

Leitfaden zum Einsatz des digitalen Fachkonzepts

KEA-Mod – Eine E-Assessment Plattform für die grafische Modellierung in der (Wirtschafts-) Informatik



Inhaltsverzeichnis

1	ZIELSETZUNG UND ANWENDUNGSBEREICH	4
2	DIDAKTISCHES KONZEPT UND LERNTHEORETISCHE ANNAHMEN	5
2.1	DAS KOMPETENZVERSTÄNDNIS UND IMPLIKATIONEN FÜR DIE PRÜFUNGSPRAXIS	5
2.2	DAS DIDAKTISCHE KONZEPT: CONSTRUCTIVE ALIGNMENT	6
2.3	KOMPETENZENTWICKLUNG DURCH FORMATIVE PRÜFUNGEN UND FEEDBACK	7
2.4	E-ASSESSMENT UND MEDIENPÄDAGOGISCHE GESTALTUNGSPRINZIPIEN	8
3	KEA-MOD – EINE KOMPETENZORIENTIERTE E-ASSESSMENT PLATTFORM FÜR DIE GRAFISCHE MODELLIERUNG	9
3.1	ZIELSETZUNG	9
3.2	AUFBAU UND FUNKTIONEN IM ÜBERBLICK	9
3.3	MEDIENPÄDAGOGISCHE UND NUTZERZENTRIERTE GESTALTUNG	11
4	KOMPETENZEN FÜR DIE GRAFISCHE MODELLIERUNG	12
5	KOMPETENZORIENTIERTE AUFGABENTYPEN	16
5.1	PRÜFUNGSDIDAKTISCHE EMPFEHLUNGEN	16
5.1.1	AUFGABEN ZUM MODELLVERSTEHEN UND -INTERPRETIEREN	16
5.1.2	AUFGABEN ZUM MODELLBILDEN UND -MODIFIZIEREN	17
5.1.3	FÖRDERUNG UND PRÜFUNG FACHÜBERGREIFENDER KOMPETENZEN	18
5.2	AUFGABENTYPEN UND AUFGABENERSTELLUNG IN KEA-MOD	19
5.2.1	AUFGABENTYP „MODELL VERSTEHEN“	19
5.2.2	AUFGABENTYP „MODELL ERSTELLEN“	20
6	KOMPETENZORIENTIERTE AUFGABENBEWERTUNG UND LERNFÖRDERLICHES FEEDBACK	21
6.1	PRÜFUNGSDIDAKTISCHE EMPFEHLUNGEN	21
6.2	BEWERTUNGSDIENSTE UND FEEDBACK IN KEA-MOD	24
6.3	DIAGNOSTISCHE INFORMATIONEN FÜR LEHRENDE IN KEA-MOD	26
7	EINSATZ DER KEA-MOD PLATTFORM IN LEHR-/LERNSETTINGS	27
7.1	KEA-MOD FÜR FORMATIVE PRÜFUNGEN	27
7.2	KEA-MOD FÜR DAS SELBSTSTUDIUM	28
7.3	NUTZUNG DES “ÖFFENTLICHEN AUFGABENPOOLS”	29
7.4	“FREIES MODELLIEREN” MIT DEM MODELLIERUNGSEditor	29
7.5	KEA-MOD FÜR SUMMATIVE PRÜFUNGEN	30

8	<u>TRANSFER UND WEITERENTWICKLUNG DER PLATTFORM</u>	31
8.1	TRANSFERIERBARKEIT UND NUTZUNG DER PLATTFORM	31
8.2	WEITERENTWICKLUNG DER PLATTFORM UND KOLLABORATIONSMÖGLICHKEITEN	32
9	<u>WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN UND RESSOURCEN</u>	33
10	<u>LITERATURHINWEISE</u>	34
11	<u>ANHANG</u>	37
11.1	KOMPETENZFACETTEN DES KOMPETENZMODELLS FÜR DIE GRAFISCHE MODELLIERUNG	37
11.2	GLOSSAR ZUM KOMPETENZMODELL FÜR DIE GRAFISCHE MODELLIERUNG	39

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1	AUTHOR UI DER KEA-MOD PLATTFORM	10
ABBILDUNG 2	STUDENT UI DER KEA-MOD PLATTFORM	11
ABBILDUNG 3	KOMPETENZMODELL FÜR DIE GRAFISCHE MODELLIERUNG	13
ABBILDUNG 4	AUFGABENTYPEN IM BEREICH DER GRAFISCHEN MODELLIERUNG, VERORTET IM KOMPETENZMODELL	17
ABBILDUNG 5	AUFGABENTYP "MODELL VERSTEHEN" IN DER KEA-MOD PLATTFORM	20
ABBILDUNG 6	AUFGABENTYP "MODELL ERSTELLEN" IN DER KEA-MOD PLATTFORM	21
ABBILDUNG 7	FEEDBACK ZU EINER AUFGABE DES TYP "MODELL ERSTELLEN" IN DER KEA-MOD PLATTFORM	26
ABBILDUNG 8	"ÖFFENTLICHER AUFGABENPOOL" IN DER KEA-MOD PLATTFORM	31

1 Zielsetzung und Anwendungsbereich

Dieser Leitfaden wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts „Kompetenzorientiertes E-Assessment für die grafische Modellierung“ (KEA-Mod) entwickelt (Laufzeit: 11/2019-12/2022). Er dient als Handreichung für Lehrende, die „**KEA-Mod**“, eine E-Assessment Plattform für die grafische Modellierung, im Rahmen der Hochschullehre in der Fachdisziplin (Wirtschafts-) Informatik einsetzen möchten. Im Leitfaden wird das dem Projekt zugrundeliegende digitale Fachkonzept mit Schwerpunkt auf den hochschuldidaktischen und medienpädagogischen Gelingensbedingungen dargestellt. Das Ziel ist, den Lehrenden eine didaktische Orientierungshilfe zu geben und sie beim Einsatz der E-Assessment Plattform zu unterstützen.

Das digitale Fachkonzept wurde speziell für den Themenbereich der grafischen Modellierung entwickelt. Die grafische Modellierung ist ein curricularer Kernbestandteil der Hochschulbildung in der Fachdisziplin (Wirtschafts-) Informatik und einigen verwandten Studiengängen. Sie findet sich sowohl in informatischen Einführungsveranstaltungen als auch in einschlägigen Fachvorlesungen, zum Beispiel über Datenbanken, Softwareentwicklung und (Geschäfts-) Prozessmodellierung, wieder.

Grafische Modellierung wird definiert als die Darstellung von existierenden oder geplanten Sachverhalten (bzw. Modellierungsgegenständen) in einem Modell unter Verwendung einer Modellierungssprache. Bei der grafischen Modellierung wird eine Modellierungssprache eingesetzt, die die Verwendung grafischer Elemente zur Repräsentation des Modellierungsgegenstandes vorsieht. Diese grafischen Elemente können weiterhin um textuelle Elemente (z. B. Beschriftungen, Attribute) ergänzt werden. Die grafische Modellierung wird unter anderem eingesetzt, um komplexe Modellierungsgegenstände einer Anwendungsdomäne (z. B. Systeme oder Prozesse bei der Softwaresystem- bzw. Geschäftsprozessmodellierung) auf für den jeweiligen Modellierungszweck wesentliche Aspekte zu reduzieren sowie strukturiert darzustellen. Grafische Modelle dienen beispielsweise als Entwurfsgrundlage für Implementierungs-/ Entwicklungsprozesse (konzeptuelle Modellierung) und sollen in der Praxis insbesondere eine einheitliche Interpretation durch verschiedene Anwenderkreise ermöglichen und die Kommunikation zwischen verschiedenen Akteuren erleichtern.

Ziel des digitalen Fachkonzepts ist, die Grundausbildung in der grafischen Modellierung durch eine kompetenzorientierte E-Assessment Plattform mit automatisierten und individuellen Bewertungs- und Feedbackmöglichkeiten – insbesondere in Lehrveranstaltungen mit hohen Teilnehmendenzahlen – zu unterstützen. Das digitale Fachkonzept setzt dabei an den zentralen Herausforderungen an, mit denen die Fachdidaktik in der (Wirtschafts-) Informatik generell, aber auch speziell im Bereich der grafischen Modellierung, konfrontiert ist. Auch in der (Wirtschafts-) Informatik hat sich im Zuge der Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen im Rahmen der Bologna-Reform die kompetenzorientierte Ausrichtung der Curricula als zentraler inhaltlicher und didaktischer Anspruch herausgebildet. Die Curricula sollten dabei nicht

nur von einem klar definierten Kompetenzprofil und entsprechenden Zielen ausgehen, sondern auch durch eine konsequent auf den Kompetenzerwerb ausgerichtete Gestaltung der Lehr- /Lernsettings sowie entsprechende Prüfungsaufgaben und -formate charakterisiert sein [Sc12]. In der Hochschuldidaktik erfolgt somit eine Umstellung von der reinen Wissensvermittlung zur kompetenzbasierten Lehre sowie ein Wechsel von einer dozierenden- hin zu einer studierendenzentrierten Lehre. Erschwert wird dieser Wandlungsprozess in der Hochschuldidaktik durch steigende Studierendenzahlen und eingeschränkte personelle Ressourcen an den Hochschulen, die eine individuelle Betreuung der Studierenden fast unmöglich machen. Auch die zeitintensive Korrektur kompetenzorientierter Prüfungen geht zu Lasten des Betreuungsangebots und somit der Qualität der Lehre. Modellierungsaufgaben zeichnen sich zudem im Speziellen durch die Möglichkeit verschiedener korrekter Lösungen aus, was eine individuelle Rückmeldung zur Modellierungslösung durch die Lehrenden notwendig macht.

Der Leitfaden ist wie folgt aufgebaut: Zunächst werden in Kapitel 2 das dem digitalen Fachkonzept zugrundeliegende didaktische Konzept und die lerntheoretischen Annahmen differenziert erläutert. Anschließend wird in Kapitel 3 ein Überblick über die generellen Funktionen und Eigenschaften der KEA-Mod Plattform gegeben. In den folgenden drei Kapiteln werden die im Laufe des KEA-Mod Projekts entwickelten prüfungsdidaktischen Empfehlungen bezüglich der Prüfung der für die grafische Modellierung relevanten Kompetenzen erläutert. Hierbei widmen wir uns schrittweise den Fragen „Was bzw. welche Kompetenzen sollten geprüft werden“ (Kapitel 4), „Wie – mit welchen Aufgabentypen – sollte geprüft werden?“ (Kapitel 5) und „Wie sollte bewertet und Feedback gegeben werden?“ (Kapitel 6). Anschließend wird jeweils die Umsetzung dieser drei Aspekte in der KEA-Mod Plattform beschrieben. In Kapitel 7 werden mögliche Szenarien für den lernförderlichen Einsatz und die Nutzung der KEA-Mod Plattform in Lehr-/Lernsettings inklusive der zentralen Gelingensbedingungen dargestellt. Abschließend erfolgen Hinweise zur Transferierbarkeit der KEA-Mod Plattform und Möglichkeiten der Weiterentwicklung (Kapitel 8).

2 Didaktisches Konzept und lerntheoretische Annahmen

Zentrale Ausgangspunkte des digitalen Fachkonzepts stellen das Konzept der Kompetenz sowie didaktische und lerntheoretische Ansätze zum kompetenzorientierten Prüfen dar, welche im Folgenden erläutert werden.

2.1 Das Kompetenzverständnis und Implikationen für die Prüfungspraxis

Die prüfungsdidaktischen Annahmen des digitalen Fachkonzepts fußen auf dem Kompetenzverständnis nach Weinert (2001), welches sich in der Bildungsforschung in Deutschland weitestgehend durchgesetzt hat [Sc13]. Demnach sind Kompetenzen

„die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernten kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen

motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“ [We01, S. 27f.]

Kompetenzen umfassen nach dieser Definition in erster Linie kognitive Fähigkeiten, die ein Handeln in komplexen Situationen ermöglichen, schließen aber auch affektive und motivationale Aspekte im Sinne einer kontextspezifischen Bereitschaft, diese Fähigkeiten zu nutzen und umzusetzen, als notwendige Voraussetzungen mit ein [KI07]. Ein weiteres zentrales Merkmal von Kompetenzen ist ihre Kontextspezifität. Kompetenzen befähigen zur Bewältigung anspruchsvoller Aufgaben und Anforderungen einer bestimmten Domäne und zeichnen sich durch ihren Handlungsbezug in einem realen, meist beruflichen bzw. professionsbezogenen Umfeld aus [Sc21b]. Bei der Kompetenz handelt es sich um ein latentes Konstrukt, das bedeutet, dass sie nicht beobachtbar und somit nicht direkt erfassbar bzw. messbar ist. Es ist daher notwendig, von einer beobachtbaren Handlung (der Performanz; z. B. der Leistung in einer Prüfung; Qualität einer Arbeitsprobe) auf die zugrundeliegende Kompetenz zu schließen [Wa12].

In Bezug auf die Entwicklung kompetenzorientierter Prüfungsaufgaben impliziert dieses Kompetenzverständnis, dass diese sowohl die Überprüfung der Anwendung und des Transfers von Wissen und Fähigkeiten, als auch die Auseinandersetzung mit Werten und Einstellungen sowie motivationale und soziale Anforderungsaspekte einbeziehen sollte [Sc21a]. Hierbei sollten Prüfungsaufgaben möglichst authentische bzw. praxisbezogene Anforderungssituationen der jeweiligen Domäne abbilden. Aufgaben sollten problemorientiert und somit für den Lernenden kognitiv fordernd und hinreichend schwierig zu lösen sein [Wa12]. Um einen umfassenden Kompetenzerwerb zu fördern, bedarf es vielfältiger und variierender Übungsaufgaben auf unterschiedlichen (schrittweise ansteigenden) Anforderungsniveaus [Sc13]. Schließlich sollte sichergestellt werden, dass Prüfungsaufgaben auch wirklich das prüfen, was sie prüfen sollen. Sie müssen also valide Rückschlüsse von der Leistung in der Prüfung auf die zugrundeliegende Kompetenz zulassen.

2.2 Das didaktische Konzept: Constructive Alignment

Insbesondere im Rahmen von kompetenzorientierten Prüfungen stellt das „Constructive Alignment“ ein zentrales Konzept für die Konstruktion von Prüfungsaufgaben dar [Sc21a]. Das grundsätzliche Prinzip besteht darin, die intendierten Lernergebnisse bzw. Kompetenzanforderungen, die Lehr- und Lernmethoden sowie die Prüfungsformen einer Lehrveranstaltung konsequent aufeinander abzustimmen [Bi11].

Mit Fokus auf die Prüfungsgestaltung soll somit sichergestellt werden, dass die Prüfungsaufgaben die Kompetenzen, die innerhalb einer Lehrveranstaltung entwickelt werden sollen, in angemessener Weise adressieren. Sie müssen also hinsichtlich ihres Inhalts als auch ihres kognitiven Anforderungsniveaus adäquat auf die intendierten Lernergebnisse abgestimmt sein. Da Lernaktivitäten von Studierenden oftmals auf die Prüfungsanforderungen ausgerichtet sind, kommen Prüfungen eine zentrale Steuerungsfunktion im Rahmen von Lernprozessen zu [Bi11]. Diese Steuerungsfunktion wird durch den Lernzielbezug von Prüfungen in

lernförderlicher Weise genutzt, da so die Lern- und Prüfungsanforderungen transparent gemacht werden können und die Kompetenzentwicklung der Studierenden gezielt gesteuert werden kann [Sc21a].

2.3 Kompetenzentwicklung durch formative Prüfungen und Feedback

Prüfungen haben im hochschulischen Kontext in erster Linie eine *summative Funktion*, bei der am Ende einer Lehrveranstaltung (bzw. eines Moduls oder Studienabschnitts) eine abschließende Prüfung des Kompetenzerwerbs erfolgt. Die Bescheinigung einer gewissen Leistung bei summativen Prüfungen kann insbesondere eine Selektionsfunktion erfüllen, die über den weiteren Studienverlauf oder Karriereweg entscheidet [Sc21a].

Auf der anderen Seite sollten Prüfungen im Sinne einer *formativen Funktion* auch als Teil des Lern- bzw. Kompetenzerwerbungsprozesses verstanden und entsprechend gestaltet werden [Sc21b]. Hierbei spielen sowohl lernförderliche Effekte durch das Absolvieren von Übungsaufgaben bzw. Tests als auch durch das anschließende Feedback eine Rolle. Das Bearbeiten von formativen Prüfungen in Form von Übungsaufgaben stellt eine effektive Methode zur Förderung von Verstehen und prozeduralem Wissen dar. Es dient insbesondere der Festigung, Anwendung und dem Transfer von Wissen und sorgt durch eine zunehmende Automatisierung bzw. Routine für eine kognitive Entlastung der Lernenden [Re20]. Zudem können formative Prüfungen im Rahmen von Prüfungsvorbereitungen oder Selbstlernphasen als Selbsttests eingesetzt werden. Studien zeigen, dass sich durch das Testen und somit den Abruf von zuvor gelernten Wissensinhalten langfristige Lerneffekte einstellen [Ro11].

Darüber hinaus tragen formative Prüfungen jeglicher Art insbesondere durch den Einsatz von Feedback zur Kompetenzentwicklung bei. Sogenanntes formatives Feedback wird im Laufe einer Lehrveranstaltung eingesetzt und dient dazu, die Lernprozesse durch Hinweise zu Verbesserungspotentialen zu fördern und zu steuern. Das vorrangige Ziel von formativem Feedback ist, die Diskrepanz zwischen der aktuellen Leistung oder dem aktuellen Verständnis und einem Ziel zu reduzieren [Ha07]. Mit Hilfe der Rückmeldung sollen Studierende nachvollziehen können, ob oder inwieweit sie die Lernziele bereits erfüllt haben und was sie tun können, um diese zu erreichen. Somit können die darauffolgenden Lernaktivitäten zielgerichtet gesteuert werden. Zudem kann das Feedback Anreize liefern, sich intensiver mit den Lernzielen auseinanderzusetzen und diese zu verstehen [Ha07]. Dies erhöht die Motivation und reduziert die Unsicherheit der Studierenden. Ein weiterer wichtiger Aspekt in diesem Zusammenhang ist, dass Lernende durch die Prüfung ihrer Fähigkeiten und das anschließende Feedback eine genauere Beurteilung ihres tatsächlichen Lernstands erhalten. Andernfalls tendieren Studierende durch eine vermeintlich zunehmende Vertrautheit mit dem Lernmaterial beim Lernen dazu, ihre Fähigkeiten zu überschätzen und ggf. ihre Lernanstrengungen frühzeitig zu reduzieren [Ro11]. Elementar in Bezug auf das Feedback ist, dass Studierende tatsächlich die Gelegenheit bekommen, dass Feedback beim weiteren Lernen zu nutzen und im Rahmen derselben oder neuer Anforderungssituationen anzuwenden.

