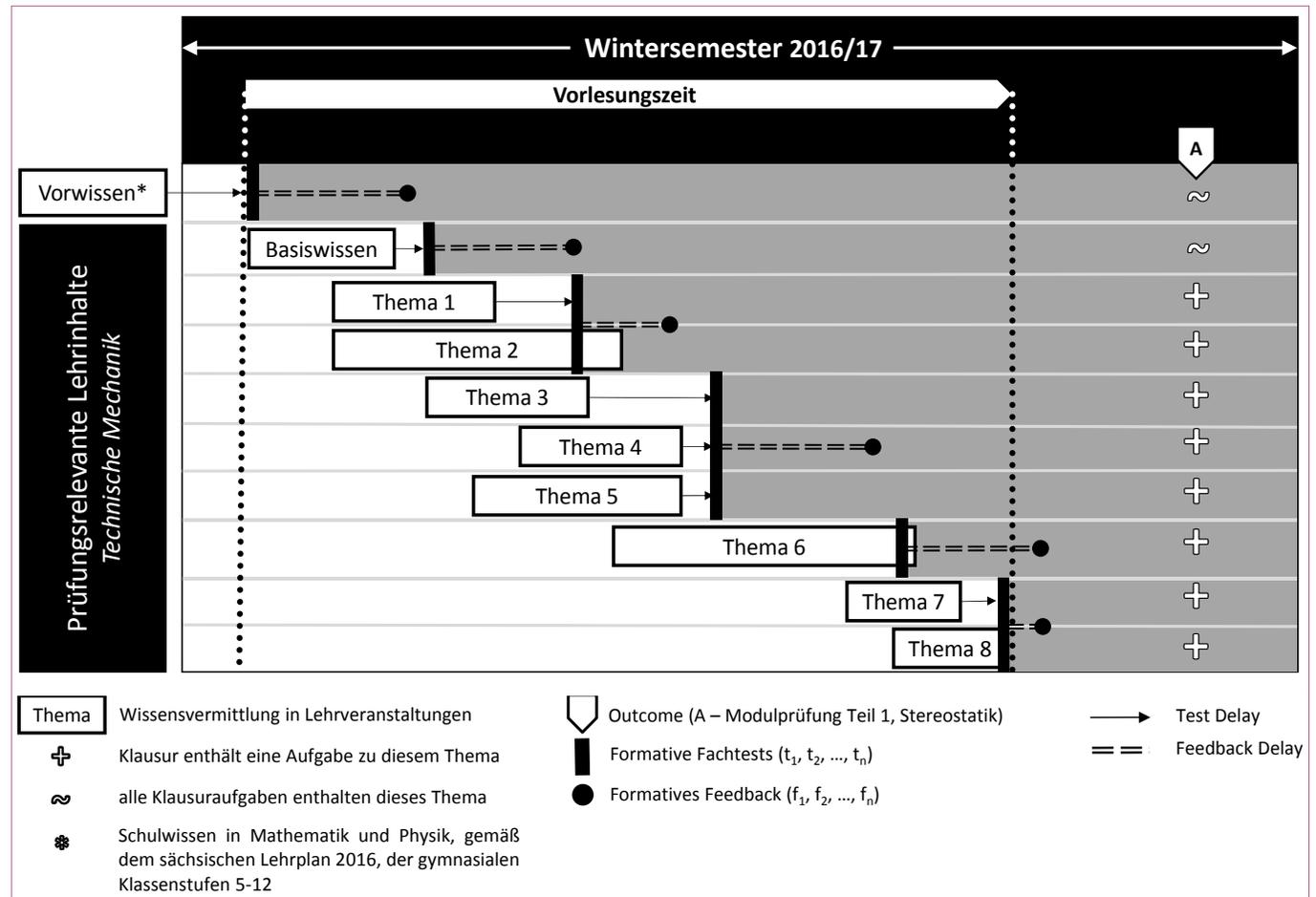


Abb. 2: Projektphase 2 –Datenerhebung und Interventionserprobung

Um die Durchführbarkeit, Reichweite und Akzeptanz späterer Interventionskomponenten abzuschätzen, wurden verschiedene Formen von Leistungsfeedback erprobt. Alle Teilnehmer_innen erhielten die Möglichkeit, sich registrieren zu lassen, um online eine individuelle Auswertung ihrer

Testergebnisse zu erhalten. Die Testauswertung wurde zeitverzögert (M=21 Tage) und in anonymisierter Form (Personen-ID) über die Lernplattform OPAL zugangsgeschützt veröffentlicht.

