

Commentarii informaticae didacticae | 13

Artikel erschienen in:

Jörg Desel, Simone Opel, Juliane Siegeris (Hrsg.)

Hochschuldidaktik Informatik HDI 2021

9. Fachtagung des GI-Fachbereichs Informatik und Ausbildung/Didaktik der Informatik 15.–16. September 2021 in Dortmund

(Commentarii informaticae didacticae (CID) ; 13)

2023 – 299 S.

ISBN 978-3-86956-548-4

DOI <https://doi.org/10.25932/publishup-56507>

Empfohlene Zitation:

Simone Opel; Cajus Marian Netzer; Jörg Desel: Adaption von Lernwegen in adaptierten Lehrmaterialien für Studierende mit Berufsausbildungsabschluss, In: Hochschuldidaktik Informatik HDI 2021, Jörg Desel, Simone Opel, Juliane Siegeris (Hrsg.), Potsdam, Universitätsverlag Potsdam, 2023, S. 91 – 114.

DOI <https://doi.org/10.25932/publishup-61418>

Soweit nicht anders gekennzeichnet ist dieses Werk unter einem Creative Commons Lizenzvertrag lizenziert: Namensnennung 4.0. Dies gilt nicht für zitierte Inhalte anderer Autoren:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.de>

Adaption von Lernwegen in adaptierten Lehrmaterialien für Studierende mit Berufsausbildungsabschluss


Simone Opel¹, Cajus Marian Netzer¹, Jörg Desel¹

Abstract: Obwohl immer mehr Menschen nicht direkt ein Studium aufnehmen, sondern zuvor eine berufliche Ausbildung absolvieren, werden die in der Ausbildung erworbenen Kompetenzen von den Hochschulen inhaltlich und didaktisch meist ignoriert. Ein Ansatz, diese Kompetenzen zu würdigen, ist die formale Anrechnung von mitgebrachten Kompetenzen als (für den Studienabschluss erforderliche) Leistungspunkte. Eine andere Variante ist der Einsatz von speziell für die Zielgruppe der Studierenden mit Vorkenntnissen adaptiertem Lehr-Lernmaterial. Um darüber hinaus individuelle Unterschiede zu berücksichtigen, erlaubt eine weitere Adaption individueller Lernpfade den Lernenden, genau die jeweils fehlenden Kompetenzen zu erwerben. In diesem Beitrag stellen wir die exemplarische Entwicklung derartigen Materials anhand des Kurses „Datenbanken“ für die Zielgruppe der Studierenden mit einer abgeschlossenen Ausbildung zum Fachinformatiker bzw. zur Fachinformatikerin vor.

Keywords: Informatik; Anrechnung; Adaption; individuelle Lernwege; Vorwissen; Kompetenz; Datenbanken; Hochschule; Fachinformatiker

1 Einführung

Nicht nur bessere berufliche Chancen, sondern auch die wachsende Durchlässigkeit zwischen unterschiedlichen Bildungswegen (vgl. bspw. [De14]) motiviert immer mehr Menschen, nach einer Berufsausbildung ein Studium aufzunehmen. Gerade an der FernUniversität in Hagen ist der Anteil der Studierenden mit

¹ FernUniversität in Hagen, Fakultät für Mathematik und Informatik, Universitätsstraße 11, 58097 Hagen, simone.opel@fernuni-hagen.de  <https://orcid.org/0000-0002-9697-9887> | cajus-marian.netzer@fernuni-hagen.de | joerg.desel@fernuni-hagen.de

Berufsausbildung oder Berufserfahrung recht hoch (rd. 80 % berufstätige Studierende [Fe21]). Dort wie anderswo bringen diese Personen ihre Vorkenntnisse und Erfahrungen in ein Studium ein, ohne dass dies von den Hochschulen explizit gewürdigt wird.

Daher gibt es seit einigen Jahren seitens der Kultusministerkonferenz (KMK) [Ku02] Bestrebungen, mitgebrachte Vorkenntnisse und Kompetenzen systematisch zu honorieren. Insbesondere Hochschulen, die sich an den Projekten ANKOM oder HRK Nexus beteiligten, rechnen äquivalente Kompetenzen formal als Ersatzleistungen für einzelne Module an². Derartige Regelungen sind ein erster Schritt in die richtige Richtung, aber bei Weitem nicht befriedigend: Bei Studierenden, die direkt nach Abschluss einer beruflichen Ausbildung ein Studium im gleichen Bereich aufnehmen, sind Kompetenzen aus vielen verschiedenen Bereichen vorhanden, die jedoch nicht ausreichen, um als gesamtes Modul angerechnet zu werden. Diese Studierenden benötigen ein passgenaues, straffes und motivierendes Studienangebot, das ihnen erlaubt, nur diejenigen Kompetenzen zu erwerben, die ihnen tatsächlich fehlen – das sind fachliche, aber auch überfachliche Kompetenzen, zum Beispiel Aspekte des wissenschaftlichen Arbeitens.

Die für die Studiengänge der FernUniversität in Hagen elementaren Blended-Learning-Szenarios sind hierfür sehr geeignet. Durch den großen Anteil an Selbstlernelementen passen die Studierenden schon jetzt ihre Lernwege auf Basis ihrer Selbsteinschätzungen immer wieder selbst implizit an. Auch außerhalb der FernUniversität werden Verfahren zur Adaption eingesetzt, die aber in der Regel nicht spezifisch für bestimmte Gruppen von Lernenden entwickelt wurden, sondern auf allgemeinen Vorkenntnissen basieren und somit einen Ansatz in Richtung „One fits all“ darstellen.

Ein Weg, beide Ansätze zu verbinden, ist eine *Kombination aus gruppenbasierten und individualisierten Anteilen*, die das Erfassen sowohl berufsausbildungsbezogener als auch individueller Kompetenzen ermöglicht und so die Variabilität der Kompetenzen der Studierenden optimal berücksichtigen kann.