Lernende profitieren also von formativen Prüfungen, indem sie zum einen gelerntes Wissen abrufen und Fähigkeiten üben können als auch Informationen über ihren aktuellen Lernstand

erhalten und Hinweise und Strategien zur weiteren Verbesserung an die Hand bekommen. Auf diese Weise ist es möglich, dass auch bei der Bewältigung der Prüfungsanforderungen noch gelernt wird und hierdurch Kompetenzen entwickelt werden [Sc21b]. Ein weiterer positiver Effekt von formativen Assessments besteht darin, dass Studierende durch regelmäßige Übungsaufgaben oder Tests motiviert werden, frühzeitig bzw. regelmäßig im Verlauf des Semesters zu lernen, was den Lernerfolg steigern kann [Ro11].

Auf der anderen Seite können auch Lehrende formative Prüfungen gezielt einsetzen, um Informationen zum Lernstand ihrer Studierenden zu erhalten. Diese diagnostischen Informationen sollten wiederum für die weitere Lehre genutzt werden, indem auf Stärken und Schwächen der Studierenden eingegangen wird [Wi17].

2.4 E-Assessment und medienpädagogische Gestaltungsprinzipien

Im Rahmen von E-Assessments gilt es, neben den prüfungsdidaktischen Aspekten auch Prinzipien der Medienpädagogik und der Usability zu berücksichtigen, um Einbußen hinsichtlich ihrer Lernförderlichkeit sowie ihrer Validität zu verhindern.

Im Zuge seiner Cognitive Theory of Multimedia Learning, die sich unter anderem auf die Cognitive Load Theory nach Sweller und Kollegen [Sw94] stützt, beschreibt Mayer [Ma14] verschiedene Prinzipien zur Gestaltung von multimedialen Lernmaterialien. Durch die Berücksichtigung angemessener Gestaltungsaspekte soll eine kognitive Überlastung durch das Lernmaterial verhindert werden, sodass freie kognitive Kapazitäten für erfolgreiches Lernen genutzt werden können. Er unterscheidet hierbei erstens Prinzipien, die dazu dienen, die kognitive Belastung durch die Darstellung und Gestaltung des Lernmaterials zu reduzieren und die somit sicherstellen, dass die Verarbeitung der relevanten Informationen und Lehrinhalte nicht durch irrelevante Informationen oder störende Darstellungen behindert wird (z. B. coherence principle, signaling principle, redundancy principle, spatial and temporal contiguity principle). Zweitens beschreibt er Prinzipien, die dazu dienen, die Belastung durch die Lerninhalte selbst bzw. durch deren Schwierigkeit und Komplexität lernförderlich zu gestalten, indem der Schwierigkeitsgrad und die Unterstützungsfunktionen an das Vorwissen der Lernenden angepasst werden (z. B. segmenting principle, pre-training principle, modality principle). Und drittens soll durch die Berücksichtigung bestimmter Prinzipien eine effektive, lernbezogene kognitive Belastung gefördert und die Motivation gesteigert werden (z. B. personalization principle, feedback principle, expertise reversal principle).

Darüber hinaus stellt eine hohe kognitive Belastung durch die digitale Prüfungsumgebung eine Quelle fehlerhafter Fähigkeitseinschätzungen dar [Bl15]. Das heißt, es sind keine validen Rückschlüsse von der Prüfungsleistung auf die Kompetenzen der Studierenden möglich, da neben mangelnden fachlichen Kenntnissen eine weitere Ursache bei der Leistungserbringung in einer mangelnden Benutzerfreundlichkeit der Plattform liegen kann. Somit spielen auch Usability-Aspekte bei der Gestaltung von E-Assessments eine Rolle. Denn die Lernenden müssen während des Lernens nicht nur kognitive Ressourcen aufbringen, um die Prüfungsinhalte zu verstehen, sondern auch, um sich mit der Benutzeroberfläche auseinanderzusetzen [Le07]. Da die kognitive Verarbeitungskapazität begrenzt ist, sollte die Lern- oder

Prüfungsplattform so gestaltet sein, dass die Lernenden ihre kognitiven Ressourcen in erster Linie für die Verarbeitung der Prüfungsinhalte bzw. zur Aufgabenbearbeitung und nicht für das Verständnis der digitalen Anwendung bzw. der Benutzeroberfläche einsetzen können. Ein bedeutendes Ziel im Hinblick auf die Usability besteht somit darin, die kognitive Belastung, welche die Lernenden für die Interaktion mit der Benutzeroberfläche aufbringen müssen, möglichst zu reduzieren [Va06]. Die E-Assessment Plattform sollte daher im Sinne der Usability Faktoren nach [Ni93] unter anderen schnell erlernbar, intuitiv und effizient nutzbar und möglichst störungsfrei sein.

3 KEA-Mod – Eine kompetenzorientierte E-Assessment Plattform für die grafische Modellierung

3.1 Zielsetzung

Der Einsatz von E-Assessment Plattformen in der Hochschullehre dient sowohl dazu, die Kompetenzentwicklung der Studierenden durch vielfältige Übungsaufgaben und lernförderliches Feedback zu unterstützen als auch den Kompetenzerwerb zu prüfen. Die KEA-Mod Plattform bietet in diesem Rahmen Möglichkeiten zur Erstellung und zum Einsatz von verschiedenen Prüfungsaufgaben mit Bezug zur Modellierung, die den Studierenden webbasiert zur Bearbeitung zur Verfügung gestellt werden. Vor dem Hintergrund der Kompetenzorientierung ist die KEA-Mod Plattform insbesondere auf die Förderung und Prüfung von anwendungsbezogenen Kenntnissen und Fähigkeiten im Bereich der grafischen Modellierung in der Hochschullehre ausgerichtet. Sie ermöglicht eine automatisierte Bewertung von verschiedenen Aufgabentypen sowie den Einsatz von (semi-)automatisiertem als auch manuellem Feedback.

3.2 Aufbau und Funktionen im Überblick

Bei der KEA-Mod Plattform handelt es sich um eine webbasierte Anwendung, die im Wesentlichen aus folgenden drei Komponenten besteht: die Benutzeroberfläche der Dozierenden (Author UI), die Benutzeroberfläche der Studierenden (Student UI) sowie der Modellierungseditor.

Die Lehrenden (z. B. Dozenten oder Tutoren) können innerhalb der **Author UI** Modellierungsaufgaben anlegen und verwalten (s. Abbildung 1). Dies umfasst im Speziellen folgende Funktionen:

- Modellierungsaufgaben erstellen und Bewertungsschemata auswählen
- Aufgabenreihen für Studierende bereitstellen
- Einreichungen von Studierenden sowie dazugehörige automatisch erstellte Bewertungsergebnisse sowie Feedback einsehen und gegebenenfalls individuell anpassen

Zudem können Lehrende einen eigenen umfassenden Aufgabenpool aufbauen und die einzelnen Aufgaben problemlos modifizieren oder in verschiedenen Aufgabenreihen miteinander kombinieren.

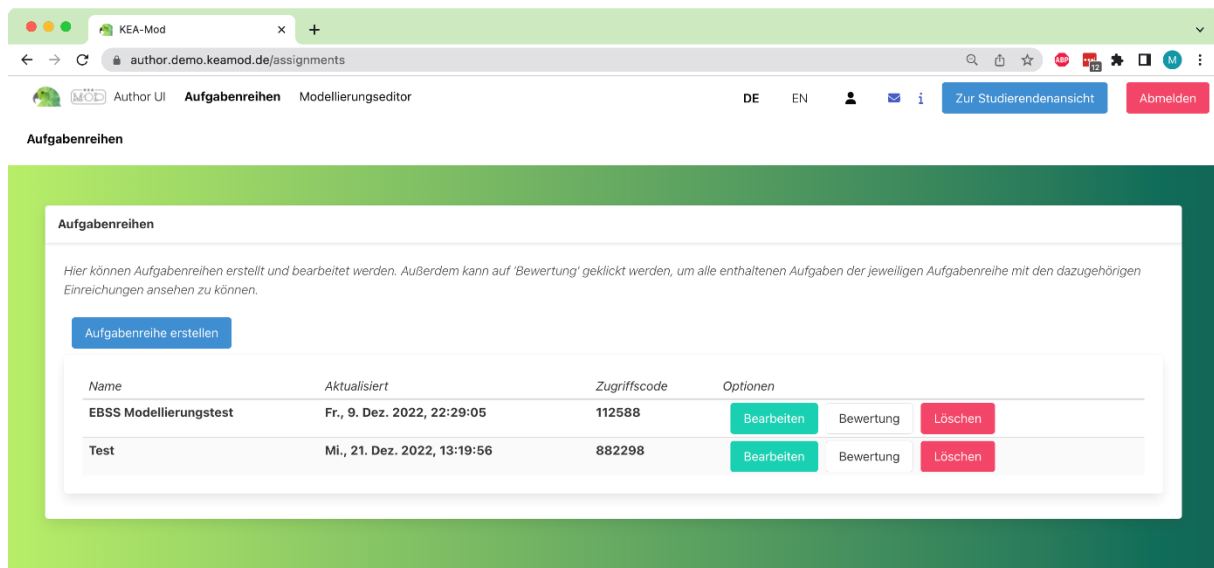


Abbildung 1 Author UI der KEA-Mod Plattform

Die Studierenden können in der **Student UI** folgende Aktionen durchführen:

- Modellierungsaufgaben bearbeiten und zur Bewertung einreichen
- Bewertungsergebnisse und Feedback zu ihren Einreichungen einsehen

Die KEA-Mod Plattform ermöglicht es den Studierenden zudem, ihren Lernprozess zu überwachen und den Stand der Aufgabenbearbeitung und der Einreichungen zu kontrollieren (s. Abbildung 2).

Beide Benutzeroberflächen gewähren zudem Zugriff auf den **Modellierungseditor**, um diesen als eigenständige Komponente, z. B. zum „freien Modellieren“ ohne Bezug zu einer spezifischen Modellierungsaufgabe, nutzen zu können. Der Modellierungseditor wurde speziell für den Einsatz in der Lehre entwickelt und unterscheidet sich in seiner Funktionsweise daher von gängigen, kommerziellen Eingabe- bzw. Modellierungswerkzeugen. Beispielsweise können automatische Kontroll- oder Korrekturfunktionen eingeschränkt werden, so dass auch syntaktische Fehleingaben möglich sind. Darüber hinaus integriert der Modellierungseditor verschiedene grafische Modellierungssprachen (derzeit: Entity-Relationship-Diagramme (ER), Unified Modeling Language (UML), Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK), Business Process Model and Notation (BPMN) und Petri-Netze), sodass die KEA-Mod Plattform sowie der Modellierungseditor als eigenständige Anwendung in einer Vielzahl an Lehrveranstaltungen mit Bezug zur grafischen Modellierung eingesetzt werden können.

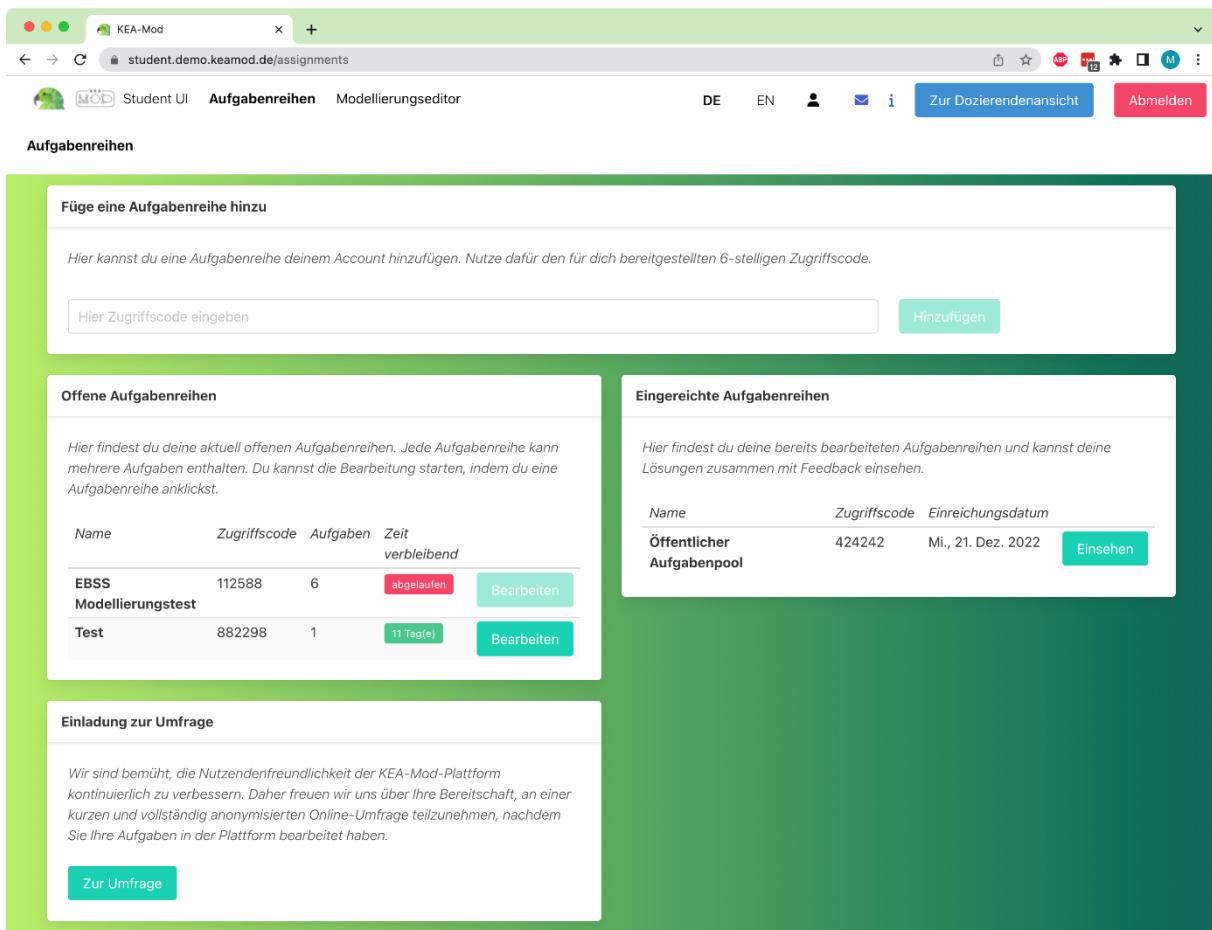


Abbildung 2 Student UI der KEA-Mod Plattform

3.3 Medienpädagogische und nutzerzentrierte Gestaltung

In Bezug auf das visuelle Design der E-Assessment Plattform wurden relevante Prinzipien zur Gestaltung von multimedialen Lernmaterialien [Ma14] berücksichtigt (s. Kapitel 2.4). Dies soll dazu beitragen, eine kognitive Überlastung seitens der Studierenden zu verhindern und eine produktive kognitive Verarbeitung bei der Nutzung der Plattform und insbesondere bei der Bearbeitung von Prüfungsaufgaben zu fördern. Zum einen weist die KEA-Mod Plattform eine sehr einfache, reduzierte Benutzeroberfläche ohne ablenkende visuelle oder akustische Informationen auf (*coherence principle*). Das heißt, es werden keine für die Aufgabenbearbeitung oder die Lernziele irrelevanten Medien (Grafiken, Texte, Sounds, etc.) eingesetzt. Relevante Informationen werden zudem hervorgehoben (z. B. durch Textformatierungen, Icons, etc.), sodass die Aufmerksamkeit der Nutzer gelenkt wird und sie sich schneller orientieren können (*signaling principle*). Das Prinzip der räumlichen Nähe (*spatial contiguity principle*) wird in mehrfacher Weise berücksichtigt: Beispielsweise werden den Lernenden alle für die Aufgabenbearbeitung relevanten Informationen und Eingabewerkzeuge (z. B. Aufgabenstellung, Sachverhaltsbeschreibung und Modellierungseditor) auf einem Bildschirm angezeigt, sodass nicht zwischen verschiedenen Seiten oder Ansichten gewechselt werden muss. Zudem wird nach Bewertung einer Aufgabe das Feedback zusammen mit der Aufgabenstellung und der individuellen Lösung auf demselben Bildschirm angezeigt. An dieser Stelle kommt zudem das *Feedback-Prinzip* [Jo14] im Rahmen des multimedialen Lernens zum Tragen. Insbesondere

elaboriertes Feedback hilft den Lernenden, den Fokus auf die zentralen Informationen zu lenken und reduziert daher die Verarbeitung irrelevanter Informationen. Auf diese Weise kann es dazu beitragen, dass Lernende ein tieferes Verständnis für das Lernmaterial bekommen und eigene Fehler und Fehlannahmen erkennen.

Neben der Berücksichtigung zentraler Gestaltungsprinzipien bei der Plattform-Entwicklung wurden im Zuge des KEA-Mod Projekts mehrere formative Usability-Evaluationen (z. B. Fragebogenstudien, Cognitive Walkthroughs) durchgeführt, um die Gebrauchstauglichkeit und Nutzerfreundlichkeit der KEA-Mod Plattform zu überprüfen und zu verbessern. Die Erhebungen zeigen, dass die KEA-Mod Plattform durch ihr schlichtes, übersichtliches Design sowie die Konzentration auf die wesentlichen Funktionen intuitiv zu bedienen und schnell erlernbar ist [UI22]. Dies ist insbesondere für den Einsatz in der Lehre relevant. Denn auf diese Weise führt die Nutzung der Plattform bei den Studierenden nicht zu einer kognitiven Überlastung, sodass genügend kognitive Kapazitäten für die eigentliche Bearbeitung der Prüfungsaufgaben zur Verfügung stehen.