6. ERHEBUNGSINSTRUMENTE

Mittels einer umfangreichen Dokumentenanalyse sowie wiederholter Expert_innenkonsultationen wurden die Lehrinhalte des Moduls „Grundlagen der Technischen Mechanik – Stereostatik“ analysiert. Die Lehreinheiten des Faches wurden gesichtet, die Inhalte klassifiziert und neun prüfungsrelevante Themenkomplexe definiert. Der Zeitraum der Wissensvermittlung in Vorlesungen, Übungen und Belegen wurde detailliert aufgeschlüsselt. Zusätzlich wurde prüfungsrelevantes Vorwissen definiert und mit dem Schulwissen in den Fächern Mathematik und Physik anhand der sächsischen Lehrpläne der gymnasialen Klassenstufen 5 bis 12 (Sächsisches Staatsministerium für Kultus, 2011, 2013) abgeglichen. Insgesamt wurden zehn prüfungsrelevante Themenkomplexe (Vorwissen und neun Fachthemen) definiert. Durch Expert_innenurteile wurden prüfungsrelevante Wissenseinheiten innerhalb der zehn Themenkomplexe definiert und passende Fachfragen im Multiple-Choice-Format (MC) konstruiert. Für die Erhebung der Lernleistung in den zehn Themenkomplexen wurden sechs Erhebungszeitpunkte ausgewählt. Die Auswahl der Testfragen orientierte sich an der jeweils verfügbaren Bearbeitungszeit, dem Gewicht des Themenkomplexes in der Prüfung und dem Maß, in dem die prüfungsrelevanten Wissenseinheiten in MC-Fragen umsetzbar waren. Zu sechs Messzeitpunkten wurde das Fachwissen der Studierenden in zehn prüfungsrelevanten Themengebieten mit Hilfe von insgesamt 63 selbstentwickelten Fachfragen erhoben.

Für die Erhebung der ausgewählten Einflussvariablen wurden ein Fragebogen zur Erhebung von Studienrahmenbedingungen (18 Fragen zu Alltagsaktivitäten, Leistungsfähigkeit, Wohnsituation, Belastungsfaktoren und Lebensqualität) und ein Fragebogen zur Klausurevaluation (58 Fragen zur Transparenz der Klausuranforderungen, Prüfungsvorbereitung, Klausurgestaltung und Sichtweise auf das Lernfach) entwickelt. Weitere 27 Fragen wurden in die Fachtests eingebettet. Die dabei erhobenen Variablen waren allgemeine Personeneigenschaften (Alter, Geschlecht, Studiengang), die Teilnahme an Studienvorbereitungskursen der TU Dresden, die erlebte Erwartungskongruenz in den Lehrveranstaltungen der Technischen Mechanik, die Evaluation des formativen Feedbacks sowie eine fortlaufende Erfassung der eigenen Leistungseinschätzung und der Leistungserwartungen in der Modulprüfung.

7. FEEDBACKMATERIALIEN

Im Rahmen des formativen Feedbacks wurden die Umsetzbarkeit und Akzeptanz verschiedener Feedbackkomponenten (nach dem ITFL-Modell; Narciss 2006) und der Einsatz verschiedener Bezugsnormen (Rheinberg 2001) erprobt. Eine Beschreibung der Inhalte sowie der Einsatz in den Feedbackmaterialien können Abbildung 3 entnommen werden.