Hochschulseitig werden bei einem derartigen Ansatz vertiefte Kenntnisse über die typischerweise von Studierenden einer gewissen Vorbildung mitgebrachten Kompetenzen genutzt, während die Angebote zur individuellen Adaption auf Erkenntnisse seitens der Lehrenden über typische Probleme und Fehl-

2 „Anrechnung“ wird hier im Einklang mit dem HRK Nexus-Projekt (vgl. [Be19, S. 6]) für eingebrachte berufliche Leistungen verwendet, „Anerkennung“ für nachgewiesene Leistungen an anderen Hochschulen.

vorstellungen im Zusammenhang mit dem jeweils bearbeiteten Themengebiet basieren. Die *Adaption der persönlichen Lernwege* besteht somit aus der Arbeit mit *hochschulseitig adaptierten und adaptierbaren Lehr-Lernmaterialien*.

In diesem Beitrag stellen wir einen ersten Ansatz für eine derartige Adaption am Beispiel des Kurses „*Datenbanken*“³ exemplarisch für Studierende mit einer Ausbildung als Fachinformatiker bzw. Fachinformatikerin vor, die darauf aufbauend ein Bachelorstudium in Informatik an der FernUniversität in Hagen absolvieren. Dieser Ansatz ist jedoch auch auf andere Teilgebiete der Informatik, andere berufliche Vorbildungen oder auch andere Studiengänge übertragbar.

Die Adaption der persönlichen Lernwege durch Adaption des bestehenden Lehr-Lernmaterials ist in das Projekt „Durchlässigkeit zwischen beruflicher Ausbildung und Bachelorstudium – vom Fachinformatiker zum Bachelor Informatik durch adaptierte Studiengestaltung“⁴ des Forschungsschwerpunkts CATALPA – Center of Advanced Technology for Assisted Learning and Predictive Analytics (ehemals D²L² – „Digitalisierung, Diversität und Lebenslanges Lernen. Konsequenzen für die Hochschulbildung“) eingebettet, das die Verbesserung der Durchlässigkeit zwischen beruflicher und akademischer (Informatik-)Bildung zum Ziel hat.

2 Grundgedanken zur Adaption des Lehr-Lernmaterials

2.1 Der berufliche Rahmen von Fachinformatikerinnen bzw. Fachinformatikern

Studierende im Bachelorstudiengang Informatik mit einer zuvor abgeschlossenen Berufsausbildung zum Fachinformatiker bzw. zur Fachinformatikerin⁵ haben eine umfassende Ausbildung in Informatik und IT, deren Stärke in der Lernortkooperation zwischen Betrieb und Berufsschule liegt: Im schulischen Teil der Ausbildung wird ein breites berufspraktisches und auch fachtheoretisches Wissen vermittelt, das sich auf längerfristig geltende Prinzipien und Fachkonzepte stützt. Der Ausbildungsbetrieb hingegen fördert darauf aufbauend die Entwicklung von spezifischen, berufsbezogenen Kompetenzen, die

3 Dieser Kurs bildet zusammen mit einem weiteren ein Modul des zweiten Studienjahres.

4 <https://www.fernuni-hagen.de/forschung/schwerpunkte/catalpa/forschung/projekte/durchlaessigkeit.shtml>; letzter Zugriff: 01.02.2023

5 Im Weiteren werden diese Personen kurz Fachinformatiker/innen genannt.

Fachinformatiker/innen im Lauf ihrer Berufstätigkeit weiter vertiefen oder erweitern. Durch die Tätigkeit im Ausbildungsbetrieb lernen die Auszubildenden, in beruflichen Handlungssituationen zu denken und alleine oder im Team Lösungen auch für unbekannte Probleme zu entwickeln – das heißt, sie lernen, ihr Fachwissen in betrieblichen Situationen und Aufgabenstellungen anzuwenden und somit *berufliche Handlungskompetenz* aufzubauen.

Durch die gesetzlichen formalen und inhaltlichen Rahmen der Berufsausbildung (Berufsbildungsgesetz [Bu20], für den Ausbildungsbetrieb: Ausbildungsordnung [BM20], sowie Rahmenlehrplan [Ku19] für den schulischen Teil) kann für die *Gruppe der Fachinformatiker/innen* eine durchschnittlich zu erwartende *Kompetenz*⁶ für die verschiedenen Bereiche der Informatik postuliert werden. Allerdings können die Auszubildenden trotz Lücken in Themenbereichen, die auch für das Studium relevant sind, die Berufsabschlussprüfung bestanden haben. Andere Auszubildende erwerben während der Ausbildung in bestimmten, für sie relevanten Bereichen vertiefte Kompetenzen, die weit über das Niveau der Ausbildung hinausgehen und u. U. dem Niveau des Bachelorstudiums genügen.

Hieraus folgt, dass die *Adaption der persönlichen Lernwege* aus zwei Elementen bestehen muss: Zunächst werden den Studierenden *hochschulseitig adaptierte Lehr-Lernmaterialien* angeboten, die auf die typischerweise von Studierenden einer gewissen Vorbildung (hier: Fachinformatiker/innen) mitgebrachten Kompetenzen ausgerichtet sind. Das Referenzniveau dieser zu erwartenden Kompetenzen bildet neben den schon genannten Rahmendokumenten auch die Berufsabschlussprüfung. Die Studierenden können diese Materialien auf Basis ihrer persönlichen Kompetenzen und individuellen Kompetenzlücken für sich selbst weiter anpassen. Sie werden bei dieser individuellen Adaption dadurch unterstützt, dass das Material häufig auftretende Probleme, Lücken oder Fehlvorstellungen im Zusammenhang mit dem jeweils bearbeiteten Themengebieten adressiert.