4 Kompetenzen für die grafische Modellierung

Für den Fachbereich der grafischen Modellierung in der Informatik wurde im Rahmen des KEA-Mod Projekts in mehreren Studien ein **Kompetenzmodell für die grafische Modellierung** schrittweise entwickelt und validiert¹. In dem Kompetenzmodell werden die für die grafische Modellierung relevanten (Teil-) Kompetenzen (im Folgenden Kompetenzfacetten genannt) in Form von Lernergebnissen beschrieben und entlang einer zwei-dimensionalen Matrix strukturiert (s. Abbildung 3). Das Kompetenzmodell definiert, was Studierende im Laufe ihres Studiums im Fachgebiet der grafischen Modellierung lernen sollten, und liefert Lehrenden – im Sinne des Constructive Alignment-Konzepts – gleichermaßen Orientierung dafür, was geprüft werden sollte. Das Kompetenzmodell für die grafische Modellierung dient im Rahmen des digitalen Fachkonzepts als theoretische Grundlage für die Konzeption und Bewertung kompetenzorientierter Modellierungsaufgaben.

Bei dem Kompetenzmodell handelt es sich um ein generisches Kompetenzmodell für die grafische Modellierung in der (Wirtschafts-) Informatik. Die Kompetenzfacetten wurden möglichst allgemeingültig, ohne Bezug zu einem spezifischen Fachgebiet der Modellierung oder einer Modellierungssprache, formuliert. Das Kompetenzmodell soll so auf möglichst vielfältige Fachgebiete (z. B. Software Engineering, Datenmodellierung, (Geschäfts-) Prozessmodellierung, Unternehmensmodellierung, Requirements Engineering) transferierbar und in verschiedenen Einsatzbereichen anwendbar sein.

Das Kompetenzmodell umfasst eine Inhaltsdimension mit fünf Inhaltsbereichen auf der vertikalen Achse und eine Prozessdimension mit vier Prozessstufen auf der horizontalen Achse. **Die Inhaltsdimension des Kompetenzmodells** umfasst die zwei fachspezifischen

¹ Der Entwicklungsprozess des Kompetenzmodells wird in [So22] im Detail beschrieben.

Inhaltsbereiche „Modellverstehen und -interpretieren“ und „Modellbilden und -modifizieren“ sowie die drei fachübergreifenden Inhaltsbereiche „Werte, Haltungen, Überzeugungen“, „Metakognitive(s) Wissen und Fähigkeiten“ und „Sozial-kommunikative Fähigkeiten“ (s. Tabelle 1). Durch die Berücksichtigung der fachübergreifenden Inhaltsbereiche soll dem umfassenden Kompetenzverständnis nach Weinert [We01] Rechnung getragen werden (s. Kapitel 2.1). Hinsichtlich der fachspezifischen Modellierungskompetenzen liegt der Fokus des Kompetenzmodells auf dem Verstehen und Interpretieren bestehender Modelle sowie dem selbstständigen Erstellen und Modifizieren grafischer Modelle in Bezug zu einem Modellierungszweck unter Verwendung einer grafischen Modellierungssprache. Die Lernenden sollen befähigt werden, komplexe Modelle zu verstehen und mit ihnen zu arbeiten sowie qualitativ hochwertige Modelle zu erstellen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den „handwerklichen“ Kenntnissen und Fähigkeiten des grafischen Modellierens.

Kompetenzmodell für die grafische Modellierung in der (Wirtschafts-) Informatik					
Fachgebiet der Modellierung in der Informatik					
Inhaltsdimension		Prozessdimension			
		Verstehen	Anwenden & Übertragen	Analysieren & Bewerten	Erschaffen
Fachliche(s) Wissen & Prozeduren	Modellverstehen & -interpretieren	MV1	MV2	MV3	MV4
	Modellbilden & -modifizieren	MB1	MB2	MB3	MB4
Werte / Haltungen / Überzeugungen		WH1	WH2	WH3	WH4
Fachübergreifende(s) Wissen und Fähigkeiten	Metakognitive(s) Wissen und Fähigkeiten	MK1	MK2	MK3	MK4
	Sozial-kommunikative(s) Wissen und Fähigkeiten	SK1	SK2	SK3	SK4
Komplexität und Kontextualität der Modellierungsaufgabe					

Abbildung 3 Kompetenzmodell für die grafische Modellierung

Die Prozessdimension des Kompetenzmodells umfasst die vier Prozessstufen „Verstehen“, „Anwenden & Übertragen“, „Analysieren & Bewerten“ und „Erschaffen“ (s. Tabelle 2). Sie dient dazu, die Kompetenzfacetten auf verschiedenen Anforderungsniveaus zu beschreiben und einzuordnen. Der kognitive Anspruch nimmt mit den Prozessstufen von „Verstehen“ bis zu „Erschaffen“ tendenziell zu.

Inhaltsbereich	Beschreibung
Modell- verstehen & -interpretieren	Modellverstehen & Modellinterpretieren beinhaltet ein Verständnis über grundlegende Begriffe, Konzepte und Vorgehensweisen sowie Zielsetzungen, Möglichkeiten, Grenzen und Fachgebiete der grafischen Modellierung. Zudem beschreibt der Inhaltsbereich die Fähigkeit, die Bedeutung bestehender Modelle sowie die verwendeten Modellierungssprachen zu verstehen, inhaltliche und formale Aussagen abzuleiten, Modelle zum Problemlösen anzuwenden sowie Modelle und die Modellqualität zu prüfen und zu beurteilen. Modellverstehen & Modellinterpretieren umfasst somit sowohl die Fähigkeit, <i>bestehende</i> Modelle zu lesen und mit ihnen zu arbeiten, als auch ein generelles <i>Modellierungsverständnis (faktenbasiertes, konzeptuelles, prozedurales Wissen)</i> . Bestehende Modelle können sowohl von anderen als auch selbst erstellte Modelle sein.
Modell- bilden & -modifizieren	Modellbilden & Modellmodifizieren beinhaltet die Fähigkeit, Modellierungssprachen für bestimmte Zwecke nach bekannten Verfahren anzuwenden sowie selbstständig Modelle in Bezug zu einem Sachverhalt zu erstellen, zu ergänzen und zu verändern. Dies schließt die Analyse der Problemstellung und die Auswahl passender Modellierungssprachen, Modellierungswerkzeuge, Modellierungskonzepte und Typen von Modellelementen mit ein. Beim Modellbilden & Modellmodifizieren steht somit die Erstellung von <i>eigenen</i> Modellen bzw. Modellteilen (im Sinne einer Modellanpassung) auf Basis spezifischer Anforderungen bzw. in Bezug zu einem spezifischen Modellierungszweck im Vordergrund.
Werte / Haltungen / Überzeugungen	Werte, Haltungen & Überzeugungen beziehen sich auf normative und auch motivational relevante Kompetenzfacetten des professionellen Verhaltens im Bezug zur grafischen Modellierung. Sie verweisen damit auf die intrinsische Motivation der Lernenden, sich mit dem Gebiet der grafischen Modellierung in der Informatik und ihren Innovationen zu beschäftigen, sowie auf die grundlegenden Einstellungen hinsichtlich der Modellierung. Sie beeinflussen die Art und Weise, wie Modellierungsaufgaben durchgeführt werden und welche Prinzipien dabei befolgt werden (z. B. ob soziale Konsequenzen der Verwendung bestimmter Modelle oder die Modellqualität berücksichtigt werden).
Metakognitive(s) Wissen und Fähig- keiten	Metakognitive(s) Wissen und Fähigkeiten beziehen sich auf den Umgang mit und die Reflexion über die eigenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Denkprozesse in Bezug auf die grafische Modellierung. Die Lernenden sollen in der Lage sein, ihre Lernprozesse selbst zu regulieren und Problemlösungsstrategien bei der Lösung komplexer Modellierungsaufgaben auszuwählen und anzuwenden. Hierunter fallen zudem alle Aktivitäten der Planung, Regulierung, Kontrolle und Bewertung während der Bearbeitung von Modellierungsaufgaben.
Sozial-kommunika- tive Fähigkeiten	Sozial-kommunikative Fähigkeiten sind Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Kommunikation und Interaktion in einer sozialen Gruppe oder einem Team bei der Lösung von Modellierungsaufgaben. Die Lernenden sollen in der Lage sein, bei der Modellierung im Team zu arbeiten, Kritik zu üben und anzunehmen, Ideen aufzugreifen und Lösungen zu diskutieren und zu präsentieren. Sie sollen für mögliche Fallstricke bei der Kommunikation oder Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren und Zielgruppen (z. B. auch Nicht-IT-Leuten) sensibilisiert werden und in der Lage sein, Modellierungsinhalte zielgruppengerecht zu vermitteln.

Tabelle 1 Inhaltsbereiche des Kompetenzmodells für die grafische Modellierung

Prozessstufe	Beschreibung
Verstehen	Lernende können die Bedeutung und die Relevanz von bestimmten Sachverhalten sowie Begriffen und Konzepten der Modellierung begreifen und mit eigenen Worten erklären. Dazu gehören das Vergleichen und Einordnen bestimmter Aspekte sowie das Interpretieren von gegebenen Sachverhalten.
Anwenden & Übertragen	Lernende können bekannte Verfahren, Techniken, Konzepte sowie praxisorientierte Fähigkeiten mit Bezug zur Modellierung sowohl in vertrauten als auch in für sie unbekanntem Kontexten ausführen bzw. anwenden sowie auf einen neuen Sachverhalt übertragen.
Analysieren & Bewerten	Lernende können Material (z. B. ein gegebenes Modell, eine Problemstellung) in seine Bestandteile zerlegen, um die Zusammenhänge oder die Gesamtstruktur sowie ihren Zweck zu erfassen. Sie können Urteile und Entscheidungen auf der Grundlage von Kriterien und Standards treffen und sind in der Lage ihren (Lösungs-) Prozess bzw. das Produkt zu überwachen, zu kontrollieren und zu reflektieren.
Erschaffen	Lernende können selbstständig eine vollständige und kohärente Lösung (z. B. Modell, Dokumentation, Plan) entwickeln, indem sie Elemente zusammenfügen oder neu arrangieren.

Tabelle 2 Prozessstufen des Kompetenzmodells für die grafische Modellierung

Die Inhalts- und Prozessdimension stellen den strukturellen Rahmen des Kompetenzmodells dar. Das Kernstück bilden allerdings die **Kompetenzfacetten**, welche die für die grafische Modellierung relevanten Wissens- und Fähigkeitsaspekte beschreiben. Die einzelnen Kompetenzfacetten sind jeweils einem Inhaltsbereich und einer Prozessstufe und somit einer Zelle des Kompetenzmodells (z. B. MV1, MB5, SK2) zugeordnet. Insgesamt enthält das Kompetenzmodell 73 Kompetenzfacetten, die generell für die grafische Modellierung relevant sind. Die Kompetenzfacetten sind als Lernziele mit einer inhaltlichen und einer handlungsbezogenen Komponente formuliert und beschreiben somit das angestrebte Verhalten der Lernenden. Die Übersicht über die Kompetenzfacetten sowie ein Glossar, welches die zentralen Begriffe des Kompetenzmodells beschreibt, sind im Anhang zu finden.

Durch die Entwicklung des Kompetenzmodells soll die Kompetenzorientierung der Prüfungsaufgaben mit Bezug zur grafischen Modellierung verbessert werden. Es soll sichergestellt werden, dass Modellierungskompetenzen umfassend geprüft werden und die Prüfungsaufgaben tatsächlich relevante Kompetenzfacetten auch auf höheren kognitiven Prozessstufen adressieren. Das Kompetenzmodell soll Lehrende dabei unterstützen, die für ihre Lehrveranstaltung relevanten Kompetenzfacetten mit Bezug zur grafischen Modellierung auszuwählen bzw. zu bestimmen und entsprechend zu prüfen. Es ist dabei didaktisch nicht immer erforderlich, alle Inhaltsbereiche oder Prozessstufen des Kompetenzmodells abzudecken [UI21]. Das Kompetenzmodell hilft Lehrenden allerdings dabei, die in der Lehre oftmals vernachlässigten Kompetenzen mit in den Blick zu nehmen und somit Prüfungen in Bezug auf die Inhaltsbereiche und Prozessstufen ausgewogener zu konzipieren.

Welche Aufgabentypen sich für die Entwicklung und Prüfung der im Kompetenzmodell für die grafische Modellierung definierten Kompetenzfacetten eignen, wird im folgenden Kapitel näher betrachtet.

5 Kompetenzorientierte Aufgabentypen

5.1 Prüfungsdidaktische Empfehlungen

Im Sinne des Konzepts des Constructive Alignments gilt es, Prüfungsaufgaben und -methoden an den angestrebten Kompetenzen auszurichten. Entsprechende kompetenzorientierte Aufgaben und Wissenstests prüfen somit gezielt spezifische Wissens- und Fähigkeitsvoraussetzungen verschiedener Kompetenzbereiche. Lehrende sollten also bei der Auswahl des jeweiligen Prüfungsformats und der Aufgabengestaltung auf die Passung mit den zu prüfenden Kompetenzfacetten und somit den Lernzielbezug achten. Es muss sichergestellt werden, dass mit der Prüfungsaufgabe tatsächlich das geprüft wird, was geprüft werden soll.

Wichtig bei der Förderung und Prüfung von Kompetenzfacetten auf höheren Prozessstufen durch entsprechende Aufgabentypen ist eine gewisse Variation der Aufgaben. Zum einen sollte Studierenden durch verschiedene Aufgaben eines Typs die Möglichkeit zur Übung und Erlangung von Routine und Sicherheit geboten werden. In diesem Zuge ist es möglich, die Aufgaben in unterschiedliche berufsbezogene Kontexte einzubetten, um Studierende zur Bewältigung verschiedener domänenspezifischer Probleme zu befähigen. Zum anderen verhindert die Variation der Aufgaben, dass die Aufgaben zu „Erinnerungsaufgaben“ degradiert werden, die die Studierenden mittels eines auswendiggelernten Schemas abarbeiten können und somit kein tieferes Verständnis mehr erfordern [Wa12].

Im Rahmen des KEA-Mod Projekts wurden Aufgabentypen für den Bereich der grafischen Modellierung identifiziert und hinsichtlich ihres Kompetenzbezugs untersucht (s. [So23, in press]). Auf diese Weise wurde ermittelt, welche Kompetenzfacetten durch die verschiedenen Aufgabentypen adressiert werden. Alle Aufgabentypen und die jeweils adressierten Kompetenzfacetten sind in einer Aufgabenklassifikation zusammengefasst und detailliert beschrieben.²

Das Ziel ist, mit verschiedenen Aufgabentypen Kompetenzfacetten in den unterschiedlichen Inhaltsbereichen und auf unterschiedlichen Prozessstufen zu adressieren. Abbildung 4 verortet die identifizierten Aufgabentypen im Kompetenzmodell für die grafische Modellierung und gibt einen Überblick darüber, welche Kompetenzbereiche vornehmlich durch die Aufgabentypen geprüft werden können. Die Aufgabenklassifikation enthält neben offenen und geschlossenen, schriftlichen Aufgabenformaten auch mündliche Prüfungsformate und -methoden. Im Folgenden werden die Aufgabentypen differenziert nach dem zugeordneten Inhaltsbereich beschrieben.

5.1.1 Aufgaben zum Modellverstehen und -interpretieren

Im Inhaltsbereich „Modellverstehen und -interpretieren“ werden üblicherweise Aufgaben zu konkreten, gegebenen Modellen gestellt. Studierende sollten in der Lage sein, den Modellinhalt zu interpretieren und mündlich oder schriftlich zu beschreiben (Prozessstufe: Verstehen),

² Die Aufgabenklassifikation ist unter diesem Link abrufbar: https://keamod.gi.de/fileadmin/PR/KEAMOD/Kompetenzmodell/Kompetenzorientierter_Aufgabenkatalog_fuer_die_grafische_Modellierung.pdf

problemorientierte Fragen auf Basis des Modells zu beantworten (Prozessstufe: Anwenden) und Modelle zu prüfen und zu beurteilen (Prozessstufe: Analysieren & Bewerten).

Durch die Auseinandersetzung mit gegebenen Modellen können Studierende ihr Verständnis für die Syntax und Notation sowie die Bedeutung der Modellierungskonzepte und Typen von Modellelementen vertiefen, und sie lernen so, was gute Modelle ausmacht. Dies stellt eine Art von Lernen aus (Lösungs-) Beispielen dar, wodurch wiederum Lerneffekte entstehen, die beim Modellerstellen genutzt und angewendet und somit auf andere Aufgabentypen transferiert werden können.

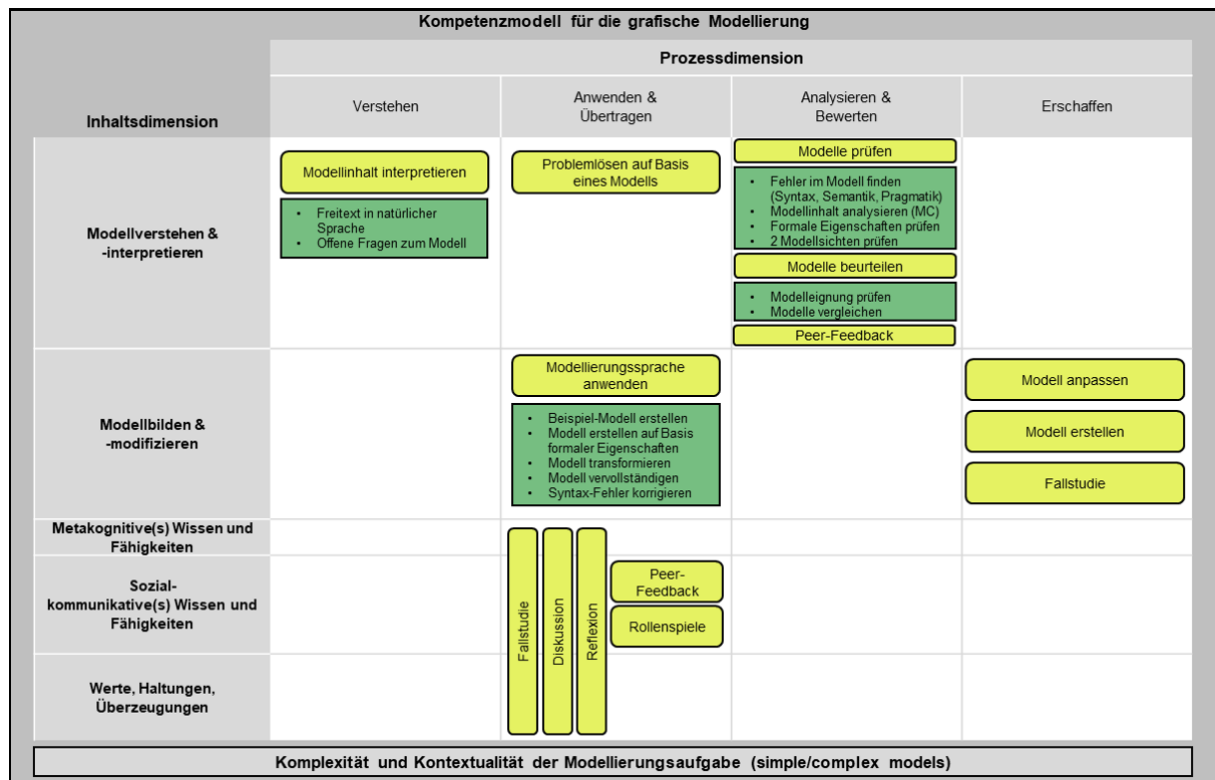


Abbildung 4 Aufgabentypen im Bereich der grafischen Modellierung, verortet im Kompetenzmodell

5.1.2 Aufgaben zum Modellbilden und -modifizieren

Im Inhaltsbereich „Modellbilden und -modifizieren“ sind Studierende gefordert, eine grafische Modellierungssprache in strukturierter Weise anzuwenden (Prozessstufe: Anwenden) sowie Modelle selbstständig von Grund auf zu erstellen, gegebene Modelle inhaltlich zu korrigieren und anzupassen oder komplexe Modellerstellen-Aufgaben (oftmals mit zusätzlichen Arbeitsaufträgen) in Form von Fallstudien zu bearbeiten (Prozessstufe: Erschaffen).

