

Good-Practice-Beispiel aus dem Bereich der Mathematik für Ingenieurwissenschaften

Kompetenzorientiert Prüfen in der Mathematik für Ingenieurwissenschaften

aufbauend auf: Diercksen, Christiane¹⁹

Im siebensemestrigen Bachelorstudiengang Elektronik und Kommunikationssysteme der Beuth Hochschule für Technik Berlin sind in den ersten drei Semestern Mathematikurse verpflichtend zu studieren, in denen 5–6 ECTS erlangt werden können. Die Kurse bestehen sowohl aus Vorlesungen als auch aus Übungen und sollen den Studierenden die erforderlichen mathematischen Kenntnisse und Werkzeuge näherbringen, die in dieser Ingenieursdisziplin notwendig sind.

Schwerpunkte der abgeprüften Kompetenzen:

Inhaltsdimension	Prozessdimension			
	Wissens- und Fähigkeitsgrundlagen	Anwenden von Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen	Überprüfen von Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen	Erschaffen und Erweitern (aufgrund) von Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen
Fachliches Wissen und Prozeduren	A1	A2		
Werte, Haltungen, Beliefs				
Fachüberg. Wissen und Fähigkeiten		C2		

Nähere Beschreibung:

Das Ziel ist es, dass die Studierenden Kenntnisse über die erforderlichen mathematischen Konzepte erlangen und diese problemlösungsorientiert anwenden können. Um diese Kompetenz zu erlangen, muss das Fach so gestaltet werden, dass Studierende mathematische Konzepte im Bereich des Anwendungsfachs wiedererkennen und erfolgreich einsetzen können (A1 und A2). Deshalb wird als didaktischer Ansatz ein fachspezifischer Kontext ge-

¹⁹ http://www.hrk-nexus.de/uploads/media/Tagung-nexus-Kompetenzorientiertes_Pruefen-Diercksen_05.pdf.

wählt, in dem die Mathematik eng mit dem Anwendungsfach verknüpft wird. Die enge Verknüpfung zwischen Mathematik und dem Anwendungsfach wurde durch eine Verringerung des Lernstoffs zugunsten von Anwendungen unterstützt. Zudem gibt es eine Abstimmung zwischen den Schwerpunkten und der Reihenfolge im Curriculum. Aktivierende Lehr-/Lernformen und gemeinsame Projektaufgaben mit dem Anwendungsfach sollen ebenfalls die Verknüpfung begünstigen. Im Fokus bleibt dabei immer das Anwendungsfach. Die Vorlesungen sollen der Vermittlung von spezifischen Kenntnissen dienen. Dabei sollen die folgenden Kompetenzen gefördert werden:

Kompetenz	Beispiel der Erlangung
Theoriekenntnisse im Anwendungsbereich	Auf lineare Differentialgleichungen konzentrieren, Schaltvorgänge in Netzen untersuchen
Rechentechiken für das Anwendungsfach	Statt aufwändigen Substitutionen, Partialbruchzerlegung behandeln
Mathematik als Werkzeug im Ingenieurfach	Lineare Gleichungssysteme auf Netze anwenden
Mathematikeinsatz erläutern können	Eigene Projektaufgabe präsentieren lassen

Um diese Kompetenzen angemessen zu überprüfen, werden verschiedene Prüfungsformen eingesetzt: Die Abschlussklausur zählt 30% der Gesamtnote; diese wird zum Ende der Vorlesungszeit geschrieben. Darin wird der gesamte Vorlesungsinhalt mit Aufgaben zu typischen Rechentechniken abgefragt. Die Studierenden dürfen dabei ihre Unterlagen benutzen und sollen zeigen, dass sie ihr mathematisches Wissen auf ein Problem der Ingenieurwissenschaften anwenden können (A2). Die drei vorlesungsbegleitenden Testate (jeweils 10%) können als Leistungskontrollen der aktuellen Lerninhalte angesehen werden, wodurch eine kontinuierliche Auseinandersetzung mit den Vorlesungsinhalten gefördert wird (A1). Um überfachliche Kompetenzen beurteilen zu können, gibt es eine Projektaufgabe für Kleingruppen aus drei bis vier Studierenden. Die zwei- bis dreiwöchige Projektaufgabe zählt 30% der Endnote und verlangt von den Studierenden eigenständige Messungen im Labor sowie deren Auswertung mittels in der Vorlesung vermittelter mathematischer Methoden. Die Ergebnisse sollen anschließend in einer 15-minütigen Präsentation und einem schriftlichen Bericht aufbereitet werden. Ziel ist es, dass Studierende eine Problembeschreibung und -lösung mithilfe mathematischer Methoden im Anwendungsfach selbstständig erstellen (C2). Darüber hinaus müssen die Studierenden in Einzelarbeit eine MATLAB-Aufgabe bearbeiten. Diese zählt, ebenso wie die sonstige mündliche Beteiligung in den Veranstaltungen 5% der Gesamtnote.