2.2 Mitgebrachte Kompetenzen im Bereich „Relationale Datenbanken“

Fachinformatiker/innen erwerben während ihrer Ausbildung grundlegende Kompetenzen über den Prozess der Modellierung von relationalen Datenbanken. Sie können verschiedene Modellierungsprinzipien (Entity-Relationship

6 Diese Kompetenz stellt auch einen Maßstab für eine pauschale Anrechnung von Modulen dar.

Model (ERM), logische Modellierung) anwenden, beschäftigen sich je nach Fachrichtung⁷ in verschiedener Tiefe mit SQL, und können auch Konzepte wie Normalformen, Integritätsregeln und ähnliches anwenden. Zudem erlernen sie die Grundlagen der Datenbankadministration und von Berechtigungssystemen, wobei abhängig von der jeweiligen Fachrichtung unterschiedlich tiefe Einblicke erfolgen.

2.3 Didaktische Überlegungen zur Gestaltung des adaptierten Lehr-Lernmaterials

Vergleicht man die Systeme *beruflicher* und *hochschulischer Bildung*, erkennt man, dass sie von unterschiedlichen Sichtweisen ausgehen: Während ein Hochschulstudium nach fachlich abgegrenzten Modulen strukturiert ist (vgl. auch [De16]), orientiert sich die berufliche Bildung in ihren Ordnungsdokumenten an Arbeitsprozessen, die im Rahmenlehrplan als Lernfelder abgebildet werden und didaktisch reduzierte berufliche Handlungsfelder darstellen (vgl. bspw. [BS98] oder [KS01]).

Um diese beiden Sichtweisen zusammenzuführen, und auch die Vorerfahrungen der Fachinformatiker/innen einzubeziehen, sollten sie insbesondere in den frühen Phasen des Studiums „dort abgeholt werden, wo sie sich befinden“, wie es umgangssprachlich oft formuliert wird. Betrachtet man daher das eher praktisch orientierte Vorwissen der Studierenden als Präkonzept im Sinne des Conceptual Change [CSD94], wird das bestehende Konzept mit Hilfe von sinnvoll gestaltetem Material durch die Studierenden zu einem theoretisch und mathematisch untermauerten Konzept aktiv umgebaut. In der Umsetzung der Adaption heißt das, dass ihnen (ähnlich dem Unterricht an einer Berufsschule) eine Lernsituation als didaktisch reduzierter Handlungsprozess angeboten wird. Die Studierenden werden dazu motiviert, die für die Lösung dieser Aufgaben notwendigen, ihnen jedoch fehlenden fachtheoretischen Kenntnisse zu erwerben und damit ihre berufspraktischen Kompetenzen zu fundieren.

Das Anknüpfen an die schon aus dem schulischen Teil der Ausbildung bekannten Wissenskomponenten hat noch einen weiteren Vorteil: Es erlaubt ihnen,

7 Relevante Fachrichtungen der Fachinformatiker/innen sind *Anwendungsentwicklung* oder *Systemintegration*. Die Neuordnung der IT-Berufe trat erst zum Ausbildungsjahr 2020/21 in Kraft, Absolventen der beiden neuen Fachrichtungen *Daten- und Prozessanalyse* sowie *Digitale Vernetzung* sind daher noch nicht zu erwarten.

ihren durch das erforderliche vernetzte und aktive Lernen im Studium relativ hohen sog. Cognitive Load zu vermindern [Sw11] indem die Lernenden eigene Wissenslandkarten aufbauen und erweitern (vgl. u. a. [Re12]). Der Cognitive Load sinkt, wenn sich das neue in das schon vorhandene Wissen einbauen lässt, wenn also die während der Ausbildung entwickelte Wissenslandkarte erweitert, vertieft und ergänzt werden kann, anstatt eine komplett neue zu erstellen – um anschließend die beruflich aufgebaute mit der akademisch entwickelten Karte in Einklang zu bringen. Daher sind explizite Bezüge im Lehr-Lernmaterial zum schon bekannten Inhalt der Ausbildung positiv zu bewerten und bei der Adaption vorzusehen.

3 Adaption des Lehr-Lernmaterials

Im vorherigen Abschnitt wurde sehr allgemein dargestellt, welche grundsätzlichen Kompetenzen Fachinformatiker/innen ins Studium der Informatik mitbringen und welche generellen Folgen dies für eine Adaption des Materials nach sich zieht. Aus diesen allgemeinen Überlegungen ergeben sich anschließend die folgenden Fragen, die in diesem Abschnitt beantwortet werden:

- Welche fachlichen Kompetenzen fehlen aus hochschulischer Sicht der Gruppe der Fachinformatiker/innen?
- Wie muss das Lehr-Lernmaterial entwickelt werden, damit die Studierenden ihre individuellen Defizite erkennen und in der Folge ihren individuellen Lernweg zum Entwickeln der fehlenden Kompetenzen gestalten können?

Um die bestehenden Lehr-Lernmaterialien für die Studierenden gewinnbringend zu adaptieren, wird ein Design-Science-Ansatz (vgl. bspw. [DH16]) verwendet, in dessen Rahmen die Adaption des Kurses „Datenbanken“ prototypisch umgesetzt und evaluiert wird.

3.1 Analyse bestehender Materialien

3.1.1 Struktur des Kurses „Datenbanken“

Einen ersten Schritt der Adaption stellte die ausführliche Analyse der vorhandenen Lehr-Lerntexte dar. Hierzu wurde der Lehrtext sowohl anhand seiner (num-

merierten) Abschnitte als auch durch detaillierte Textanalyse zerlegt. Hierbei wurden auch die jeweils zu erwerbenden Kompetenzen erfasst. Anschließend wurden die logischen Abhängigkeiten und Verweise innerhalb der Abschnitte in einem Satz von Concept-Maps dargestellt (vgl. Abb. 1). Auf diese Weise war es möglich, sowohl einen Gesamtüberblick als auch ein tieferes Verständnis für die sachlogischen Zusammenhänge des bestehenden Lehr-Lernmaterials zu erhalten.