Bestandteil	Inhalt	Zweck	f1	f2	f3	f4	f5	f6
knowledge of performance	15 von 20 Aufgaben / 85% korrekt gelöst	WIE VIEL mache ich richtig?	✓	✓	✓	✓	✓	✓
knowledge of result	falsch / richtig	IST meine Lösung richtig?	✓	✓	✓	✓	✓	✓
knowledge of correct result	Angabe des korrekten Ergebnisses	WAS WÄRE die richtige Lösung?	✓	✓	✓	✓	✓	✓
knowledge about mistakes	Hinweise auf Ort/ Art/ Ursache des Fehlers	WELCHE FEHLER mache ich?	✓	✗	✓	✗	✗	✗
knowledge on meta-cognition	Hinweise auf Lernstrategien	WIE kann ich das Wissen erwerben?	✗	✓	✓	✓	✓	✓
individuelle Bezugsnorm (1)	im Vgl. zur eigenen Wahrnehmung	WIE GUT kann ich meinen IST-Lernstand beurteilen?	✗	✓	✗	✗	✗	✗
individuelle Bezugsnorm (2)	im Vgl. zwischen Themengebieten	WO habe ich den meisten Lernbedarf?	✓	✗	✓	✓	✓	✓
soziale Bezugsnorm (2)	Erläuterung der häufigsten Fehler	Mache ich ANDERE FEHLER als meine Kommilitonen?	✓	✗	✓	✗	✗	✗
soziale Bezugsnorm (1)	im Vgl. zu Kommilitonen	Mache ich MEHR FEHLER als meine Kommilitonen?	✓	✗	✓	✗	✗	✗
Sollwert	Lernzieltransparenz erhöhen	WORAUFHIN soll ich lernen?	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Aussagekraft des Testergebnisses	Hinweise zur Interpretation des Feedbacks	WAS sagt das Testergebnis aus?	✓	✗	✓	✓	✓	✓

Abb. 3: Überblick der in der Rückmeldung erprobten Feedbackkomponenten

f1, f2, ..., fn – Feedback zum Fachtest

8. REALISIERUNG UND GESTALTUNG DER PROJEKTMATERIALIEN

Im Folgenden soll die Realisierung und Gestaltung der Projektmaterialien erläutert und exemplarisch illustriert werden (s. Abbildung 4).

1. Anonyme Leistungsrückmeldung gewährleisten: Anhand eines vorgegebenen Algorithmus generiert jede/r Teilnehmer_in eine unverwechselbare 8-stellige Personen-ID, die eine Veröffentlichung des Leistungsfeedbacks über die Lernplattform OPAL in anonymisierter Form ermöglicht.

2. Fachwissen lernstandspezifisch testen: Begleitend zum Curriculum und lernzielorientiert wurde der aktuelle Lernstand der Studierenden erhoben. Themenspezifisch konnte somit der Erwerb von Grundkompetenzen und basalem Fachwissen beurteilt werden.

3. Formative Rückmeldung:

a) Testlösungen zur Verfügung stellen: Da die Rückmeldung zeitverzögert erfolgte, dient der Lösungsbogen dazu, die Aufgabenbearbeitung und den Lösungsweg der Studierenden zu reaktivieren. Ziel ist es, die eigene Aufgabenbearbeitung noch einmal nachzuvollziehen und ausgehend von der korrekten Lösung den richtigen Lösungsweg und Fehler in der eigenen Lösung zu erkennen.

b) Lernleistung formativ zurückmelden: Der individuelle Lernstand wurde sowohl aufgabenbezogen als auch themenspezifisch zurückgemeldet. Die Studierenden erhielten Informationen darüber, welche Aufgaben sie korrekt bearbeiten konnten und wie gut sie bestimmte Themengebiete zum Testzeitpunkt beherrschten.

c) Lernzielorientiertes Feedback geben: Ziel war es, Aufgabenanforderungen aufzuzeigen und auf Fehlerschwerpunkte hinzuweisen. Dieser Teil des Feedbacks wurde durch diverse Feedbackkomponenten umgesetzt. Inhalte, Form und Umfang variierten zwischen den Testrückmeldungen. Beispielsweise wurden Ursachen für besonders häufige Fehler erläutert, Lernstrategien für die Prüfungsvorbereitung empfohlen oder die Präzision der eigenen Leistungseinschätzung thematisiert.