Aufgabentypen auf der Prozessstufe „Anwenden“ eignen sich vor allem für frühe Phasen im Lernprozess. Der Aufgabentyp „Modell vervollständigen“ dient beispielsweise dazu, die Studierenden schrittweise an das Modellerstellen heranzuführen, indem bereits Modellteile gegeben sind und einzelne Typen von Modellelementen ergänzt werden müssen. Der Schwierigkeitsgrad kann gesteigert werden, indem allmählich mehr Lücken in die Aufgaben integriert werden. Sobald Modelle von Grund auf erstellt werden müssen, ist der Aufgabentyp auf der Prozessstufe „Erschaffen“ verortet.

Eine weitere Möglichkeit, den Schwierigkeitsgrad von Aufgaben des Typs „Modell erstellen“ an den Lernstand der Studierenden anzupassen, besteht darin, die Anzahl an Modellierungskonzepten und Typen von Modellelementen, die für die Aufgabenlösung erforderlich sind, zu verringern (simple modeling) oder zu vergrößern (complex modeling) [Bo17]. Darüber hinaus kann der Umfang des zu modellierenden Sachverhalts und somit des zu erstellenden Modells variiert werden.

Aktuell werden in der Lehre Aufgaben im Bereich „Modellerstellen und -modifizieren“ überwiegend schriftlich auf Papier anstatt mit einem digitalen Modellierungswerkzeug bearbeitet, was allerdings nur teilweise dem tatsächlichen Praxiseinsatz entspricht [St21b]. Es wird also empfohlen, Studierenden auch die Nutzung von Modellierungswerkzeugen zur Modellbildung zu ermöglichen. Dennoch zeigen die Erfahrungen aus dem Praxiseinsatz der KEA-Mod Plattform, dass nicht alle Studierende das Modellieren mittels Modellierungswerkzeug dem Modellieren mit Stift und Papier vorziehen [St21a]. Daher ist für die Lehre zu empfehlen, eine Wahlmöglichkeit (d.h. beide Varianten werden bei der Abgabe akzeptiert) oder Kombination beider Varianten anzubieten. Dies kann beispielsweise gelingen, indem die Studierenden zu Beginn des Lernprozesses mittels Stift-und-Papier-Aufgaben an die Modellierung und die Verwendung der Syntax herangeführt werden und im späteren Verlauf vermehrt Modellierungswerkzeuge eingesetzt werden. Zudem ist es denkbar, dass Studierende die Möglichkeit bekommen, ihre Modelle zunächst händisch zu skizzieren, die finale Lösung jedoch zur einfacheren oder automatisierten Bewertung mit einem Modellierungswerkzeug erstellen und einreichen müssen.

5.1.3 Förderung und Prüfung fachübergreifender Kompetenzen

Kompetenzen aus den fachübergreifenden Inhaltsbereichen „Werte, Haltungen und Überzeugungen“, „metakognitive(s) Wissen und Fähigkeiten“ sowie „sozial-kommunikative Fähigkeiten“ können vor allem mittels anwendungsbezogener und handlungsorientierter Aufgaben gefördert und geprüft werden. Hierzu eignen sich insbesondere Prüfungsmethoden wie z. B. Diskussionen, Rollenspiele und Reflexionsaufgaben, die sehr gut in formative Settings (z. B. Übungen) integriert werden können.

Fachübergreifende Kompetenzen tragen zu einem Großteil zur Beschäftigungsfähigkeit der Studierenden bei. Sie beeinflussen, wie sie in Situationen handeln und Aufgaben lösen [Fu07]. In der Lehre sollte versucht werden, fachübergreifende Kompetenzen in Verbindung mit Aufgaben zum Modellverstehen und -interpretieren oder Modellbilden und -modifizieren zu adressieren. Zwei umfangreiche Aufgabentypen, die fachspezifische und fachübergreifende Kompetenzen in umfassender Weise adressieren, sind Fallstudien und Peer-Feedback.

Bei einer **Fallstudie** handelt es sich um eine sehr komplexe Aufgabe des Typs „Modell erstellen“, die in ein umfangreiches, meist textlich beschriebenes Realwelt-Szenario eingebettet ist. In der Regel müssen Studierende mehr als ein Modell erstellen (z. B. zur Darstellung verschiedener Sichten oder eine ergänzende Darstellung verschiedener Teilaspekte eines Sachverhaltes). Neben der reinen Modellerstellung sind je nach Ausgestaltung weiterführende Aufgaben zu bearbeiten. Zur Erstellung der Modelle sollen Studierende in der Regel ein Modellierungswerkzeug verwenden. Die Bearbeitung der Fallstudie ist je nach Komplexität über

einen längeren Zeitraum (bis zu einem Semester) angelegt, sodass sowohl Werthaltungen und Einstellungen (wie z. B. in Bezug auf das systematische Vorgehen, intrinsische Motivation und Bereitschaft, sich Herausforderungen zu stellen) genauso wie metakognitive Fähigkeiten (wie z. B. Auswahl von Problemlösestrategien, Durchhaltevermögen, selbstreguliertes Lernen) relevant werden. Oftmals werden Fallstudienarbeiten in Kleingruppen durchgeführt (kollaboratives Modellieren) und es wird eine Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse gefordert, sodass zudem sozial-kommunikative Kompetenzen erforderlich sind. Auf diese Weise können die berufspraktischen Anforderungen besonders realitätsnah in einer Prüfungssituation abgebildet werden [Sc15].

Eine weitere Prüfungsmethode, die eine Vielzahl an fachspezifischen und fachübergreifenden Kompetenzen adressiert, ist das **Peer-Feedback**. Bei dieser Methode begutachten und beurteilen Studierende gegenseitig die von ihnen erstellten Modelle. Bei den gegebenen Modellen handelt es sich somit um Modelle der Kommilitonen. Dies fördert nicht nur in sehr praxisnaher Art und Weise die entsprechenden analysierenden Fähigkeiten im Inhaltsbereich „Modellverstehen und -interpretieren“ (im Sinne einer ganzheitlichen Prüfung des Modells hinsichtlich Syntax, Semantik und Pragmatik), sondern auch sozial-kommunikative Fähigkeiten wie das Üben und Annehmen von Kritik. Zudem erkennen die Studierenden durch eine derartige Aufgabe zum einen, dass es mehrere richtige Lösungen für eine Modellierungsaufgabe gibt und zum anderen die Relevanz einer hohen Modellqualität (Werte, Haltungen, Überzeugungen). Darüber hinaus werden in dem Zuge Entwurfsentscheidungen und die Auswahl von Modellierungskonzepten oder Typen von Modellelementen diskutiert und reflektiert. Dies kann wiederum einen Lerneffekt für spätere „Modellerstellen“ Aufgaben haben (metakognitive Fähigkeiten). Da Peer-Feedback auch fehlerbehaftet sein kann, sollten Studierende lernen, das Feedback kritisch zu reflektieren. Zudem ist zu empfehlen, das Peer-Feedback mit einem automatisierten, computer-basierten Feedback oder Lehrenden-Feedback zu kombinieren.

5.2 Aufgabentypen und Aufgabenerstellung in KEA-Mod

In der KEA-Mod Plattform sollen verschiedene Aufgabentypen realisiert werden, die zum einen automatisiert auswertbar sind und zum anderen jeweils in Bezug zu den Inhaltsbereichen des Kompetenzmodells stehen. Im ersten Release der Plattform wurden je ein Aufgabentyp für die Inhaltsbereiche „Modellverstehen und -interpretieren“ und „Modellbilden und -modifizieren“ implementiert. Weitere Aufgabentypen sollen in nachfolgenden Releases ergänzt werden, um eine möglichst weitgehende Abdeckung der Kompetenzfacetten zu erreichen [St21b].

5.2.1 Aufgabentyp „Modell verstehen“

Innerhalb der KEA-Mod Plattform können Aufgabentypen aus dem Inhaltsbereich „Modellverstehen und -interpretieren“ bisher mittels Antwort-Wahl-Verfahren, d. h. mit einem geschlossenen Antwortformat, umgesetzt werden (s. Abbildung 5). Dies ermöglicht insbesondere die Erstellung von Aufgaben des Typs „**Modellinhalt analysieren (MC)**“, bei welchem ein Modell sowie mehrere Antwortitems gegeben sind und nach der inhaltlichen Korrektheit dieser Items gefragt wird. Die Studierenden sind gefordert zu prüfen, ob eine bestimmte Faktenaussage durch das Modell abgedeckt wird und somit zutrifft oder nicht. Das geschlossene

Antwort-Wahl-Verfahren lässt zu, dass sich studentische Antworten grundsätzlich eindeutig automatisiert überprüfen lassen [St21b].

Lehrende haben im Zuge der Aufgabenerstellung die Möglichkeit, mit Hilfe des Modellierungseitors das zu prüfende Modell direkt innerhalb der Plattform selbst zu erstellen oder mittels Importfunktion ein bestehendes Modell hochzuladen.

Alternativ ist es möglich, den Antwort-Wahl-Verfahren-Aufgabentyp auch für reine Wissens- und Verständnisfragen ohne konkreten Modellbezug umzusetzen. In diesem Fall enthält der Aufgabenstamm kein Modell, sondern ggf. nur eine Instruktion und es werden verschiedene Antwortitems präsentiert.

The screenshot displays a web browser window with the URL `student.demo.keamod.de/assignments/440`. The main content area is titled "Bearbeiten der Aufgabe »Produktionsprozess«" and shows a BPMN diagram on a grid. The process starts with two parallel start events: "Bestellung eingetroffen" and "Produktionsmaschine an". These lead to an AND-split gateway (+). The flow then splits into two parallel paths: "Herstellungs-Unterprozess" and "Recyclings-Unterprozess". Both paths merge at an AND-join gateway (X). Following this, there is an AND-split gateway (X) leading to "Kundennachfrage eingetroffen" and "Ware vollständig produziert". The "Kundennachfrage eingetroffen" path leads to "Kunden informieren", which then leads to an XOR-split gateway (X) with options "ja" (leading to "Produkt recyceln") and "nein" (leading back to the AND-join gateway). The "Ware vollständig produziert" path leads to "Ware versendet".

Below the diagram, the quiz text reads: "Welche der folgenden Aussagen sind für das gegebene BPMN-Modell richtig oder falsch?" and "Falls Sie keine Antwort geben möchten, wählen Sie bitte die Option 'Keine Antwort'." There are four questions with radio button options for "Richtig", "Falsch", and "Keine Antwort".

- Question 1: "Sobald die Bestellung eingetroffen und die Produktionsmaschine an ist, startet der Prozess." Options: Richtig, Falsch, Keine Antwort
- Question 2: "Wenn die Ware vollständig produziert wurde, endet der Prozess mit dem Versenden der Ware." Options: Richtig, Falsch, Keine Antwort
- Question 3: "Wenn die Bestellung storniert wird, wird der Recyclings-Unterprozess gestartet." Options: Richtig, Falsch, Keine Antwort
- Question 4: "Statt dem ersten XOR-Gateway, das direkt auf den Herstellungs-Unterprozess folgt, kann ein ereignisbasiertes Gateway verwendet werden." Options: Richtig, Falsch, Keine Antwort

At the bottom, there are two buttons: "Abbrechen" (red) and "Speichern" (green).

Abbildung 5 Aufgabentyp "Modell verstehen" in der KEA-Mod Plattform

5.2.2 Aufgabentyp „Modell erstellen“

Der bisherige Schwerpunkt der KEA-Mod Plattform liegt in der Umsetzung von Aufgaben des Typs „Modell erstellen“, bei welchen eine Szenario-Beschreibung gegeben ist und ein Modell von Grund auf neu erstellt werden muss (s. Abbildung 6). Die Aufgabenbearbeitung erfolgt hier mittels des integrierten Modellierungseitors. Den Studierenden wird hierbei auf einem Bildschirm die Instruktion, das Szenario und eine Palette der zur Verfügung stehenden Modellierungselemente angezeigt.

Durch die digitale Umsetzung dieses Aufgabentyps erfolgt zum einen eine praxisnähere Bearbeitung entsprechender Aufgaben und Prüfung der erforderlichen Kompetenzen. Zum anderen

wird auch die Lesbarkeit der Studierendenlösungen verbessert und somit auch der Korrekturaufwand für die Lehrenden reduziert [St21b]. Der Modellierungseditor ermöglicht im Vergleich zum Modellieren mit Stift und Papier ein leichteres Editieren, d. h. Löschen und Verschieben von Modellelementen sowie das „Rückgängigmachen“ von Aktionen.

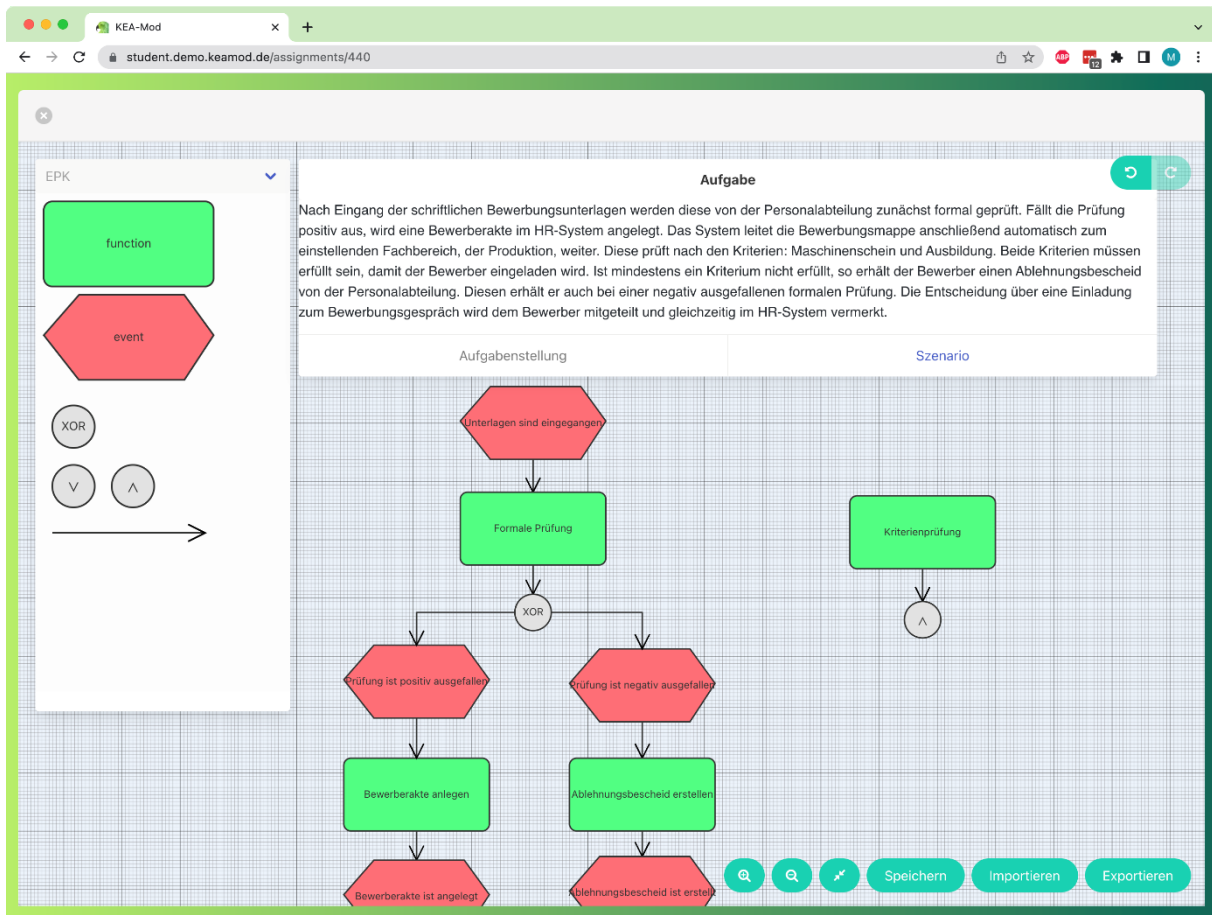


Abbildung 6 Aufgabentyp "Modell erstellen" in der KEA-Mod Plattform

Bei beiden Aufgabentypen ist es für Lehrende möglich, die zu erreichende Punktzahl festzulegen und ein Bewertungsschema auszuwählen, das für die automatisierte Bewertung zum Einsatz kommen soll.