Die Inhalte sind nicht entlang eines Entwurfsprozesses für Datenbanken angeordnet. Nach einer Übersicht über grundlegende Begriffe und Konzepte beschäftigt sich der Kurs in Abschnitt 2 mit einem Überblick über die *Architektur eines Datenbanksystems* und in Abschnitt 3 mit *Relationalen Datenbanken*, wozu grundlegende Sprachen und der Entwurfsprozess zählen, in dessen Rahmen auch Konzepte wie Normalisierung oder Anomalien behandelt werden.

3.1.2 Kompetenzlücke: Fehlende Inhalte der Ausbildung

Um einen *Inhalts- und Niveauevergleich* zwischen Ausbildungsinhalten und den Qualifikationszielen des Kurses „Datenbanken“ durchzuführen, wurde das u. a. auf den Ordnungsdokumenten basierende, arbeitsprozessorientierte Kompetenzstrukturmodell für die Ausbildung zum/r Fachinformatiker/in [Op20] verwendet, das die Kompetenzen beschreibt, die ein/e Fachinformatiker/in am Ende der Ausbildung entwickelt haben sollte. Der Vergleich selbst wurde mittels des im Rahmen des Projekts „Durchlässigkeit“ entwickelten Tools AsTRA [OND22] durchgeführt. AsTRA unterstützt Inhalts- und Niveauevergleiche der Learning Outcomes verschiedener Bildungssysteme durch die Einführung eines algorithmisierten, nachvollziehbaren und verlässlichen Verfahrens.

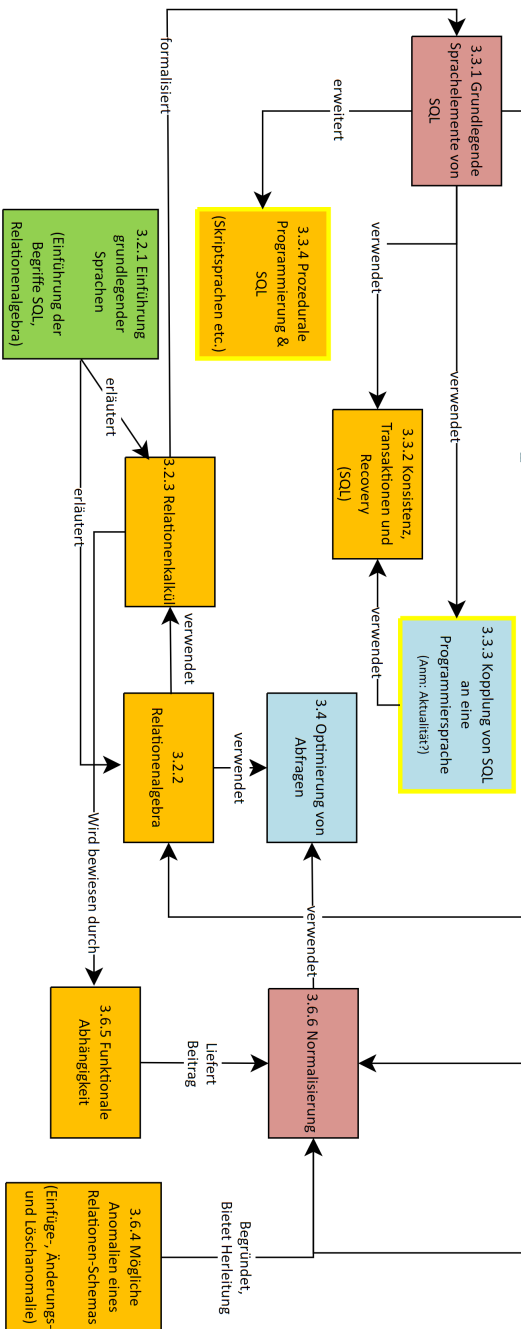


Abb. 1: Ausschnitt aus der Concept Map des Kurses „Datenbanken“. Die Farbcodierung entstand bei der Analyse des Kurses: blau = exkursähnliche Texte, rotbraun = große, weiter zu zerlegende Abschnitte, orange = inhaltlich abgeschlossene Abschnitte, grün = ergänzende Abschnitte.

Ziel ist, durch dieses Tool Anrechnungsentscheidungen zu vereinfachen und reliabel zu gestalten. Die Analyse, ob ein Modul oder Kurs durch Inhalte der Ausbildung schon abgedeckt wurde, wird in einem zweistufigen Verfahren durchgeführt: Zunächst wird überprüft, ob die Kompetenzziele der Ausbildung inhaltlich gleichwertig zu den Zielen des Moduls sind. Ist dies gegeben (in der Regel, wenn mindestens 75 % Inhaltsüberlappung vorliegt, vgl. [MT11]), wird geprüft, ob auch das generelle Kompetenzniveau als gleichwertig zu sehen ist. Hierfür werden unter anderem die Ausprägungen der jeweiligen DQR-Niveaus [Bu13] (u. a. erkennbar anhand der verwendeten Niveauindikatoren der Taxonomie nach Anderson & Krathwohl [AK01]) gegenseitig in Relation gesetzt, um so eine Entscheidung für oder gegen die Anrechnung von Lernergebnissen treffen zu können. Da für die Adaption die Niveauuntersuchung als nicht notwendig erachtet wurde, wurde hier der detaillierte *Inhalts-*, nicht aber der algorithmisierte *Niveauvergleich* durchgeführt.