Das hier vorgestellte Konzept der Beuth Hochschule für Technik Berlin zeigt, dass Kompetenzerwerb über verschiedene Prüfungsformen und Zeitpunkte während des gesamten Semesters gefördert werden kann. Zwar ist der organisatorische Mehraufwand nicht uner-

heblich, studentische Evaluationen belegen aber die Vorzüge des vorgestellten Verfahrens.

Das Good-Practice-Beispiel verdeutlicht, dass eine Kompetenzorientierung meist mit einer Verringerung des Lernstoffs zugunsten einer Anwendungsorientierung einhergeht. Des Weiteren illustriert das Beispiel unserer Meinung nach, dass durch eine problemorientierte Aufgaben- und Prüfungsgestaltung auch komplexe theoretische und aus Sicht vieler Studierender „trockene“ Inhalte erfolgreich und in motivierender Form behandelt werden können.

Good-Practice-Beispiel aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften

Learning Outcomes and Competency Assessment Model (LOCAM)

aufbauend auf: Karl, Christian²⁰

Ziel des kompetenzorientierten Prüfungsmodells LOCAM ist es, verschiedene Fähigkeiten und Fertigkeiten zu erfassen und zu bewerten. Dazu werden sowohl das verantwortungsvolle als auch das fachlich und sozial angemessene Lösen von Aufgaben verstanden. Es geht nicht allein um den Aufbau von Fachwissen, sondern vielmehr um den Umgang mit diesem Wissen und die Fähigkeit, dieses erfolgreich bei weiterführenden Aufgaben anzuwenden.

Schwerpunkte der abgeprüften Kompetenzen:

Inhaltsdimension	Prozessdimension			
	Wissens- und Fähigkeitsgrundlagen	Anwenden von Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen	Überprüfen von Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen	Erschaffen und Erweitern (aufgrund) von Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen
Fachliches Wissen und Prozeduren	A1	A2	A3	
Werte, Haltungen, Beliefs				
Fachüberg. Wissen und Fähigkeiten				

Nähere Beschreibung:

Beispielhaft wird im Folgenden die Durchführung des kompetenzorientierten Prüfungsmodells LOCAM durch das Institut für Baubetrieb und Baumanagement der Universität Duisburg-Essen vorgestellt. In diesem werden vier Hauptkompetenzen definiert, die aufgrund einer eigenen empirischen Studie in der Bauwirtschaft ausgewählt wurden.²¹ In den Kompetenzbereich der „Problemlösefähigkeit im Baustellenmanagement“ fallen das Umgehen mit Pro-

²⁰ http://www.uni-due.de/imperia/md/content/zfh/vortrag_preistr__ger_innovationspreis_2009_karl.pdf.