6 Kompetenzorientierte Aufgabenbewertung und lernförderliches Feedback

6.1 Prüfungsdidaktische Empfehlungen

Prüfungsdidaktische Empfehlungen in Bezug zum kompetenzorientierten Prüfen enden nicht bei der Gestaltung und Konzeption von Aufgaben. Auch die Bewertung der Aufgaben sowie entsprechende Rückmeldungen sollten einen Bezug zu den angestrebten Kompetenzen haben. Durch die **Aufgabenbewertung** soll festgestellt werden, inwiefern die intendierten

Lernergebnisse erreicht wurden. Um einen transparenten und nachvollziehbaren Soll-Ist-Vergleich der Studierendenleistung vorzunehmen, bieten sich kriteriumsorientierte Beurteilungsschemata (sogenannte „Rubrics“) an [Me04]. Bei komplexeren, offenen Aufgaben sind „analytische Beurteilungen“ zu empfehlen, bei denen die Leistung bezüglich mehrerer kompetenzbezogener Bewertungskriterien beurteilt wird [Sc21b]. Für jedes Kriterium werden außerdem verschiedene Niveaustufen definiert, die beschreiben, wie die Leistung in Bezug auf ein Lernergebnis auf verschiedenen Qualitäts- oder Leistungsniveaus aussieht bzw. sich unterscheidet [Sc21b]. Generell empfiehlt sich eine Abstufung zwischen drei bis sechs Stufen (z. B. sehr gut bis gute; befriedigende; unzureichende Kriterienerfüllung).

Die Verwendung von Beurteilungsschemata erhöht zum einen die Auswertungsobjektivität, Transparenz und Fairness bei der Bewertung von Prüfungen, was insbesondere dann relevant ist, wenn die Beurteilungen anschließend in eine Benotung der Leistung überführt werden müssen [Jo16]. Darüber hinaus ist zu empfehlen, den Studierenden die Beurteilungskriterien bereits vor Bearbeitung einer Aufgabe zur Verfügung zu stellen und ihnen somit die Aufgabenanforderungen transparent zu machen [Jo16]. Auf diese Weise ermöglichen Beurteilungsschemata den Lehrenden, über Standards und Ziele in einer kohärenten und klaren Weise zu kommunizieren [VI17]. Dies unterstützt insbesondere das selbstregulierte Lernen der Studierenden, da Studierende ihre Aufgabenbearbeitung und Leistung auf Basis der Beurteilungskriterien planen, überwachen und beurteilen und somit eine Selbstbewertung vornehmen können [Jo16]. Rubrics können darüber hinaus eine solide Grundlage für informatives und lernförderliches Feedback bieten, welches Lernende darüber informiert, ob oder inwieweit sie das Lernziel bereits erfüllt haben.

Feedback wird definiert als Information zu bestimmten Aspekten der eigenen Leistung oder des eigenen Verständnisses. Es kann von Lehrenden, Mitstudierenden, einem Medium (z. B. Buch, Computer) oder dem Lernenden selbst gegeben werden [KI96; Ha07]. In einer Metaanalyse wurde nachgewiesen, dass die Effekte von Feedback sehr vielfältig sind und das Feedback bei über einem Drittel der Feedback-Interventionen sogar negative Effekte auf die Leistung bzw. das Lernen hat [KI96]. Das bedeutet, das Feedback – entgegen dem einst vorherrschenden Verständnisses – nicht zwangsläufig zur Verbesserung der Leistung führt, sondern, dass unter bestimmten Umständen die Leistung unverändert bleibt oder sogar gemindert wird. Damit sich Feedback tatsächlich lernförderlich auswirkt, müssen verschiedene Faktoren berücksichtigt werden, wie bspw. die Feedback-Gestaltung (Inhalt, Zeitpunkt, Komplexität), die Merkmale der Situation (z. B. der Lehrkontext) und die Eigenschaften der Lernenden [Na06].

Hinsichtlich der Gestaltung des Feedbacks selbst lassen sich verschiedene **Feedback-Arten** unterscheiden. Einfache Rückmeldeformate bestehen darin, den Lernenden aufzuzeigen, ob ihre Aufgabenlösung richtig oder falsch ist („*knowledge of result*“) und ggf. zusätzlich, was die korrekte Antwort ist („*knowledge of correct response*“). Zudem können die Lernenden darüber informiert werden, welches Gesamtergebnis bzw. welche Gesamtpunktzahl sie bei einer komplexeren Aufgabe oder nach der Bearbeitung einer Reihe von Aufgaben erreicht haben („*knowledge of performance*“; „*Outcome Feedback*“). Studien zeigen jedoch, dass Feedback im Allgemeinen effektiver ist, je mehr Informationen es enthält [Wi20]. Es wird daher

empfohlen, insbesondere bei komplexeren Aufgabenstellungen mit mehreren korrekten Lösungen, komplexere Formen des Feedbacks, sogenanntes **elaboriertes Feedback** („*elaborated feedback*“), einzusetzen und ggf. mit einfachen Formen des Feedbacks zu kombinieren.

Es gibt verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten in Bezug auf den Inhalt oder die Funktion des elaborierten Feedbacks [Na06]. Generell zielt es darauf ab, die Diskrepanz zwischen dem aktuellen Lernstand (Ist) und dem Lernziel (Soll) zu schließen. Elaboriertes Feedback bietet dem Lernenden daher weitere Erklärungen oder Hinweise, die dem Verständnis der Aufgabenstellung, zur Korrektur von Fehlern, der Lösung künftiger Aufgaben oder dem Nachvollziehen der korrekten Lösung zuträglich sind. Somit sollte das Feedback nicht nur helfen, zu verstehen, welche Fehler gemacht wurden, sondern auch, wieso diese gemacht wurden und was sie tun können, um diese zu verhindern. Neben erhöhten Lernanstrengungen kann auch das Lernen und Nutzen neuer Strategien (z. B. selbstständige Fehlererkennung, Problemlösestrategien) die Diskrepanz verringern. Feedback kann zudem helfen, fehlerhafte Annahmen, Vorgehensweisen oder Fehlvorstellungen zu Konzepten bei sich zu prüfen und zu korrigieren. Hierfür muss das Feedback nützliche Hinweise zur Fehlerursache beinhalten und Erklärungen liefern, warum eine Antwort richtig oder falsch ist.

Bei der Feedback-Gestaltung sollte darüber hinaus das Vorwissen und der Lernstand der Lernenden berücksichtigt werden, indem der Inhalt und Umfang des Feedbacks angepasst wird. Ziel ist, eine Über- oder Unterforderung zu vermeiden und die Lernenden nur mit für sie lernrelevanten Informationen zu versorgen. Leistungsschwächere bzw. weniger fortgeschrittene Lernende profitieren eher von hoch-informativem, elaboriertem Feedback, welches ihnen Hilfestellung für ein besseres Verständnis, beim Identifizieren und Revidieren von falschen Annahmen und Vorstellungen sowie bei der Anwendung geeigneter Aufgabenstrategien bietet. Feedback kann hier besonders unterstützen, die kognitive Belastung bei den Lernenden durch Hilfestellungen (z. B. Musterlösungen, worked-examples) zu reduzieren [Ma14]. Je fortgeschrittener die Lernenden sind, desto weniger Informationen und Hilfestellung benötigen sie. Denn zu viel Unterstützung kann bei leistungsstarken Studierenden schädlich sein („Expertise-Reversal-Effekt“) [Ka07].

Es zeigt sich, dass elaborierteres Feedback vor allem bei Aufgabenstellungen, die komplexeres Denken erfordern und den Erwerb von Regeln und Konzepten intendieren, effektiver ist als einfachere Feedback-Arten [Mo04]. Zudem stellt es ein zentrales Element beim selbstgesteuerten Lernen im Rahmen von formativen Assessments dar. Essenziell ist zudem der Zeitpunkt des Feedbacks. Generell ist Feedback besonders lernförderlich, wenn es im Laufe des Lernprozesses stattfindet [Ha17] und die Studierenden das Feedback zur Überarbeitung ihrer Lösung oder zur Lösung vergleichbarer Aufgaben nutzen können. Unmittelbares bzw. sofortiges Feedback zeigt sich dabei als wirksamer als verzögerte Rückmeldung. Letztere scheint jedoch bei komplexeren Aufgaben im Vergleich zu leichten Aufgabenstellungen wiederum lernförderlicher zu sein [Ha07].

Mit Blick auf den Einsatz von **Feedback im Rahmen von E-Assessments** zeigen Studien, dass automatisiertes, computer-basiertes Feedback einen stärkeren positiven Einfluss auf die

Leistung hat als mündliches Feedback durch eine andere Person [KI96]. Es wird vermutet, dass der Grund darin besteht, dass bei Feedback durch eine Person, Lernende das Feedback eher auf sich selbst beziehen und der Fokus der Aufmerksamkeit dann weniger auf die Aufgabe gerichtet ist [KI96]. Darüber hinaus kann insbesondere im Rahmen von E-Assessment Plattformen die Aufgabebearbeitung so gestaltet werden, dass Studierenden ermöglicht wird, Aufgaben mehrfach zu bearbeiten und somit auf Basis des Feedbacks ihre Aufgabenlösung zu revidieren und bestenfalls zu optimieren („multiple-try feedback“). Diese Funktion bietet sowohl die Möglichkeit, Flüchtigkeitsfehler zu korrigieren als auch gewonnene Erkenntnisse und Hinweise aus dem Feedback unmittelbar umzusetzen und zu nutzen.

Die Bewertung der Aufgabenlösungen und formatives Feedback sind jedoch nicht nur für die Studierenden hilfreich und lernförderlich, sondern können und sollten auch durch Lehrende als **diagnostische Informationen** sinnvoll und zielführend genutzt werden. Prüfungsergebnisse können sowohl individuell für jeden Studierenden, als auch insgesamt für einen Kurs Informationen darüber liefern, welche Lernziele in welchem Maße erreicht wurden und ob es bei bestimmten Themen oder Aufgabentypen Schwierigkeiten gibt. Insbesondere formative Prüfungen liefern den Lehrenden somit wertvolle Hinweise für den weiteren Lehr- und Lernprozess und sollten somit sinnvoll mit der Lehre verknüpft werden. Beispielsweise können bestimmte Themen, Aufgabentypen oder Aufgabenanforderungen, die sich als schwierig erwiesen haben, gezielt wiederholt, geübt oder besprochen werden. Bei dieser Betrachtungsweise wird den Lehrenden Feedback von den Lernenden gegeben. Dieses Feedback hilft, das Lernen sichtbar zu machen [Ha15].

In diesem Abschnitt wurden grundsätzliche Aspekte und Prinzipien des Feedbackgebens angesprochen, die von Lehrenden bei Übungs- oder Prüfungsaufgaben im Bereich der grafischen Modellierung in Interaktion mit den Studierenden eingesetzt und berücksichtigt werden können. Im Folgenden wird auf Feedbackformen, die im Rahmen der KEA-Mod-Plattform implementiert wurden, eingegangen.

6.2 Bewertungsdienste und Feedback in KEA-Mod

Die KEA-Mod Plattform ermöglicht eine automatisierte Bewertung von Modellierungsaufgaben. Insbesondere Aufgaben des Typs „Modell erstellen“ sind manuell nur mit hohem Zeitaufwand überprüfbar und dabei durch Inkonsistenzen und Flüchtigkeitsfehler bei der Korrektur mit einer gewissen Fehlerquote behaftet. Hier kann eine (teil-)automatisierte Überprüfung der Lösungen die Fehlerquote verringern bzw. eine einheitliche Korrektur gewährleisten [St21b].

Beim **Aufgabentyp „Modell verstehen“** mittels Antwort-Wahl-Verfahren ist eine vollautomatisierte Bewertung der Aufgabenlösung möglich. Die Studierenden erhalten die Rückmeldung, welche Punktzahl sie erreicht haben und sehen, welche Antwortitems sie korrekt bzw. falsch beurteilt haben. Hierbei handelt es sich um eine Kombination der Feedback-Arten „knowledge of result“ und „knowledge of correct response“.

Beim Aufgabentyp „Modell erstellen“ besteht die Möglichkeit zur automatisierten Bewertung. Die Ergebnisse der automatisierten Bewertung können durch die Lehrenden manuell korrigiert werden, sodass dadurch eine teil-automatisierte Bewertung erzielt wird. Bei der automatisierten Bewertung werden die Einreichungen der Studierenden mit Hilfe sogenannter „Bewertungsdienste“ ausgewertet. Innerhalb der KEA-Mod Plattform sind verschiedene Bewertungsdienste integriert, die entweder nur für Modelle einer bestimmten Modellierungssprache anwendbar sind oder übergreifend für verschiedene Modellierungssprachen bzw. Modelltypen eingesetzt werden können. Als relevante Kompetenzfacetten beim Modellerstellen und somit auch als zentrale Beurteilungskriterien dieses Aufgabentyps werden die syntaktische und semantische Korrektheit sowie die Einhaltung pragmatischer Qualitätsaspekte angesehen, was sich wiederum im Kompetenzmodell für die grafische Modellierung und den exemplarischen Rubrics widerspiegelt. Aus diesem Grund wurden in KEA-Mod sogenannte Syntax-Checker (bisher für Petri-Netze, EPK und BPMN), Semantik-Checker (bisher für Petri-Netze, BPMN, EPK und UML-Klassendiagramme) und Pragmatik-Checker (Modellierungssprachen-unabhängig) umgesetzt. Diese Unterteilung erlaubt es, einzelne Dienste in einem Bewertungsschema zu kombinieren und zielgerichtet bestimmte Aspekte der Studierendenlösung zu beurteilen und somit zu überprüfen, welche der durch die Aufgabe angesprochenen Kompetenzfacetten bei den Studierenden wie stark ausgeprägt sind. Auf der Basis kann wiederum kriterien- bzw. kompetenzorientiertes Feedback generiert werden (z. B. in Bezug auf die Anwendung der Syntax: „Das Modell besitzt fehlerhafte Kantentypen. In Petri-Netzen dürfen nur (einseitig) gerichtete Kanten verwendet werden.“)

Das Feedback für Aufgaben des Typs „Modell erstellen“ besteht aus der erreichten Punktzahl („knowledge of result/performance“) sowie weiterführenden Feedback-Nachrichten mit Bezug zu den genannten Beurteilungskriterien. Zudem werden die fehlerhaften Modellelemente im Modell farblich markiert und Feedback-Nachrichten direkt mit ihnen verknüpft, so dass für Studierende direkt sichtbar ist, an welchen Stellen im Modell Fehler vorhanden sind (s. Abbildung 7).

Lehrende haben zudem die Möglichkeit, unterschiedliche Bewertungsschemata auszuwählen, die bei der automatisierten Bewertung zum Einsatz kommen sollen. Diese **Bewertungsschemata** legen fest, wie die eingesetzten Bewertungsdienste (z. B. anhand der Beurteilungskriterien Syntax, Semantik, Pragmatik) jeweils gewichtet werden sollen. Auch ist es möglich, bei Bedarf zunächst verschiedene Bewertungsschemata zu einer Aufgabe vor Veröffentlichung der Ergebnisse für Studierende zu erproben und die jeweiligen Resultate miteinander zu vergleichen. Anschließend kann das passendste Bewertungsschema ausgewählt und auf die Einreichungen angewandt werden.

Darüber hinaus können Lehrende die automatisiert erstellten Bewertungsergebnisse und Feedback-Nachrichten sichten und bei Bedarf korrigieren. Ebenso können weitere individuelle Feedback-Nachrichten ergänzt werden („manuelle Revision“).

Hier kommen weitere zentrale Konfigurations- bzw. Gestaltungsmöglichkeiten bezüglich der Bewertung und des Feedbacks ins Spiel. Lehrende können je nach Einsatzzweck der Aufgaben (z. B. Prüfung, Selbststudium oder Übung) entscheiden, ob die Studierenden während der

Aufgabenbearbeitung bzw. direkt nach der Einreichung das automatisierte Feedback erhalten oder ob das Feedback verzögert übermittelt wird, z. B. erst nach der Sichtung und der manuellen Korrektur durch den Lehrenden. Zudem können Lehrende steuern, ob die Lösung durch die Studierenden nach der Sichtung der automatisierten Bewertungsergebnisse überarbeitet werden kann (multiple-try-Feedback) oder nicht. Dies erlaubt die direkte Nutzung und Umsetzung des Feedbacks sowie die Korrektur von möglichen Flüchtigkeitsfehlern.

The screenshot shows the KEA-Mod platform interface. At the top, there is a browser window with the URL `author.demo.keamod.de/assessments-mc/334/205/724/205`. Below the browser, the platform header includes 'Author UI', 'Aufgabenreihen', 'Modellierungsektor', and navigation buttons for 'DE', 'EN', 'Zur Studierendenansicht', and 'Abmelden'. The main content area displays a Petri net diagram on a grid background. The diagram starts with an initial state (a circle with one token) labeled 'inquiry incoming'. This leads to a transition labeled 'check feasibility'. From there, the flow goes to a diamond-shaped place, which then branches into two paths. One path leads to a transition labeled 'inform customer', which then leads to a transition labeled 'decline request'. The other path leads to a transition labeled 'create offer'. The diagram is surrounded by a green border.

Below the diagram, there are two panels: 'Feedback' and 'Bewertung'.

Feedback

Richtlinien

- ⚠ Achtung: Das Modell weist Kantenüberschneidungen auf. Diese lassen sich meistens (nicht immer!) vermeiden.
- ⚠ Achtung: Es sind nicht alle Elemente im Modell beschriftet.

Syntax

- ⚠ Achtung: Das Modell ist nicht bipartit. In Petri-Netzen dürfen keine Knoten gleichen Typs miteinander verknüpft werden.
- ⚠ Achtung: Das Modell besitzt fehlerhafte Kantentypen. In Petri-Netzen dürfen nur (einseitig) gerichtete Kanten verwendet werden.
- ⚠ Achtung: Das Modell besitzt Knotentypen, die nicht zu Petri-Netzen gehören.

Bewertung

Angelegt	Fertiggestellt	Bewertungsdienste	Anteil	Gesamtpunkte
Mo., 17. Okt. 2022, 14:41:18	Mo., 17. Okt. 2022, 14:41:38	2	~29,60 %	2,96 / 10

Bewertungsdienst	Ergebnis	Ergebnistyp	Gewichtung	Teilpunkte
Universal Pragmatic Checker	74 %	relativ	40 %	2,96 / 4
Petri Net Syntax Checker	0 %	relativ	60 %	0 / 6

Abbildung 7 Feedback zu einer Aufgabe des Typs "Modell erstellen" in der KEA-Mod Plattform

6.3 Diagnostische Informationen für Lehrende in KEA-Mod

Lehrende haben innerhalb der Author-UI Einblick in die individuellen Einreichungen der Studierenden und können die jeweils erreichte Punktzahl und/oder die individuellen Lösungen einsehen. Zudem wird für eine spezifische Aufgabe die durchschnittlich erreichte Punktzahl einer Gruppe von Studierenden (z.B. alle Teilnehmenden einer Übung) angezeigt. Eine Aggregation der Feedback-Nachrichten in Bezug auf z. B. häufig auftretende Fehler über die Einreichungen aller Studierenden hinweg ist für kommende Releases angedacht. Dies würde den Lehrenden einen Überblick bieten und die Möglichkeit, Rückschlüsse für die eigene Lehre zu ziehen.