4. Summative Lernstandseinschätzung: Gegliedert nach prüfungsrelevanten Themenkomplexen wurden die Leistungen der einzelnen Fachtests zu einem Gesamtbild des bisherigen Lernstandes kumulativ zusammengefasst. Ziel war es, den Studierenden dabei zu helfen, die Effektivität ihrer bisherigen Lernbemühungen realistisch einzuschätzen, eigene Stärken und Schwächen zu erkennen und die Lernaktivitäten während der Prüfungsvorbereitung besser selbstreguliert steuern zu können. Darüber hinaus wur-

de noch einmal gezielt auf Klausuranforderungen und Prüfungsschwerpunkte hingewiesen.

Alle Fragebögen, Tests und Lösungsbögen wurden in der Textsatzsoftware LaTeX realisiert. Die papiergebundenen Tests und Fragebögen wurden eingescannt und alle Daten mit Hilfe der Linux-basierten Software Auto-Multiple-Choice automatisiert eingelesen. Die statistischen Analysen werden mit RStudio realisiert.

1) Wie lautet der letzte Buchstabe Ihres Nachnamens? (z.B. Mustermann, Wirrfuß–Wirrfuß)

3) Gleichgewicht I
Gegeben ist das Freikörperbild eines Stabes. In welchem Abstand a muss die Kraft $F = 2N$ wirken, damit das System im Gleichgewicht ist?

3b) Ihr Testergebnis d.h. richtig beantwortet wurden...

ID	Aufgabensymbol I	Aufgabensymbol II	Gleichgewicht I	Gleichgewicht II	Teilsysteme	Aufgaberkette		
bap07lue	3	von 6	D	C	E	A	A	B

3c) Was machte diese Aufgaben so schwierig?
 2. Um die Aufgabe Teilsysteme richtig beantworten zu können, mussten zunächst die 4 Teilsysteme separat beurteilt werden. Dadurch steigt die Zahl der potentiellen Fehlerquellen. **77.7%** der Teilnehmer konnten die Stelle des Fehlers im Tragwerk korrekt ausfindig machen (Antworten A & D). Jedoch nur 25% von ihnen konnten die richtigen Schlüsse daraus ziehen und die korrekte Antwort geben.

4) Zusammenfassung der Testergebnisse:

ID	1) Zentrales Kräftesystem	2) Schwerpunkt	3) Fachwerk	4) Hebel	5) Auflager	6) Statische Bestimmtheit	7) Schnittgrößen	8) f.d.v.v.	Anzahl teilgenommener Prüfungsthemen	Gesamtwert = richtig gelöste Aufgaben / gestellte Aufgaben	Wie viel wussten Sie? (Angabe in %) (Beachten Sie an wie vielen Themen Sie teilgenommen haben!)
bap07lue	2/3	1/2	1/2	1/3	1/3	0/3	5/10	1/2	8 Themen	12 / 28	= 43% gewusst

Legende:
 gutes Ergebnis (Grundprinzipien wurden verstanden)
 mittleres Ergebnis (Themengebiet nicht vollständig verstanden, Grundprinzipien werden nur teilweise beherrscht)
 schlechtes Ergebnis (Themengebiet nicht verstanden)
 Thema nicht bearbeitet

Abb. 4: exemplarischer Auszug aus den Test und Rückmeldeunterlagen

9. ERGEBNISSE

Der folgenden Tabelle 2 können der Umfang der Testaufgaben und die jeweils maximal erreichbare Punktzahl sowie die mittlere Leistung und Streuung der Fachleistungen entnommen werden.

Tab. 2: Deskriptive Statistik

	k	Punktzahl	M	SD	CI[95%]
t1	30	30	13,91	4,31	44,1%–48,7%
t2	5	5	2,96	1,45	54,2%–64,2%
t3	6	6	2,87	1,56	43,0%–52,7%
t4	7	7	2,86	1,33	37,0%–44,7%
t5	10	10	5,06	1,95	46,8%–54,4%
t6	5	5	1,28	0,93	22,2%–29,0%
t1 bis t6	63	63	29,37	8,69	44,1%–49,2%
Klausur	8	110	45,05	22,48	39,7%–44,7%

k – Testlänge, d.h. Anzahl der Aufgaben, M – Mittelwert, SD – Standardabweichung, CI[95%] – Konfidenzintervall [95%] der im Mittel bei dieser Erhebung erzielten Punktzahl in Prozent

Insgesamt wurde der Projektkurs auf der Lernplattform OPAL 1002 Mal angeklickt. 694 Mal wurde dabei auf zugriffsgeschützte Feedbackmaterialien zugegriffen. Zugriff auf die Feedbackinhalte hatten dabei ausschließlich Studierende, die sich für die anonyme Leistungsrückmeldung registriert hatten.

10. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Die durchweg guten Response Raten (74,42% bis 91,67%) spiegeln die hohe Teilnahmebereitschaft der Studierenden wieder und deuten auf Interesse und Vertrauen von Seiten der Studentenschaft hin. Die dennoch eher mittlere Ausschöpfungsquote (43,28% – 71,14%) bei der Erfassung der Studienanfänger_innen deutet jedoch darauf hin, dass sich ein gewisser Anteil der Studienanfänger_innen nicht an den Vorlesungen beteiligt und nicht an der Modulprüfung im ersten Fachsemester teilnimmt. Die mittlere Lernleistung lag sowohl in den Kurztests (22,2% – 64,2%) als auch in der Modulprüfung (39,7% – 44,7%) im unteren mittleren Bereich. Dies ist ein erster Hinweis darauf, dass das Anspruchsniveau der Fachtests im Hinblick auf das Lernziel angemessen war.

Die Zugriffsrate auf das Feedback stand in engem Zusammenhang mit dem Zeitpunkt der Veröffentlichung neuer Feedbackinhalte und stieg während der Prüfungsvorbereitung – im Zeitraum von ca. zwei Wochen vor der Klausur – noch einmal deutlich an. Somit kann davon ausgegangen werden, dass das Feedback die Studierenden zeitnah nach Veröffentlichung erreicht und wie erhofft auch während der Prüfungsvorbereitung genutzt wird.

Um die Lernleistung der Studierenden möglichst unbeeinflusst zu erfassen und das Prognosemodell auf Grundlage möglichst valider Daten zu entwickeln, wurde in den bisherigen Phasen des

Projektes bewusst auf individuelle Förderung in Form von Beratungen und zusätzlichen Übungsaufgaben verzichtet. Dennoch ist bereits ein positiver Einfluss auf die Modulentwicklung erkennbar. Insbesondere durch die genaue Analyse der Prüfungs- und Lehrveranstaltungsinhalte wurde die Abstimmung des Modules insgesamt überprüft und im Sinne des Constructive Alignments (Biggs & Tang 2011) verbessert. Zudem konnten die Lehrpersonen während des Semesters wiederholt auf Lehrinhalte eingehen, die sich in den Kurztests für die Studierenden als problematisch darstellten. Weiterführende Untersuchungen betreffen nun die Entwicklung eines Prognosemodelles bezüglich der Vorhersage des Klausurerfolgs der Teilnehmer_innen, der Entwicklung eines passenden Interventionskonzeptes zur Verbesserung der Fachleistungen sowie dessen Evaluation.

11. DANKSAGUNG

Es wird für die Förderung durch den Europäischen Sozialfonds (ESF) im Rahmen des „Gesamtkonzept Studienerfolg“ der TU Dresden gedankt.

LITERATUR

Biggs, John B. & Tang, Catherine (2011): Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does (4. Auflage). Maidenhead: McGraw-Hill Education (UK).

Narciss, Susanne (2006): Informatives tutorielles Feedback. Entwicklungs- und Evaluationsprinzipien auf der Basis instruktionspsychologischer Erkenntnisse. Münster: Waxmann.

Rheinberg, Falko (2001): Bezugsnormen und schulische Leistungsbeurteilung. In: Weinert, Franz E. (Hrsg.): Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim: Beltz, 59–71.

Sächsisches Bildungsinstitut (2013): Lehrplan Gymnasium Mathematik. Dresden: Sächsisches Staatsministerium für Kultus.

Sächsisches Bildungsinstitut (2011): Lehrplan Gymnasium Physik. Dresden: Sächsisches Staatsministerium für Kultus.