In Abb. 2 sind die zu erwerbenden Kompetenzen der beiden Bildungsgänge zu sehen, strukturiert nach den jeweiligen Themenbereichen. Man erkennt, dass nicht alle Bereiche von beiden Bildungsgängen abgedeckt werden – Themen wie die Administration und Sicherung von Datenbanksystemen sind Teile der Ausbildung, aber nicht des Kurses, und werden in diesem Ausschnitt der Inhaltsanalyse nicht mitdargestellt. Obwohl sich die Granularität der Lernergebnisbeschreibungen erheblich unterscheidet, kann doch von einer Inhaltsüberdeckung auf ähnlichen Niveaus in vielen relevanten Bereichen ausgegangen werden.

Ein großer Unterschied zeigt sich jedoch beim Grad der Formalisierung des zu erwerbenden Wissens: Die verschiedenen mathematischen Verfahren, Beweissysteme und Darstellungssprachen (mit Ausnahme von SQL) sind nicht Bestandteil der Ausbildung. Relevant für den Kurs „Datenbanken“ sind im Wesentlichen das *Relationenkalkül* und die *Relationenalgebra*, außerdem alle Themen, die diese Verfahren anwenden, wie die Definition bzw. der *Nachweis von (voller) funktionaler Abhängigkeit* oder die *Optimierung von Abfragen*. Weitere durch die Ausbildung nicht abgedeckte Bereiche sind beispielsweise die erweiterte Darstellung des ERM oder einige Aspekte von SQL⁸ (Subqueries und Transaktionen werden in der Regel nur in der Fachrichtung Anwendungs-entwicklung behandelt).

8 Das heißt nicht, dass diese Inhalte nicht doch einigen Fachinformatikern/inne/n bekannt sein könnten – es handelt sich lediglich nicht um verbindliche Teile der Ausbildung.

Nr.	Kompetenz oder Wissenselement	HF	Bereich	Themenbereich
FI1	Fi kennen, Werkzeuge zur Modellierung und Strukturierung von Datenbanken.	3	Wissen	
FI18	Fi kennen, Architekturen von Datenbanksystemen.	4	Wissen	Datenbankkonzepte und Architektur
FI15	Fi entwickeln, unternehmens- oder kundenspezifische Konzepte zur Entwicklung von Datenbanken.	3	Kompetenz	
FI16	Fi erstellen, weitgehend selbstständig Datenbankkonzepte und -anwendungen nach Kundenwünschen.	3	Kompetenz	
FI16	Fi erstellen, weitgehend selbstständig Datenbankkonzepte und -anwendungen nach Kundenwünschen.	3	Kompetenz	
SI94/W182	Si erstellen, weitgehend selbstständig Datenbankkonzepte und -anwendungen nach Kundenwünschen.	4b	W1819	Entity-Relationship-Modell
W1811	Si erstellen ein relationales Datenmodell graphisch dar Normalform nach textueller Beschreibung	4	W1819	
W183	Si vergeben Fremd- und Primärschlüssel	4b	W1819	
W184	Si wenden Beziehungen und Kardinalitäten in gegebenen Fragestellungen an	4b	W1819	Relationales Modell / Begriffe
SI911	Si erstellen relationale Datenmodelle nach Anweisungen	4a	SI9	

Nr.	Qualifikationsziel / Lernergebnis	Themenbereich
Studierende können ...		
K01	dies Grundkonzepte von Datenbanksystemen erklären.	Datenbankkonzepte und Architektur
K11	die 3-Ebenen-Architektur eines Datenbanksystems beschreiben.	
K02	ER-Diagramme für einfache Anwendungen erstellen.	
K03	ER-Diagramme für einfache Anwendungen auf Relationenschemata abbilden.	Entity-Relationship-Modell
K16	einen Datenbankentwurf als Entity-Relationship-Modell umsetzen.	
K04	zentrale Begriffe, wie z.B. Relation, Schlüssel, funktionale Abhängigkeit formal definieren.	Relationales Modell / Begriffe
K12	ein Relationales Modell einer Datenbank beschreiben.	
K05	Operationen der Relationenalgebra erklären.	
K06	Anfragen in Algebra formulieren.	Relationenalgebra und Relationenkalkül
K13	Abfragen in der Anfragesprache - Relationenalgebra	
K14	Abfragen unter Verwendung eines Relationenkalküls	

Abb. 2: Ausschnitt aus dem Inhaltsvergleich mittels AsTRA – links die Learning-Outcomes der Ausbildung, die in Übereinstimmung mit dem zugrundeliegenden Kompetenzstrukturmodell [Op20] als *Kompetenz* bzw. *Wissenselement* bezeichnet werden. Rechts finden sich die im Kurs zu erwerbenden Kompetenzen, in Übereinstimmung mit dem zugrundeliegenden Modulhandbuch als *Qualifikationsziel* bzw. *Lernergebnis* bezeichnet. Die Farbboodierung dient der Unterscheidung der Datenherkunft: Auf Seiten der Ausbildung blau und orange – Kompetenzstrukturmodell; grau und violett – versch. Bereiche der Berufsausschlussprüfung; Auf Seiten des Studiums: blau – Modulhandbuch; gelb – Übungs- und Einsendaufgaben.

Die in der Ausbildung fehlenden Inhaltselemente finden sich im bestehenden Lehr-Lernmaterial an sehr unterschiedlichen Stellen, stehen aber in einem logischen Zusammenhang mit anderen Themenfeldern (vgl. Abb. 1). Die Adaption des Lehrtextes für unterschiedliche Lernwege der Studierenden kann damit nicht durch „Weglassen“ von Abschnitten oder einfache Hinweistexte gelöst werden.