7 Einsatz der KEA-Mod Plattform in Lehr-/Lernsettings

Die KEA-Mod Plattform kann in unterschiedlichen Phasen einer Lehrveranstaltung auf Bachelor- und Master-Ebene eingesetzt werden, um verschiedene Lehr-/ Lernszenarien abzudecken. Der Fokus liegt aktuell auf dem formativen Einsatz der Plattform. Das bedeutet, dass die Plattform im Laufe des Lernprozesses zur Unterstützung der Kompetenzentwicklung eingesetzt und dabei systematisch in die Lehre eingebettet wird (s. auch Kapitel 2.3). Im Folgenden werden verschiedene Einsatzmöglichkeiten der KEA-Mod Plattform in der Lehre und den dabei zu berücksichtigenden Gelingensbedingungen dargestellt.

7.1 KEA-Mod für formative Prüfungen

Die KEA-Mod Plattform eignet sich insbesondere für den formativen Einsatz, beispielsweise in Vorlesungen, begleitenden Übungen zu Vorlesungen und Tutorien. Die Bearbeitung der Aufgaben ist hierbei freiwillig und das Ergebnis fließt nicht direkt in die Endnote ein. KEA-Mod bietet den Lehrenden die Möglichkeit, digitale Übungsblätter in Form von Aufgabenreihen zu erstellen und den Studierenden diese via Zugriffscode zur Verfügung zu stellen. Aufgabenreihen können dabei Aufgaben verschiedener Aufgabentypen („Modellverstehen“ oder „Modellerstellen“) sowie verschiedener Modellierungssprachen enthalten.

Lehrende profitieren mittelfristig durch den Einsatz von KEA-Mod in formativen Settings, da sie sich einen digitalen Aufgabenpool aufbauen und diesen für verschiedene Übungsblätter, d. h. innerhalb verschiedener Aufgabenreihen, wiederverwenden und neu zusammenstellen können. Eine Zeitersparnis ergibt sich auch, wenn Übungsblätter nicht mehr rein manuell bewertet werden, sondern wenn stattdessen die (teil-)automatisierte Auswertung von KEA-Mod genutzt wird. Lehrende erhalten auf diese Weise einen übersichtlichen Überblick über die Einreichungen und die Leistungen der Studierenden. Die Qualität der Lehre kann verbessert werden, wenn Lehrende die Ergebnisse der Studierenden sichten und bewusst für ihre Lehre nutzen, indem sie Rückschlüsse über den Lernstand der Studierenden ziehen, Schwierigkeiten identifizieren und innerhalb der Lehre durch vertiefte Erklärungen oder Wiederholungen darauf reagieren.

Studierenden bietet der Einsatz der KEA-Mod Plattform in Übungsveranstaltungen in mehrfacher Hinsicht einen Mehrwert. Zum einen haben Studierende bisher in großen Lehrveranstaltungen mit hohen Teilnehmerzahlen oftmals keine Möglichkeit, eine individuelle Rückmeldung zu ihren Übungsaufgaben zu erhalten. Denn innerhalb der Übungsveranstaltungen werden beispielsweise lediglich Musterlösungen durch die Lehrenden präsentiert und die Zeit reicht nicht, um auf individuelle Lösungen einzugehen. Dies wäre allerdings besonders für Aufgaben des Typs „Modell erstellen“ relevant und wichtig, da es hier in der Regel mehrere richtige Lösungen gibt. Studierende erhalten durch das klassische Vorgehen zum einen weniger Anreize, die Übungsblätter tatsächlich selbst vorab zu lösen und zum anderen bekommen sie kein lernförderliches Feedback zu ihrer eigenen Lösung. KEA-Mod bietet den Studierenden also (insbesondere auch gegenüber kommerziellen Modellierungswerkzeugen oder Paper-

Pencil Aufgaben) einen Mehrwert durch das individuelle Feedback. Im Vergleich zur Aufgabenbearbeitung mit Stift und Papier schätzen viele Studierende außerdem das leichtere Erstellen und Editieren des Modells und die Möglichkeit, die Aufgabenreihe direkt online einzureichen. Darüber hinaus bietet KEA-Mod den Studierenden eine Übersicht über die offenen Aufgabenreihen mit den jeweiligen Abgabefristen sowie über die eingereichten Aufgabenreihen mit den erreichten Punktzahlen und Feedback-Nachrichten.

Damit sich der volle Nutzen der KEA-Mod Plattform in formativen Settings entfaltet, sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- ☆ Den Studierenden sollten Anreize für kontinuierliches Lernen während des Semesterverlaufs gesetzt werden. Dies kann u. a. dadurch gelingen, indem Studierende für die Einreichungen Bonuspunkte für eine Abschlussklausur sammeln können. Außerdem sollten Deadlines für die Bearbeitung verschiedener Aufgabenreihen im Semesterverlauf gesetzt werden und die Aufgabenreihen nur für einen bestimmten Zeitraum zur Verfügung gestellt werden, um Prokrastination zu vermeiden [Bo18].
- ☆ Die eingesetzten Aufgaben sollten an den in der Lehrveranstaltung angestrebten Kompetenzen ausgerichtet sein, um somit die Kompetenzentwicklung durch die Aufgaben gezielt zu fördern. Im Allgemeinen empfiehlt es sich zudem, die Studierenden über die angestrebten Kompetenzen und die Lernziele zu informieren.
- ☆ Das Feedback sollte entweder unmittelbar oder möglichst zeitnah erfolgen und lernförderliche Feedback-Informationen enthalten. Es sollte an den adressierten Kompetenzfacetten bzw. Beurteilungskriterien ausgerichtet sein.
- ☆ Der wahrgenommene Zweck einer Prüfung hat einen großen Einfluss auf die Nutzung der E-Assessment Plattform durch die Studierenden [Mi09]. Es ist wichtig, den Lernenden das Ziel des Plattform-Einsatzes klar zu vermitteln. So sollte den Studierenden bewusst sein, dass sie in formativen Prüfungen Fehler machen dürfen, um daraus zu lernen und dass diese nicht benotet werden. Daher ist zu empfehlen, formative und summative Prüfungen klar voneinander zu trennen und die Ergebnisse formativer Assessments nicht in die Endbenotung einfließen zu lassen [Mi09].

7.2 KEA-Mod für das Selbststudium

Eine weitere Möglichkeit, die KEA-Mod Plattform in die Lehre einzubinden, ist, den Studierenden den Plattform-Zugang zum Selbststudium bzw. zur Prüfungsvorbereitung bereitzustellen. Lehrende stellen in diesem Rahmen den Studierenden Aufgabenreihen zur Verfügung, die sie freiwillig und selbstorganisiert bearbeiten können. Das Feedback erfolgt in diesem Einsatzszenario automatisiert und unmittelbar. Zudem ist es den Studierenden möglich, ihre Lösung auf Basis des Feedbacks unbegrenzt oft zu überarbeiten und neu einzureichen. Studierende profitieren somit durch den Plattform-Einsatz von einem direkten, lernförderlichen Feedback, welches ihnen hilft, Fehler und Fehlannahmen zu korrigieren sowie ein tieferes Verständnis aufzubauen.

Damit sich der volle Nutzen der KEA-Mod Plattform im Rahmen des Selbststudiums entfaltet, sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- ☆ Der Zugang zur KEA-Mod Plattform sollte den Studierenden frühzeitig im Semesterverlauf gewährt werden und die Nutzung sollte während des Semesters mehrfach motiviert werden. Es empfiehlt sich, dass die Lehrenden eine kurze Einführung in die Funktionen der KEA-Mod Plattform geben und den Nutzen für das Lernen und den Mehrwert gegenüber kommerziellen Modellierungswerkzeugen und Stift-und-Papier-Bearbeitungen erläutern.
- ☆ Um den Studierenden vielfältige Übungsgelegenheiten zu bieten, sollte ein möglichst großer Aufgabenpool bereitgestellt werden. Sofern verschiedene Modellierungssprachen in der Lehrveranstaltung behandelt werden, sollten sich die Aufgaben auch auf unterschiedliche Modellierungssprachen beziehen. Zudem sollten die Aufgaben in Kontexte verschiedener Anwendungsdomänen eingebettet werden.
- ☆ Im Rahmen des Selbststudiums profitieren die Studierenden vor allem durch das direkte, individuelle Feedback. Lehrende sollten somit bei der Auswahl der Bewertungsdienste darauf achten, dass Studierende möglichst umfassendes Feedback (zu Syntax, Semantik und Pragmatik) erhalten.
- ☆ Aus prüfungsdidaktischer Sicht sollten Lehrende zudem darauf achten, dass den Studierenden während des Selbststudiums andere Aufgaben präsentiert werden als während einer summativen Prüfung. Das heißt, die Aufgaben sollten hinreichend variiert werden, um zu verhindern, dass die Studierenden während der Prüfung die Aufgabenlösung lediglich „erinnern“, und nicht – im Sinne des kompetenzorientierten Prüfens – die relevanten Kenntnisse und Fähigkeiten anwenden und transferieren müssen. Dennoch sollten die Aufgaben stets auf die angestrebten Kompetenzfacetten ausgerichtet sein.

7.3 Nutzung des “öffentlichen Aufgabenpools”

Im Rahmen des ersten Releases der KEA-Mod Plattform wurde ein „öffentlicher Aufgabenpool“ (Zugriffscod: 424242) angelegt, der jeweils einige Aufgaben zu den verschiedenen, in der Plattform enthaltenen Modellierungssprachen und Aufgabentypen bereitstellt (s. Abbildung 8).

Dieser Aufgabenpool bietet den Lehrenden zum einen Inspiration und Unterstützung bei der Erstellung von Aufgabenreihen für eigene Lehrveranstaltungen und zum anderen können Lehrende den Aufgabenpool ihren Studierenden für das Selbststudium bereitstellen.

7.4 “Freies Modellieren” mit dem Modellierungsektor

Der Modellierungsektor steht sowohl in der Author UI als auch in der Student UI als eigenständige Komponente zur Verfügung. Somit wird ermöglicht, mit Hilfe des

Modellierungseeditors frei, d. h. ohne Bezug zu einer konkreten Aufgabe bzw. Aufgabenreihe, Modelle zu erstellen.

Lehrende können somit Modelle mit Hilfe des Modellierungseeditors erstellen, diese exportieren und bei Bedarf über andere Kanäle den Studierenden zur Verfügung stellen oder diese für andere Zwecke verwenden. Außerdem besteht die Möglichkeit, den Modellierungseeditor als eigenständige Anwendung für Schulungs- oder Produktionszwecke zu nutzen, ohne sich vorher an der Plattform anmelden zu müssen [St21b].

Studierende können den Modellierungseeditor nutzen, um sich zum einen mit seiner Handhabung und den Funktionsweisen und zum anderen mit den Modellelementen der verschiedenen Modellierungssprachen vertraut zu machen. Darüber hinaus ist es Studierenden möglich, Übungsaufgaben des Typs „Modell erstellen“, die ihnen außerhalb der KEA-Mod Plattform zur Verfügung gestellt wurden, innerhalb des Modellierungseeditors zu bearbeiten und anschließend ihre Lösung zu exportieren.

7.5 KEA-Mod für summative Prüfungen

Der Einsatz von KEA-Mod für summative Prüfungen, d. h. beispielsweise für digitale Klausuren, ist derzeit noch nicht umgesetzt, soll aber in weiteren Entwicklungsarbeiten auf den Weg gebracht werden. Zentrale Gelingensbedingungen hierfür sind vor allem die Umsetzung eines Identity Managements sowie die Berücksichtigung prüfungsrechtlicher Aspekte. Lehrende sollten u. a. sicherstellen, dass der Einsatz von digitalen E-Prüfungen gemäß der jeweiligen Prüfungsordnung erlaubt ist. Aus prüfungsdidaktischer Sicht sollten Lehrende zudem darauf achten, dass den Studierenden die Prüfungsaufgaben nicht 1:1 aus dem Übungskontext bekannt sind. Wäre dies der Fall, wird eine valide, kompetenzorientierte Prüfung verhindert, da lediglich das „Erinnern“ der Aufgabenlösung geprüft wird. Darüber hinaus sollten Studierende bei der Prüfung bereits mit der Handhabung und den Funktionsweisen der E-Assessment Plattform vertraut sein.

Öffentlicher Aufgabenpool

Hier stellt das KEA-Mod Team einige Beispielaufgaben zusammen mit einem passenden Bewertungsservice für verschiedene Modellierungssprachen vor.

Name	Modellierungssprache	Aufgabentyp	Gesamtpunkte		
Customer inquiry	Petri Netz	Modell erstellen	- / 10	Bearbeiten	Ergebnisse
Schranken und Lieferwagen	Petri Netz	Modell verstehen	- / 5	Bearbeiten	Ergebnisse
Loan application	Petri Netz	Modell erstellen	- / 10	Bearbeiten	Ergebnisse
Rental car booking	Petri Netz	Modell erstellen	- / 10	Bearbeiten	Ergebnisse
Online Bestellsystem	UML Klassendiagramm	Modell erstellen	- / 10	Bearbeiten	Ergebnisse
Personalbeschaffungsprozess	EPK	Modell erstellen	- / 10	Bearbeiten	Ergebnisse
Bearbeitung von Kundenanfragen	BPMN	Modell erstellen	- / 10	Bearbeiten	Ergebnisse
Telefongesellschaft und Rechnungen	UML Klassendiagramm	Modell verstehen	- / 10	Bearbeiten	Ergebnisse
Produktionsprozess	BPMN	Modell verstehen	- / 10	Bearbeiten	Ergebnisse
Formale Eigenschaften EPK-Modell	EPK	Modell verstehen	- / 10	Bearbeiten	Ergebnisse
Einkaufsprozess einer Produktionsfirma	BPMN	Modell erstellen	- / 10	Bearbeiten	Ergebnisse
Qualitätsüberprüfung BPMN-Modell	BPMN	Modell verstehen	- / 10	Bearbeiten	Ergebnisse
Aufgabenreihe gesamt:			0/115		

Einreichen

Abbildung 8 "Öffentlicher Aufgabenpool" in der KEA-Mod Plattform

8 Transfer und Weiterentwicklung der Plattform

8.1 Transferierbarkeit und Nutzung der Plattform

Ziel des KEA-Mod Projekts war, eine E-Assessment Plattform für die grafische Modellierung zu entwickeln, welche an alle(n) interessierten, deutschsprachigen Hochschulen transferierbar und einsetzbar ist. Daher ist die KEA-Mod Plattform darauf ausgelegt, anhand offener Schnittstellen die Erweiterung auf zusätzliche Modellierungssprachen sowie eine individuelle Anpassung an die Ausprägung der Anforderungen am jeweiligen Standort zu ermöglichen. Aus diesem Grund wurden während der Konzeptionsphase folgende Entwurfsentscheidungen getroffen:

- Realisierung der KEA-Mod Plattform als Microservice-Architektur: Dies ermöglicht, einzelne Dienste der Plattform (z. B. Bewertungsdienste oder den Modellierungseditor) unabhängig einzusetzen oder an andere Systeme anzubinden. Ebenso können bereits bestehende E-Assessment-Verfahren für die grafische Modellierung, z. B. für weitere Modellierungssprachen, mit vergleichsweise wenig Aufwand als Bewertungsdienst gekapselt und somit an die KEA-Mod Plattform angeschlossen werden.

- Bereitstellung von Konfigurationsoptionen, um die automatisierte Bewertung je nach Einsatzkontext zum passenden Zeitpunkt auszuführen (z. B. direkt während der Bearbeitung für das Selbststudium oder erst nach der Einreichung und manuellen Kontrolle durch die Dozierenden im Prüfungskontext).
- Integration bestehender Nutzer-Accounts über ein Identity-Management beteiligter Institutionen, um z.B. zusätzliche Möglichkeiten zur Selbstregistrierung an der Plattform zu schaffen.
- Bereitstellung der Plattform in unterschiedlichen Formen
 - Niedrigschwelliger Zugang zu einer Demo-Version der Plattform, gehostet am Karlsruher Institut für Technologie
 - Container-Images (Docker) für alle beteiligten Microservice-Dienste der Plattform, sodass die Möglichkeit besteht, die Plattform selbst aufzusetzen
 - Veröffentlichung der KEA-Mod Plattform unter einer Open Source Lizenz und Bereitstellung des Quellcodes

8.2 Weiterentwicklung der Plattform und Kollaborationsmöglichkeiten

Die Weiterentwicklung der KEA-Mod Plattform über die Projektlaufzeit wurde bereits durch zwei Anschlussprojekte gesichert. In den beiden Projekten PePP (Partnerschaft für innovative E-Prüfungen) der baden-württembergischen Landesuniversitäten und DaTa-Pin an der Universität des Saarlandes fördert die Stiftung Innovation in der Hochschullehre den Ausbau der KEA-Mod Plattform mit dem Fokus auf den Einsatz im Prüfungskontext.

Zudem besteht die Möglichkeit, sich über eine Anfrage beim Entwicklungsteam der KEA-Mod Plattform zentral an der Entwicklung zu beteiligen, um eigene Features mit in die Plattform aufzunehmen und diese der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen.

9 Weiterführende Informationen und Ressourcen

Projekt-Homepage	https://keamod.gi.de/
Plattform-Homepage³	https://www.keamod.de
Didaktische Materialien	https://keamod.gi.de/kompetenzmodell

³ Hier befinden sich Links zu einer Demo-Instanz der Plattform, Anleitungen für Endanwender sowie die technische Dokumentation.