²¹ „Kompetenzen für die Bauwirtschaft“, 10.2010; Grundlage Karl: Kompetenzorientiertes Studium in den Bauwissenschaften. In: Hochschuldidaktik für die Lehrpraxis, 1. Auflage, Budrich UniPress Ltd., (2010); S. 211–229.

jektrisiken und den Konsequenzen aus Projektereignissen, die Analyse und Gegenüberstellung von Soll-/Ist-Zuständen, sowie die Optimierung von Abläufen. Unter „Projektkommunikationsmanagement“ fallen der angemessene Umgang mit Projektinformationen und die Analyse und Auswahl wesentlicher Informationen. „Baubetriebliche Kompetenzen“ umfassen das Anwenden der (Angebots-)Kalkulation, die Fähigkeit Zusammenhänge zu erkennen und Konsequenzen aus Fehlkalkulationen zu minimieren, sowie Ressourcen zu verwalten und projektbezogen zu disponieren. Der Bereich „Betriebswirtschaftliche Kompetenzen“ bezieht sich auf Fähigkeiten in Bezug auf planerische, organisatorische und rechentechnische Entscheidungen sowie die fachgerechte Abrechnung eines Projektes.

Beispielhafte Lernziele des Moduls sind im Folgenden aufgelistet. Sie beruhen, wie im Fachgutachten beschrieben, auf einer mit Verblisten hinterlegten Lernzieltaxonomie.

- In der Lage sein, etwas in klarer, lesbarer und überzeugend argumentativer Weise schriftlich darzustellen.
- Die Fähigkeit zu besitzen, methodisch zielgerichtet zu arbeiten.
- Erhaltene Informationen auswählen und effektiv strukturieren können.
- Kreatives und phantasievolles Denken demonstrieren können.

Aus diesen Lernzielen wurden im nächsten Schritt Anforderungen abgeleitet, die bei der Prüfungsgestaltung zu erfüllen sind. Aufgelistet ist ein Ausschnitt dieser Anforderungen.

- Eindeutige, nachvollziehbare und verständliche Darstellung des Problems.
- In der Fragestellung muss mindestens ein inhaltlicher Fachbezug vorhanden sein.
- Unabhängige Urteile/ Entscheidungen durch offene Fragestellungen ermöglichen.
- Teilweise eine Überbestimmtheit von Informationen einbeziehen, um die Möglichkeit einer selektiven und strukturierten Auseinandersetzung zu ermöglichen.
- Komplexe Fragestellungen sollten einen fachübergreifenden Kontext zum Gegenstand haben.

Einige beispielhafte Prüfungsfragen sind unten aufgelistet.

Verständnisfragen (Ziel: Erworbenes Wissen abfragen und ggf. umformen; A1)

- „Bitte erklären Sie was im Rahmen des Projektmanagements die WBS bedeutet.“
- „Krane können in Oben- und Untendreher unterschieden werden. Stellen Sie Unterschiede dar!“

Analyse von Sachverhalten (Ziel: Gelerntes zerlegen, übertragen und kombinieren; A2)

- „Analysieren Sie den vorliegenden Baustelleneinrichtungsplan (Anlage 1) und geben Sie mindestens 10 Fehler an.“
- „Wählen Sie für die Bauaufgabe XY aus den vorhandenen Geräten (Anlage 3) aus und stellen Sie eine sinnvolle Produktionskette zusammen.“

Bewerten, interpretieren und zielgerichtet lösen (Ziel: Vernetztes Wissen hinterfragen; A3)

- „Bewerten Sie die für die Bauaufgabe XY ausgewählten Geräte (Klausur-Zusatzmaterial 1) unter Berücksichtigung der Baustellenverhältnisse und einer minimalen Ausführungsdauer.“
- „Analysieren Sie den vorliegenden Baustelleneinrichtungsplan (Klausur-Zusatzmaterial 5) und schlagen Sie ggf. Verbesserungsvorschläge vor.“

Das kompetenzorientierte Prüfungsmodell LOCAM berücksichtigt viele der im Fachgutachten genannten Kriterien der Prüfungsgestaltung: Die zu erwerbenden Kompetenzen wurden empirisch ermittelt, die Veranstaltungselemente und die Prüfungsgestaltung von den Lernzielen her geplant. Auch werden die verschiedenen Prüfungsaufgaben und -formate in situierte Problemsituationen eingebettet, um den Anwendungsbezug und Handlungscharakter der Prüfung zu stärken. Aufgrund dieser vorbildlichen Gestaltung ist es nicht verwunderlich, dass das LOCAM-Konzept 2009 mit dem „Preis für hochschuldidaktische Innovationen in der Lehrpraxis“ ausgezeichnet wurde.