3.2 Grundlegende Konzeption der Lehrtextadaption

Die bisherigen Gedanken und Erkenntnisse wurden in einem strukturierten Rahmenkonzept vereinigt:

Die Fachinformatiker/innen erhalten das adaptierte Lehr-Lernmaterial in einer *Moodle-Umgebung*, ergänzend zum originären, gedruckten Lehr-Lerntext. Blended Learning und insbesondere Moodle als Lernumgebung sind an der FernUniversität in Hagen flächendeckend eingeführt und daher allen Studierenden vertraut, so dass hierdurch kein neuer Cognitive Load geschaffen wird.

Um die neuen Wissens Elemente in die Landkarte des individuellen Vorwissens einbauen zu können, wird analog zu den Methoden des Berufsschulunterrichts eine durchgängige *Lernsituation* entwickelt, die den gesamten Entwicklungsprozess einer Datenbank umfasst und die Studierenden entlang dieses Prozesses durch die Lehr-Lernmaterialien führt. Lernen anhand einer beruflichen Handlungssituation ist den Studierenden vertraut, und die Verknüpfung mit bekannten Methoden erleichtert den *Konzeptwechsel von einem eher berufspraktischen hin zu einem akademischen Wissenskonzept*. Da die üblichen Abläufe eines Datenbankentwicklungsprozesses nicht mit der Struktur des Lehr-Lerntextes übereinstimmen (vgl. Abb. 3), müssen die möglichen Wege durch das Material auch unter Einbezug der zuvor entwickelten Concept-Maps (vgl. Abb. 1) entwickelt werden.

Die mit dieser Lernsituation verbundenen *Aufgabenstellungen* werden kompetenzorientiert formuliert. Es wird kein *Detailwissen* erwartet, sondern *Verständnis* für das Thema. Bei der Formulierung wird beachtet, welche Probleme und Fehlvorstellungen von Lernenden zum Thema Datenbanken bekannt sind. Ntshalinthali et al. [NC20] benennen verschiedene Fehlvorstellungen sowohl auf deklarativer als auch konzeptueller Ebene, die auch bei den Fachinformatikern/innen zu erwarten sind: So würde beispielsweise die 3. NF als nachteilig für die effiziente Datenabfragen gesehen oder angenommen, dass Schlüssel

immer eindeutig sein müssten (jeweils deklarativ). Auch die von den Autoren benannte fehlende Fähigkeit, die Konzepte Tabelle und Relation zu verbinden (konzeptuell), sind neben anderen Fehlvorstellungen auch bei Fachinformatikern/innen zu erwarten. Poulsen et al. [Po20] untersuchten digital eingereichte Lösungen von Studierenden zu SQL-Statements. 27 % der Fehler, die zum Abbruch der Aufgabe führten, stellen in dieser Untersuchung Syntax-Fehler dar, semantische Fehler beziehen sich besonders auf die Verwendung von JOIN, GROUP BY sowie Subqueries – Konzepte, die damit von den Autorinnen und Autoren als schwierig identifiziert wurden.

Weiter betonen beide Gruppen die Wichtigkeit eines positiven und konstruktiven *Feedbacks*. Ntshalintshali et al. empfehlen außerdem, die *Fehler* als solche zu benennen und eine Formulierung des Feedbacks zu wählen, die „den Lernenden bewusst macht, dass das, was sie als nächstes lesen werden, vermutlich in Konflikt zu ihrem bestehenden Wissen stehen wird“ ([NC20, S. 2166], Übersetzung durch Erstautorin). Auch Gusukama et al. [Gu18] empfehlen dieses Vorgehen, so dass auch wir diesem folgen. Die *Rückmeldungen* zu den Aufgaben werden daher so gestaltet, dass sie nicht nur Empfehlungen zu den nächsten Lernschritten geben, sondern auch die Fehler erläutern – oder im Fall der richtigen Lösung ein positives Feedback geben. Eine derartige Rückmeldung ist nicht nur hilfreich zur individuellen Adaption des Lernweges, ein direktes Feedback nach jeder Aufgabe, das an der Lösung orientiert ist, erhöht auch die Motivation und das Durchhaltevermögen der Studierenden [Ma20; MOB13].

3.3 Konstruktion der Lernsituation und Aufgabenstellungen

Als Lernsituation und Kontextualisierung wurde die „*Entwicklung der Datenbank für ein hauseigenes Ticketsystem namens ‚doTics‘*“ eines fiktiven Unternehmens gewählt. Zur Umsetzung des Datenbank-Entwicklungsprozesses wurden insgesamt 12 Szenarien mit unterschiedlichen Aufgabenstellungen entwickelt; Abb. 4 zeigt einen Ausschnitt zum Thema *Datendefinition/SQL*, Tab. 1 einen Überblick über den Ablauf des Szenarios.