10 Literaturhinweise

- [Bi11] Biggs, J. & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does*. SRHE & Open University Press.
- [Bl15] Bley, S., Wieth-Körperich, M. & Weber, S. (2015). Formen kognitiver Belastung bei der Bewältigung technologiebasierter authentischer Testaufgaben. Eine Validierungsstudie zur Abbildung von beruflichen Kompetenzen. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 111(2), 268–294.
- [Bo17] Bogdanova, D. & Snoeck, M. (2017). Domain modelling in bloom: Deciphering how we teach It. In *Proceedings of IFIP working conference on the practice of enterprise modeling*, 3-17, Springer.
- [Bo18] Bogdanova, D., & Snoeck, M. (2018). Using MOOC technology and formative assessment in a conceptual modelling course: an experience report. *Proceedings of the 21st ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems: Companion Proceedings*, 67-73.
- [Fu07] Fuller, U. & Keim, B. (2007). Should we assess our students' attitudes? In *Proceedings of the Seventh Baltic Sea Conference on Computing Education Research*, 88, 187-190.
- [Ha17] Hartung, S. (2017). Lernförderliches Feedback in der Online-Lehre gestalten. In: H.R. Grieshop & E. Bauer (Hrsg.), *Lehren und Lernen online* (S. 199-217). Springer.
- [Ha07] Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112.
- [Ha15] Hattie, J. (2015). The Applicability of Visible Learning to Higher Education: Teacher-ready research review. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 1 (1), 79–91.
- [Jo14] Johnson, C. I., & Priest, H. A. (2014). The Feedback Principle in Multimedia Learning. In R.E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (S. 449-463). Cambridge university press.
- [Jo16] Jonsson, A., & Panadero, E. (2016). The use and design of rubrics to support Assessment for Learning. In D. R. Carless (Hrsg.), *Scaling up Assessment for Learning in Higher Education* (S. 99-111). Springer.
- [Ka07] Kalyuga, S. (2007). Expertise reversal effect and its implications for learner-tailored instruction. *Educational Psychological Review*, 19, 509–539.
- [KI07] Klieme, E. & Hartig, J. (2007). Kompetenzkonzepte in den Sozialwissenschaften und im empirischen Diskurs. In M. Prenzel, I. Gogolin & H.-H. Krüger (Hrsg.), *Kompetenzdiagnostik* (S. 11-29). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- [KI96] Kluger, A. & DeNisi, A. (1996). The effects of Feedback Interventions on Performance: A Historical Review, a Meta-Analysis, and a Preliminary Feedback Intervention Theory. *Psychological Bulletin*, 119(2), 254 – 284.
- [Le07] Leacock, T. L. & Nesbit, J. C. (2007). A Framework for Evaluating the Quality of Multimedia Learning Resources. *Educational Technology & Society*, 10(2), 44–59.
- [Ma14] Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge university press.
- [Me04] Metzger, C. & Nüesch, C. (2004). Fair prüfen. Ein Qualitätsleitfaden für Prüfende an Hochschulen. *Hochschuldidaktische Schriften*, Bd. 6. Institut für Wirtschaftspädagogik der Universität St. Gallen.
- [Mi09] Miller, T. (2009). Formative computer-based assessment in higher education: the effectiveness of feedback in supporting student learning, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(2), 181-192
- [Mo04] Moreno, R. (2004). Decreasing cognitive load for novice students: Effects of explanatory versus corrective feedback in discovery-based multimedia. *Instructional Science*, 32(1–2), 99–113.
- [Na06] Narciss, S. (2006). *Informatives tutorielles Feedback*. Waxmann.

- [Ni93]** Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Academic Press.
- [Re20]** Renkel, A. (2020). Wissenserwerb. In: E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 3-24). Springer.
- [Ro11]** Roediger, H. L., Putnam, A. L., & Smith, M. A. (2011). Ten benefits of testing and their applications to educational practice. In J. Mestre & B. Ross (Hrsg.), *Psychology of learning and motivation: Cognition in education* (S. 1–36). Elsevier.
- [Sc12]** Schaper, N.; Reis, O.; Wildt, J.; Horvath, E. & Bender, E.: Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre. Hochschulrektorenkonferenz HRK, *Projekt nexus – Konzepte und gute Praxis für Studium und Lehre*.
- [Sc13]** Schaper, N.; Hilkenmeier, F. & Bender, E.: Umsetzungshilfen für kompetenzorientiertes Prüfen. Zusatzgutachten. Hochschulrektorenkonferenz HRK, *Projekt nexus – Konzepte und gute Praxis für Studium und Lehre*.
- [Sc21a]** Schaper, N. (2021). Prüfen in der Hochschullehre. In R. Kordts-Freudinger, N. Schaper, A. Scholkmann & B. Szczyrba, *Handbuch Hochschuldidaktik* (S. 87-101). wbv & UTB.
- [Sc21b]** Schaper, N. & Soyka, C. (2021). Kompetenzorientiertes Prüfen. Grundlagen, präsenz- und onlinegestützte Formate, Bewertung und Rückmeldung kompetenzorientierter Prüfungsleistungen. In B. Berendt, A. Fleischmann, N. Schaper, B. Szczyrba, M. Wiemer & J. Wildt, *Neues Handbuch Hochschullehre* (100. Ausgabe, S. 95-122), DUZ.
- [Sc15]** Schindler, C., Bauer, J., Strasser, A., Schlomske-Bodenstein, N., Seidel, T. & Prenzel, M. (2015). Prüfungen als Indikatoren für Studienerfolg. In C. Berthold, B. Jorzik, V. Meyer-Guckel (Hrsg.), *Handbuch Studienerfolg* (S. 62-79). Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft.
- [So22]** Soyka, C., Schaper, N., Bender, E., Striwe, M., & Ullrich, M. (2022). Toward a Competence Model for Graphical Modeling. *ACM Transactions on Computing Education*, 23(1), 1-30. <https://doi.org/10.1145/3567598>
- [So23, im Druck]** Soyka, C., Ullrich, M., Striwe, M., & Schaper, N. (im Druck). Comparison of Required Competences and Exercise Material in Conceptual Modeling. Special Issue on Teaching and Learning in Conceptual Modeling, *Enterprise Modelling and Information Systems Architecture*.
- [St21a]** Stottrop, T. & Striwe, M. (2021). Analysen zur studentischen Wahl von Modellierungswerkzeugen in einer elektronischen Distanz-Prüfung. In H.-W. Wollersheim, M. Karapanos & N. Pengel (Hrsg.), *Bildung in der digitalen Transformation* (S. 131–142). Waxmann.
- [St21b]** Striwe, M., Forell, M., Houy, C., Pfeiffer, P., Schiefer, G., Schüler, S., Soyka, C., Stottrop, T., Ullrich, M., Fettke, P., Loos, P., Oberweis, A. & Schaper, N. (2021). Kompetenzorientiertes E-Assessment für die grafische, konzeptuelle Modellierung. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 58(6), 1350-1363. <https://doi.org/10.1365/s40702-021-00797-x>
- [Sw94]** Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 293-312.
- [UI22]** Ullrich, M., Pfeiffer, P., Schiefer, G., Soyka, C., Stottrop, T., Striwe, M., Fettke, P., Loos, P., Oberweis, A. & Schaper, N. (2022). Piloteinsatz einer E-Assessment Plattform für die grafische Modellierung. *20. Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI)*.
- [UI21]** Ulrich, I., Seifried, E. & Schaper, N. (2021). Planen von Lehrveranstaltungen. In R. Kordts-Freudinger, N. Schaper, A. Scholkmann & B. Szczyrba, *Handbuch Hochschuldidaktik* (S. 57-71). wbv & UTB.
- [Va06]** Van Nimwegen, C., Van Oostendorp, H., Burgos, D. & Koper. R. (2006). Does an Interface with Less Assistance Provoke More Thoughtful Behavior? In S. Barab, K. Hay & D. Hickey (Hrsg.), *The International Conference of the Learning Sciences: Proceedings of ICLS 2006* (S. 785–791). International Society of the Learning Sciences.

[VI17] Vleuten, C. V. D., Sluijsmans, D., & Joosten-ten Brinke, D. (2017). Competence assessment as learner support in education. In M. Mulder, *Competence-based vocational and professional education. Technical and Vocational Education and Training: Issues, Concerns and Prospects* (S. 607-630). Springer.

[Wa12] Walzik, S. (2012). *Kompetenzorientiert prüfen. Leistungsbewertung an der Hochschule in Theorie und Praxis*. Buderich.

[We01] Weinert, F. E. (2001). Concept of Competence: A Conceptual Clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Hrsg.), *Defining and Selecting Key Competencies* (S. 45–65). Hogrefe & Huber.

[Wi17] Wisniewski, B., Zierer, K., & Hattie, J. (2017). *Visible Feedback: Ein Leitfaden für erfolgreiches Unterrichtsfeedback*. Schneider Verlag.

[Wi20] Wisniewski, B., Zierer, K. & Hattie, J. (2020). The Power of Feedback Revisited: A Meta-Analysis of Educational Feedback Research. *Frontiers in Psychology*, 10, 3087, 1-14.

11 Anhang

11.1 Kompetenzfacetten des Kompetenzmodells für die grafische Modellierung

Modellverstehen & -interpretieren	Modellbilden & -modifizieren	Werte / Haltungen / Überzeugungen	Metakognitive(s) Wissen & Fähigkeiten	Sozial-kommunikative Fähigkeiten
Verstehen (MV 1) <ul style="list-style-type: none"> - MV 1.01 Die Lernenden können grundlegende Begriffe und Grundkonzepte der Modellierung (wie bspw. den Modellbegriff, Abstraktion, Metamodelle, Sichten, deskriptive vs. präskriptive Modellierung, Modellierung von Strukturen, Verhalten und Architekturen) erläutern. - MV 1.02 Die Lernenden können das Prinzip der Abstraktion (Generalisierung / Spezialisierung) und Abstraktionsebenen erläutern. - MV 1.03 Die Lernenden können Möglichkeiten und Grenzen grafischer Modellierung erläutern. - MV 1.04 Die Lernenden können die Stärken und Schwächen bestimmter Modellierungssprachen bzw. Modelltypen für einen bestimmten Einsatzzweck erläutern. - MV 1.05 Die Lernenden können verschiedene Fachgebiete der Modellierung (z. B. Software-, Datenbankentwurf, Geschäftsprozessmodellierung) unterscheiden und differenziert beschreiben. - MV 1.06 Die Lernenden können mögliche Modellierungszwecke im Sinne des Einsatzzwecks bzw. der geplanten Weiterverwendung von Modellen (z. B. zur Codegenerierung, Simulation oder Organisationsgestaltung) erläutern. - MV 1.07 Die Lernenden können die Relevanz des Modellierungszwecks für die Modellbildung (z. B. für die Auswahl und Verwendung der verschiedenen Modellierungstechniken) erläutern. - MV 1.08 Die Lernenden können Kriterien zur Bewertung der Modellqualität (z. B. Syntax, Semantik, Pragmatik gemäß einschlägigen Rahmenwerken bzw. Richtlinien wie z. B. SEQUAL, Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung) erläutern. - MV 1.09 Die Lernenden können verschiedene Modellierungsmethoden bezüglich des Abstraktionsgrads und der Formalisierung (formal, semi-formal) erläutern. - MV 1.10 Die Lernenden können Modellierungstechniken in verschiedenen Fachgebieten der Modellierung (z. B. modellbasierte Anforderungserhebung, Geschäftsprozessmodellierung) erläutern. - MV 1.11 Die Lernenden können syntaktische Regeln der betrachteten Modellierungssprache/n erläutern. 	Anwenden & Übertragen (MB 2) <ul style="list-style-type: none"> - MB 2.01 Die Lernenden können Modellierungswerkzeuge praktisch einsetzen oder anwenden. - MB 2.02 Die Lernenden können eine Modellierungssprache in einer Weise anwenden, die einem bestimmten Zweck dient oder ein anstehendes Problem löst (z. B. Syntaxfehlerkorrektur, standardisierte Modelltransformation, Modellverfeinerung). - MB 2.03 Die Lernenden können allgemeine, abstrakte Fragestellungen und Zielsetzungen in konkrete Spezifikationen und Analysefragen umsetzen. - MB 2.04 Die Lernenden können a) die syntaktischen Regeln und b) die Notation der betrachteten Modellierungssprache/n korrekt anwenden. - MB 2.05 Die Lernenden können Bezeichner für Modellelemente a) aus einer Problemstellung übernehmen, b) bei Bedarf konventionskonform anpassen und c) einheitlich verwenden. - MB 2.06 Die Lernenden können Wissen über Grundkonzepte der Modellierung mithilfe der entsprechenden Modellierungssprache (z. B. UML, ER, Petri-Netze, EPK) zur Modellbildung anwenden. - MB 2.07 Die Lernenden können ihr Wissen über Grundkonzepte der Modellierung auf Anwendungsfälle verschiedener Fachgebiete der Modellierung anwenden. - MB 2.08 Die Lernenden können ihr erworbenes Wissen und ihre Fähigkeiten auf für sie neue bzw. auf andere Modellierungssprachen und -werkzeuge übertragen. Analysieren & Bewerten (MB 3) <ul style="list-style-type: none"> - MB 3.01 Die Lernenden können relevante Informationen sowie Strukturen und Zusammenhänge zielgerichtet aus einer Problemstellung ermitteln und somit die Anforderungen analysieren. - MB 3.02 Die Lernenden können Modellierungskonzepte in einer Problemstellung ermitteln bzw. passende Modellierungskonzepte zur Darstellung von spezifischen Aspekten eines Sachverhaltes auswählen. - MB 3.03 Die Lernenden können Typen von Modellelementen (oder Modellierungsmuster) in einer 	Verstehen (WH 1) <ul style="list-style-type: none"> - WH 1.01 Die Lernenden können die Ziele und die Bedeutung grafischer Modellierung für das jeweilige Fachgebiet erläutern. - WH 1.02 Die Lernenden verstehen die Relevanz einer hohen Modellqualität (bzgl. Syntax, Semantik und Pragmatik) für das Modellverstehen und die spätere Modellverwendung. - WH 1.03 Die Lernenden sind davon überzeugt, dass Modellierungsaufgaben durch adäquate Vorgehensweisen und den Einsatz geeigneter Modellierungstechniken lösbar sind. - WH 1.04 Die Lernenden sind davon überzeugt, dass ein planvolles Handeln und systematisches Vorgehen bei der Modellierung notwendig sind. Anwenden & Übertragen (WH 2) <ul style="list-style-type: none"> - WH 2.01 Die Lernenden antizipieren die möglichen Konsequenzen, die sich aus der Verwendung der von ihnen erstellten Modelle ergeben (Folgenabschätzung) und können diese beschreiben. - WH 2.02 Die Lernenden entwickeln eine hohe intrinsische Motivation für die Modellierung und Interesse an deren (fachlichen) Weiterentwicklung. - WH 2.03 Die Lernenden sind bereit, sich 	Verstehen (MK 1) <ul style="list-style-type: none"> - MK 1.01 Die Lernenden verstehen, dass sich Methoden auf dem Gebiet der grafischen Modellierung (z. B. Modellierungswerkzeuge oder -sprachen) weiterentwickeln und erkennen daher die Notwendigkeit des lebenslangen Lernens. Anwenden & Übertragen (MK 2) <ul style="list-style-type: none"> - MK 2.01 Die Lernenden sind durch selbstständiges Lernen in der Lage, die eigenen Fähigkeiten und das Wissen auf dem Gebiet der grafischen Modellierung entsprechend der sich ändernden situativen Anforderungen anzupassen und zu erweitern. - MK 2.02 Die Lernenden sind in der Lage, ihren eigenen Lernprozess und ihre Entwicklung auf dem Gebiet der grafischen Modellierung zu planen und zielgerichtet zu steuern. - MK 2.03 Die Lernenden sind in der Lage, sich bei der Bearbeitung komplexer Modellierungsaufgaben anzustrengen und durchzuhalten. - MK 2.04 Die Lernenden sind in der Lage, sich erforderliches Domänenwissen anzueignen. Analysieren & Bewerten (MK 3) <ul style="list-style-type: none"> - MK 3.01 Die Lernenden sind bei der Bearbeitung von Modellierungsaufgaben 	Anwenden & Übertragen (SK 2) <ul style="list-style-type: none"> - SK 2.01 Die Lernenden können Modelle oder Themen mit Bezug zur Modellierung zielgruppengerecht, d. h. in Bezug auf die Modellierungs- oder Domänenkenntnisse des Publikums, verständlich präsentieren. - SK 2.02 Die Lernenden können über relevantes Modellierungs- und Domänenwissen und die Inhalte eines Modells mit anderen kommunizieren und ihr Wissen teilen. - SK 2.03 Die Lernenden können bei der Bearbeitung von komplexen Modellierungsaufgaben Absprachen (z. B. in Bezug zur Aufgabenverteilung, zum gewählten Abstraktionsniveau) in einem Team treffen und einhalten. - SK 2.04 Die Lernenden können Anforderungen an das Modell und benötigtes Domänenwissen bei Auftraggebern oder anderen Stakeholdern (ggf. auch bei informatik-fremden Personen) erfragen und sie bei der Modellierung berücksichtigen. - SK 2.05 Die Lernenden können im Rahmen der Modellbildung Ideen anderer Teammitglieder annehmen und aufgreifen. - SK 2.06 Die Lernenden können sich in die Rolle anderer (z. B. Anwender, Softwareentwickler,