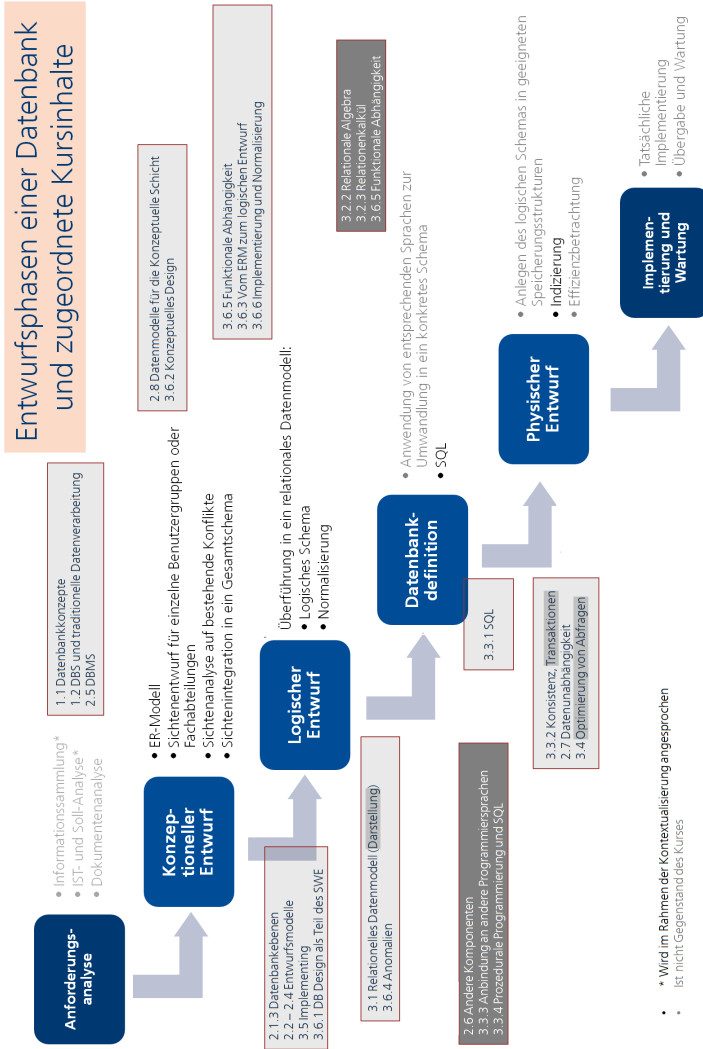


Abb. 3: Typischer Ablauf des Datenbankentwicklungsprozesses, wie er in der Berufsausbildung erlernt wird. Grau gedruckte Inhalte der Prozessphasen sind nicht Teil des betrachteten Datenbankurses der FernUniversität in Hagen. Die nummerierten Elemente zeigen die Abschnitte im Lehr-Lernkontext des hochschulischen Kurses, dunkel hinterlegt wurden die Inhalte, die nicht oder nur unzureichend Teil der Ausbildung sind.

Tab. 1: Überblick über die Lernsituation. Die verschiedenen Teilschritte decken die gesamten Inhalte des Kurses „Datenbanken I“ ab.

<i>Schritt</i>	<i>Titel</i>	<i>Themen</i>
00	Schön, dass Sie da sind!	Überblick über die Lernsituation
01	Die TutNix GmbH und ein neues Projekt	Vorteile und Funktion von DBS
02	Grobentwurf des Ticketsystems „doTics“	DB-Entwicklungsprozess, Grundbegriffe und Eigenschaften von DBS
03	Konzeption von „doTics“	Entwickeln eines ERM
04	Logischer Entwurf – Vorbereitung	Anomalien, Grundlagen von Normalformen
05	Logischer Entwurf für „doTics“ – Überführung in die 3. NF	Schrittweises Entwickeln des logischen Modells in der 3. NF
06	Bericht an die Geschäftsleitung – mathematische Begründung des logischen Entwurfs von „doTics“	Relationenkalkül und Relationenalgebra
07	Es ist soweit – die Datenbank für „doTics“ wird implementiert!	SQL – DDL mit Beachtung von Schlüsseln und Beziehungstypen
08	„doTics“ entsteht – Eintragen und Ändern von Datensätzen	SQL – DML
09	Abfragen von Informationen	SQL – DQL mit Joins, Fkt., Subqueries
10	Die Datenbank crasht. . .	Transaktionsmanagement
11	Das System lahm. . .	Optimierung von Datenbankabfragen – Operatorbäume, Relationenalgebra
12	„doTics“ wächst zusammen!	Datenunabhängigkeit; Anbindung an Anwendungsprogramme

Anschließend wurden die verschiedenen Abschnitte des bestehenden Lehrtextes den Szenarien der Lernsituation zugeordnet. Die Aufgabenstellungen wurden so entwickelt, dass nur Inhalte thematisiert werden, die Fachinformatikern/innen typischerweise als schwierig betrachten sind oder die aus der Literatur bekannte Fehlerquellen darstellen. Zu Inhalten, die nicht Teil der Ausbildung sind, wurden keine Aufgabenstellungen entwickelt.

Es zeigte sich, dass neben dem Ablauf des Entwicklungsprozesses bei der Empfehlung der Abfolge der Lernschritte immer wieder ein Abgleich mit der entwickelten Concept-Map (vgl. Abb. 1) stattfinden muss, um die jeweiligen Lernvoraussetzungen zu erfüllen. Zu den kursrelevanten Aspekten⁹ des Datenbankentwicklungsprozesses erhalten die Fachinformatiker/innen am Ende spezielle, auf den Kontext der Lernsituation bezogene Aufgabenstellungen.

„Ok, die Datenbank passt wie vereinbart zu unserem Softwarestand, sehr schön! Das heißt, vielleicht könntet ihr ein paar Testdatensätze anlegen, damit wir etwas haben, mit dem wir die Software testen können?“ Mit diesen Worten steht Ihr Kollege Guido van Montyp bei Ihnen. Sie vereinbaren, sowohl Agenten als auch Kunden testweise anzulegen. Wie immer erhalten Sie hierbei Unterstützung durch die Auszubildende.

Sie legen den Kunden *Schorsch Schlau*, *schschlau@zpinky.com* an, der bei der Firma *ZimtPinky GmbH* arbeitet, die sich im *Salzweg 42* in *58090 Hagen* [...]

„Schauen Sie mal, irgendetwas ist falsch bei meinen Agenten, ich bekomme immer Fehlermeldungen, dass die Datensätze nicht angelegt werden können. Können Sie mir sagen, was ich falsch mache? Hier ist meine Syntax:“

```
INSERT INTO agent
(agentID, agentFachabt, agentVorname, agentNachname )
VALUES
(4, ‚Marvin‘, ‚Robott‘),
(‚Softwareentwicklung‘, ‚Arthur‘, ‚Tend‘)
```

Abb. 4: Ausschnitt des Texts zu Szenario 08: „Eintragen und Ändern von Datensätzen mit SQL“. Fehler sind hier semantisch: falsche Argumentanzahl, falscher Datentyp für *agentFachabt*; letzteres ist nur durch Analyse des DB-Modells zu erkennen.