<ul style="list-style-type: none"> - MV 1.12 Die Lernenden können einzelne Modellelemente in einem bestehenden Modell anhand der Notation identifizieren. - MV 1.13 Die Lernenden können in Bezug auf die betrachtete/n Modellierungssprache/n die Bedeutung (Semantik) der existierenden Typen von Modellelementen und Modellierungsmuster interpretieren oder erläutern. - MV 1.14 Die Lernenden können formale Eigenschaften von Modellen (z. B. Eigenschaften von Petri-Netzen) erläutern. - MV 1.15 Die Lernenden können die inhaltlichen Aussagen, die mit einem bestehenden Modell innerhalb seines Kontextes getroffen werden können, erklären oder interpretieren. <p>Anwenden & Übertragen (MV 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> - MV 2.01 Die Lernenden nutzen die in einem bestehenden Modell enthaltenen Informationen, um ein Problem oder eine Situation in der entsprechenden Anwendungsdomäne zu lösen. <p>Analysieren & Bewerten (MV 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> - MV 3.01 Die Lernenden können ein Modell in Bezug auf die Modellqualität kriteriengeleitet überprüfen und beurteilen. <ul style="list-style-type: none"> o MV 3.01a Die Lernenden können die Korrektheit eines Modells in Bezug auf die Syntax der verwendeten Modellierungssprache überprüfen. o MV 3.01b Die Lernenden können die semantische Korrektheit und Vollständigkeit eines Modells in Bezug zum betrachteten Sachverhalt überprüfen. o MV 3.01c Die Lernenden können die pragmatische Qualität (z. B. hinsichtlich Verständlichkeit, Eindeutigkeit, Lesbarkeit) eines Modells überprüfen. - MV 3.02 Die Lernenden können ein Modell hinsichtlich formaler Eigenschaften überprüfen. - MV 3.03 Die Lernenden können die Eignung eines Modells zur Darstellung eines betrachteten Sachverhalts und in Bezug zu einem spezifischen Modellierungszweck überprüfen und beurteilen. - MV 3.04 Die Lernenden können bestehende Modelle hinsichtlich ihrer zweckspezifischen Vor- und Nachteile vergleichen bzw. beurteilen, welches Modell einen betrachteten Sachverhalt besser repräsentiert. - MV 3.05 Die Lernenden können Modelle, die verschiedene Sichten auf denselben Sachverhalt repräsentieren, hinsichtlich ihrer Konsistenz zueinander überprüfen. 	<p>Problemstellung ermitteln bzw. passende Typen von Modellelementen zur Darstellung von spezifischen Aspekten eines Sachverhaltes auswählen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - MB 3.04 Die Lernenden können Entwurfsentscheidungen treffen, indem sie (z. B. auf Basis von Intuition, logischem Denken, Domänenwissen) plausible Annahmen machen. - MB 3.05 Die Lernenden können ihre Entwurfsentscheidungen für ein selbst erstelltes Modell erläutern und begründen. - MB 3.06 Die Lernenden können Modellierungssprachen bzw. Modelltypen auf ihre Eignung für eine konkrete Anwendungsdomäne und den jeweiligen Modellierungszweck prüfen, beurteilen und auswählen. - MB 3.07 Die Lernenden können Modellierungswerkzeuge auf Basis relevanter Kriterien auswählen. - MB 3.08 Die Lernenden können einschätzen und folgern, welche Auswirkungen bestimmte Modifikationen an einem Modell verursachen. <p>Erschaffen (MB 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> - MB 4.01 Die Lernenden können selbstständig grafische Modelle (wie z. B. UML-Diagramme, ER-Modelle und Petri-Netze) erstellen, um einen Sachverhalt abzubilden. - MB 4.02 Die Lernenden können zueinander passende Sichten auf ein System oder einen Sachverhalt mit passenden Modellen (ergänzend und konsistent zueinander) erstellen. - MB 4.03 Die Lernenden können ein bestehendes Modell aufgrund neuer oder geänderter Anforderungen oder Inkonsistenzen anpassen bzw. weiterentwickeln und entsprechende Modellelemente hinzufügen, modifizieren oder entfernen. - MB 4.04 Die Lernenden können ein Modell in Bezug auf einen Sachverhalt a) semantisch korrekt und b) vollständig erstellen und sich dabei c) auf relevante Modellinhalte beschränken (Prägnanz). - MB 4.05 Die Lernenden können ein Modell a) auf Basis bekannter Richtlinien oder Konventionen gut lesbar und strukturiert sowie b) für die jeweilige Zielgruppe verständlich erstellen. - MB 4.06 Die Lernenden können selbstständig Zeichner a) angemessen / verständlich und b) konventionskonform entwickeln sowie c) einheitlich verwenden. - MB 4.07 Die Lernenden können a) einen in Bezug auf den Modellierungszweck angemessenen Abstraktionsgrad bei der Erstellung eines Modells wählen und b) diesen innerhalb des Modells konsistent beibehalten. 	<p>anspruchsvollen Herausforderungen bei der Modellierung zu stellen.</p> <p>Analysieren & Bewerten (WH 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> - WH 3.01 Die Lernenden können ein Modell unter ethischen oder gesellschaftlichen Gesichtspunkten bewerten. 	<p>in der Lage, a) ihr Vorgehen zu planen, b) geeignete Strategien auszuwählen sowie c) ihren Fortschritt, ihr Verständnis und ihre Problemlösung zu überwachen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - MK 3.02 Die Lernenden reflektieren ihre Problemlösungen und sind in der Lage, eigenständig aus ihren Fehlern zu lernen. - MK 3.03 Die Lernenden reflektieren und bewerten ihren eigenen Wissensstand und die eigenen Fähigkeiten in Bezug auf die grafische Modellierung. <p>Erschaffen (MK 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> - MK 4.01 Die Lernenden sind bereit, bei der Bearbeitung von komplexen Modellierungsaufgaben neue – bislang unbekannte – Lösungswege einzuschlagen und somit Abstand von Vertrautem zu nehmen. - MK 4.02 Die Lernenden sind in der Lage, selbstständig strategische und kreative Antworten bei der Suche nach Lösungen für genau definierte, konkrete und abstrakte Probleme zu finden. 	<p>Auftraggeber) hineinversetzen und die eigene Perspektive ändern.</p> <ul style="list-style-type: none"> - SK 2.07 Die Lernenden können Kritik zu Modellierungslösungen konstruktiv äußern sowie Kritik von anderen annehmen. - SK 2.08 Die Lernenden können komplexe Modellierungsaufgaben in Teilaufgaben aufteilen und strukturieren sowie die Bearbeitung der Teilaufgaben durch verschiedene Teammitglieder oder Teams organisieren und koordinieren.
---	--	---	--	--

11.2 Glossar zum Kompetenzmodell für die grafische Modellierung

Das Glossar dient einem besseren Verständnis des Kompetenzmodells und der einzelnen Kompetenzfacetten. Es wird erklärt, wie die wesentlichen Begrifflichkeiten im Rahmen des Kompetenzmodells verstanden werden. Das Glossar beinhaltet somit keine allgemeingültigen Begriffsdefinitionen, sondern beschränkt sich auf den Geltungsbereich des Kompetenzmodells.

<p>Abstraktion; Abstraktionsebene; Abstraktionsgrad</p>	<p><i>abstraction;</i> <i>abstraction layer</i></p>	<p><u>Abstraktion</u> stellt ein zentrales Mittel bei der → Modellierung dar. Sie ermöglicht es, die Komplexität eines → Sachverhaltes zu reduzieren, sich durch das Weglassen von Details auf das Wesentliche zu konzentrieren und Zusammenhänge sichtbar zu machen. Derselbe → Sachverhalt kann je nach → Modellierungszweck durch → Modelle auf verschiedenen <u>Abstraktionsebenen</u> dargestellt werden. Abstraktionsebenen unterscheiden sich hinsichtlich ihres <u>Abstraktionsgrads</u>, d. h., ihres Detaillierungsgrades und Informationsgehalts. → Modelle können einen hohen Abstraktionsgrad (Generalisierung) oder niedrigen Abstraktionsgrad (Spezialisierung) aufweisen.</p>
<p>Anwendungsdomäne</p>	<p><i>application domain</i></p>	<p>Die <u>Anwendungsdomäne</u> beschreibt die Branche / Organisation bzw. den Unternehmensbereich, für den ein → Modell erstellt wird bzw. wo das → Modell Anwendung findet (bspw. öffentliche Verwaltung, Finanzbereich, Versicherung). Eine Anwendungsdomäne stellt spezielle Anforderungen an das zu erstellende → Modell.</p>
<p>Fachgebiete der Modellierung (in der Informatik)</p>	<p><i>area of modeling (in computer science)</i></p>	<p>Unter <u>Fachgebiete der Modellierung</u> werden die verschiedenen Teilbereiche der (Wirtschafts-) Informatik verstanden, in denen → grafische Modellierung angewendet wird. Beispiele sind der frühe Datenbank- und Softwareentwurf sowie Geschäftsprozessmodellierung. Je nach Fachgebiet werden unterschiedliche → Modellierungsziele verfolgt und teilweise unterschiedliche → Modellierungstechniken eingesetzt.</p>
<p>Kompetenzen</p>	<p><i>competences</i></p>	<p><u>Kompetenzen</u> bezeichnen Leistungsvoraussetzungen, die Individuen zur selbstständigen Bewältigung von Aufgaben bzw. komplexen Problemen in bestimmten Fachbereichen befähigen. Im ganzheitlichen Sinne schließt der Kompetenzbegriff neben fachlichem Wissen und Fähigkeiten auch motivationale, volitionale und soziale Aspekte mit ein.</p>
<p>Kompetenzfacetten</p>	<p><i>competence facets</i></p>	<p><u>Kompetenzfacetten</u> stellen die einer übergeordneten → Kompetenz zugehörigen Teilkompetenzen je Kompetenzdimension dar. Die umfassende Beschreibung der Kompetenzfacetten für einen Fachbereich (hier: Grafische Modellierung) gewährleistet eine differenzierte Kompetenz- und Leistungsmessung. Bei der Bewältigung einer konkreten Aufgabe im betrachteten Fachbereich werden die Kompetenzfacetten in</p>

		unterschiedlicher Intensität beansprucht und miteinander verflochten.
Kompetenzmodell	<i>competence model</i>	Ein <u>Kompetenzmodell</u> dient der präzisen und validen Beschreibung und Strukturierung der für einen Fachbereich erforderlichen → Kompetenzen und → Kompetenzfacetten, z. B. nach Niveaustufen, Dimensionen und Teildimensionen, um diese bspw. als Bildungsziele für einen Bildungsgang zu operationalisieren und sie einer empirischen Messung zugänglich zu machen.
Grundkonzepte der Modellierung	<i>basic concepts of modeling</i>	Bei <u>Grundkonzepten der Modellierung</u> handelt es sich um Grundideen und theoretische Grundlagen aus dem Bereich der → Modellierung. Sie sind unabhängig vom jeweiligen → Fachgebiet der Modellierung und der jeweiligen → Modellierungssprache gültig. Beispiele: Abstraktion/ Verfeinerung, deskriptive vs. präskriptive Modellierung, Metamodelle, Sichten, Modellierung von Strukturen, Verhalten und Architekturen
Modellierung; Grafische Modellierung	<i>modeling; graphical modeling</i>	Bei der <u>Modellierung</u> wird unter Verwendung einer → Modellierungssprache ein → Modell erstellt, welches einen bestimmten → Modellierungsgegenstand (Ist- oder Soll-Zustand) repräsentieren soll. Die Modellierung wird unter anderem eingesetzt, um komplexe Modellierungsgegenstände einer → Anwendungsdomäne (z. B. Systeme oder Prozesse bei der Softwaresystem- bzw. Geschäftsprozessmodellierung) auf wesentliche Aspekte zu reduzieren sowie strukturiert darzustellen. Welche diese wesentlichen Aspekte sind, wird durch den → Modellierungszweck festgelegt. Bei der <u>grafischen Modellierung</u> wird eine → Modellierungssprache eingesetzt, deren Notation die Verwendung grafischer Darstellungsformen zur Repräsentation des → Modellierungsgegenstandes vorsieht.
Modell; Grafisches Modell (Synonym: Diagramm)	<i>model</i>	Ein <u>Modell</u> ist eine vereinfachte bzw. reduzierte Abbildung oder Repräsentation eines existierenden oder zu konstruierenden → Modellierungsgegenstands für einen bestimmten Zweck (→ Modellierungszweck). Ein <u>grafisches Modell</u> wird durch Anwendung einer → grafischen Modellierungssprache erstellt und häufig auch als Diagramm bezeichnet.
Modellelemente	<i>model elements</i>	<u>Modellelemente</u> sind Elemente, die in einem spezifischen → Modell vorhanden sind, d. h. Bestandteile eines konkreten Modells. Beispiel: Transition „Bericht prüfen“ in einem konkreten Petri-Netz-Modell
Modellierungsaufgabe	<i>modeling task</i>	Eine <u>Modellierungsaufgabe</u> stellt einen Arbeitsauftrag im Bereich der → (grafischen) Modellierung dar. Es kann sich hierbei beispielsweise um klassische Prüfungsaufgaben im Lehrkontext handeln, sowie um komplexere

		<p>Modellierungsprojekte im beruflichen Kontext. Modellierungsaufgaben umfassen nicht nur die Modellbildung bzw. Erstellung von Modellen, sondern auch die Arbeit mit gegebenen Modellen (z. B. Analyse eines Modells).</p>
Modellierungskonzepte	<i>modeling concepts</i>	<p><u>Modellierungskonzepte</u> stellen übergeordnete sprachunabhängige abstrakte Konstrukte mit einer (mehr oder weniger klar definierten) Bedeutung dar.</p> <p>Beispiele: Zustand, Aktivität, Vererbung, Klasse</p> <p>Mit Modellierungskonzepten lassen sich einige → Grundkonzepte der Modellierung adressieren.</p> <p>Beispiel: Das Modellierungskonzept „Aktivität“ kann zur Verhaltensbeschreibung (→ Grundkonzepte der Modellierung) eingesetzt werden.</p>
Modellierungssprache; Grafische Modellierungssprache	<i>modeling language</i>	<p><u>Modellierungssprachen</u> sind formale oder semi-formale Sprachen, mit denen statische oder dynamische Aspekte eines Systems oder Prozesses abstrahiert und verständlich notiert werden können und somit → Modelle erstellt werden. Eine Modellierungssprache setzt sich aus der (abstrakten) Syntax (Menge der → Typen von Modellelementen und Regeln zu deren Anwendung), Semantik (Bedeutung der → Typen von Modellelementen) und Notation (Darstellung der → Typen von Modellelementen) zusammen.</p> <p>Legt die Notation (auch: konkrete Syntax) einer Modellierungssprache die Verwendung grafischer Darstellungsformen (Formen, Symbole, Icons, ...) zur Repräsentation des → Modellierungsgegenstandes fest, so handelt es sich um eine <u>grafische Modellierungssprache</u>. Grafische Modellelemente können weiterhin um textuelle Elemente (z. B. Beschriftungen, Attribute) ergänzt werden. Beispiele für solche Modellierungssprachen sind das Entity-Relationship-Model, die Unified Modeling Language, Petri-Netze, Ereignisgesteuerte Prozessketten oder die Business Process Model and Notation.</p>
Modellierungsmethoden; Modellierungstechniken	<i>modeling methods; modeling techniques</i>	<p><u>Modellierungsmethoden</u> und <u>Modellierungstechniken</u> sind konkrete, handlungsorientierte Ansätze zur Erstellung von → <u>Modellen</u>, die Vorgaben dazu machen, welche → Modellierungssprachen und → Modellierungswerkzeuge für einen bestimmten → Modellierungszweck eingesetzt werden und in welchen Schritten bei der Erstellung von Modellen vorgegangen wird.</p> <p>Modellierungstechniken fokussieren dabei stärker auf die eingesetzten Mittel, während Modellierungsmethoden eher Aussagen über den Umgang mit diesen Mitteln machen – die Abgrenzung ist jedoch nicht völlig trennscharf.</p>

		In der Literatur / Praxis sind die Begriffe Modellierungssprachen, -methoden und -techniken nicht trennscharf abgegrenzt und werden zum Teil synonym verwendet.
Modellierungswerkzeug	<i>modeling tool</i>	<u>Modellierungswerkzeuge</u> sind technische oder physische Hilfsmittel, die Menschen bei der Erstellung von und Arbeit mit → Modellen unterstützen und dabei möglicherweise im Hinblick auf eine bestimmte → Modellierungssprache, -methode oder -technik optimiert sind.
Modellierungszweck (Synonym: Modellierungsziel)	<i>modeling purpose</i>	Der <u>Modellierungszweck</u> legt fest, für welchen Geltungsbereich ein → Modell erstellt wird und für welchen bestimmten Einsatzzweck das → Modell verwendet werden soll (z. B. Codegenerierung, Simulationen, zur Kommunikation zwischen verschiedenen Akteuren, als Entwurfsgrundlage für Implementierungs-/ Entwicklungsprozesse; zur Unterstützung von Analysen). Der Modellierungszweck bedingt u. a. welche → Modellierungssprache, welche → Sicht oder welcher → Abstraktionsgrad gewählt werden sollte. Der Begriff Modellierungsziel wird synonym verwendet.
Modelltyp	<i>model type</i>	Ein <u>Modelltyp</u> bezeichnet eine Klasse von Modellen, die unter Verwendung einer bestimmten → Modellierungssprache erstellt werden. Beispiel: UML-Klassendiagramm
Problemstellung	<i>problem</i>	Die <u>Problemstellung</u> umfasst alle zur Verfügung stehenden Artefakte (z. B. Sachverhaltsbeschreibung, Code, Dokumente, existierender → Modellierungsgegenstand, bestehendes Modell), die im Rahmen einer → Modellierungsaufgabe herangezogen werden können.
Sachverhalt (Synonym: Modellierungsgegenstand)	<i>scenario</i>	Der <u>Sachverhalt</u> stellt den existierenden oder geplanten Realweltausschnitt (Ist- bzw. Soll-Zustand), den ein → Modell abbilden soll, dar. Der Begriff <u>Modellierungsgegenstand</u> wird synonym verwendet. Häufig wird in der Literatur auch der Begriff „Realweltausschnitt“ benutzt.
Sichten	<i>views</i>	Modelle können verschiedene <u>Sichten</u> (z. B. Funktions-sicht, Datensicht) auf denselben → Sachverhalt darstellen und ihn somit aus verschiedenen Perspektiven abbilden.
Typen von Modellelementen und Modellierungsmuster	<i>types of model elements and modeling patterns</i>	→ Modellierungssprachen bieten (üblicherweise) eine Auswahl verschiedener <u>Typen von Modellelementen</u> an, die bei der Modellierung zur Verfügung stehen (Alphabet). Diese werden durch die jeweilige Sprachsyntax festgelegt und sind somit sprachabhängig. Die Notation und Semantik sind ebenfalls in der Modellierungssprache festgelegt. Daraus ergeben sich die jeweiligen → Modellierungskonzepte, die durch eine bestimmte Modellierungssprache abgebildet werden können. Beispiel: Das Modellelement vom Typ „Transition“ in Petri-Netzen repräsentiert das Modellierungskonzept „Aktivität“.

		<p>In einigen Modellierungssprachen spielen <u>Modellierungsmuster</u> eine wichtige Rolle. Dabei handelt es sich um spezifische Verknüpfungen mehrerer Typen von Modellelementen, die eine bestimmte Bedeutung haben.</p> <p>Beispiel: Mit dem Modellierungsmuster „AND-Split“ (eine Transition führt zu zwei Stellen) wird in Petri-Netzen der Beginn einer Nebenläufigkeit dargestellt.</p>
--	--	--

Impressum

Herausgabe

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Geschäftsstelle Berlin

Spreepalais am Dom

Anna-Louisa-Karsch-Straße 2

10178 Berlin

berlin@gi.de

www.gi.de

Autor*innen

Chantal Soyka

Meike Ullrich

Niclas Schaper

Michael Striewe

Stand

Mai 2023

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung

Projektpartner