Eine Limitation des verwendeten Moodle-Systems ist, dass im Moment nur Single- und Multiple-Choice-Aufgaben eingesetzt werden können. Um

⁹ Aspekte der Fachinformatiker/innenausbildung wie Benutzerverwaltung, Sicherheit oder Betreuen eines Datenbankservers sind nicht Teil des Kurses „Datenbanken“ und werden daher ausgeklammert.

dennoch kompetenzorientierte Fragestellungen höherer Anforderungsniveaus zu formulieren, kamen verschiedene Arten von Fragetypen zur Anwendung:

Zuordnungs- oder Sortieraufgaben: Bspw. Beschriftung von Elementen eines ERM oder die Ermittlung der Reihenfolge von Arbeitsschritten. Dies wird durch das Anbieten verschiedener Begriffspaare (z. B. Entity – Rechteck) oder Reihenfolgen von Prozessschritten realisiert, woraus die richtigen gewählt werden müssen.

Entwicklung und Beschreibung eines Modells: Modelle sind nicht automatisiert auswertbar. Sie werden daher von den Studierenden entwickelt, anschließend beantworten diese Fragen zu den Modelleigenschaften, z. B. Anzahl von Entities, Vorgehensschritte (z. B. zur Normalisierung) oder Struktureigenschaften (z. B. Entitytypen).

Analyse von SQL-Statements: Die Studierenden erläutern die Funktion oder Ausgabe einer Abfrage. In einer anderen Variante sollen die Studierenden syntaktische oder semantische Fehler finden (vgl. Abb. 4), um damit ihr Verständnis von SQL zu überprüfen.

Synthese von SQL-Abfragen: Die Studierenden wählen das richtige Statement zur Lösung eines gegebenen Problems.

In allen Fragetypen beschreiben die unterschiedlichen Distraktoren Fehlvorstellungen, die je nach Fehler zu verschiedenen Empfehlungen für die Weiterarbeit führen.

Zu Themen, die nicht Teil der Ausbildung sind, werden *Selbsteinschätzungen* erfragt. Beispiel ist hier „*Ja, ich kann Relationen und verschiedene Operationen der Relationenalgebra darstellen und zur Darstellung von Tupeln, Verbänden oder Abfragen verwenden.*“ oder „*Nein, ...*“. Im ersten Fall wird empfohlen, zur Bestätigung die zugehörigen Übungsaufgaben des Lehrtextes zu bearbeiten, im zweiten (wahrscheinlicheren) Fall erfolgt der Verweis auf das entsprechende Kapitel im Material.

3.4 Umsetzung der adaptierten Lehr-Lernmaterialien in Moodle

Die für die Kontextualisierung der Adaption des Kurses „Datenbanken“ entwickelte Lernsituation wurde im Anschluss an die inhaltliche Entwicklung mit den Lehrtexten zu einer Einheit zusammengeführt. Um den Cognitive Load der

Studierenden nicht weiter zu erhöhen, wurde die Gestaltung der Druckmaterialien ohne Änderungen in einen Markup-Text übernommen, der den Studierenden vollständig zur Verfügung steht. Da teilnehmende Fachinformatiker/innen die gleiche Modulabschlussprüfung wie alle anderen Studierenden ablegen, ist dies auch ein rechtlich notwendiges Vorgehen. Eine sehr detaillierte Labelung erlaubt eine genaue Adressierung einzelner Textabschnitte, so dass auch weitere Unterstützung oder Weiterverwendung für andere Vorausbildungen leicht möglich sind (vgl. [DKS99]). Die Aufgaben selbst liegen als JSON-Dateien vor und werden zusammen mit der Beschreibung der Situation über Skripte aufgerufen, sobald die Lernenden die entsprechend gelabelte Textstelle – in der Regel Überschriften – erreichen.

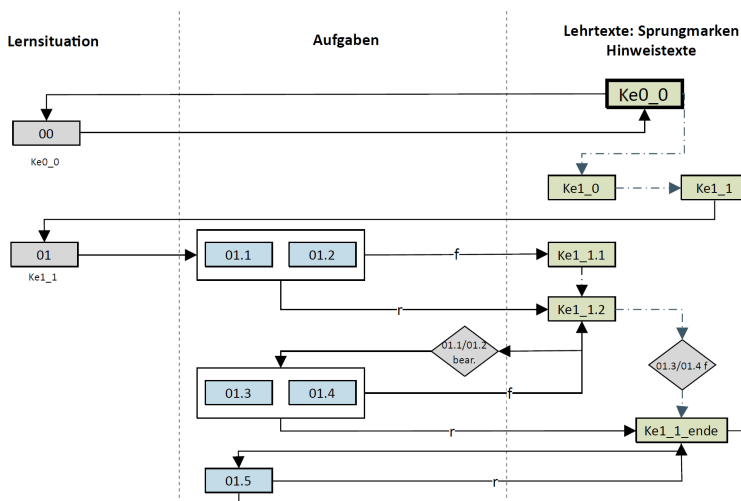


Abb. 5: Ausschnitt aus dem Ablaufdiagramm des adaptierten Lehr-Lernmaterials. Zu jedem Szenario der Lernsituation (00, 01) gibt es mindestens eine Aufgabe (01.1, 01.2, ...). Lehrtextstellen werden durch ihre Label benannt. Linien: Verweise/Sprünge; gestrichelte Linien: zu bearbeitende Textabschnitte; Rauten: Vorbedingungen.

Auch das Feedback wird skriptbasiert aufgerufen. Es besteht immer aus mindestens zwei Teilen:

Zunächst erhalten die Studierenden eine Information, ob sie die Aufgabe richtig gelöst haben (z. B. „*Sehr gut! Sie haben den Fehler in dieser komplexen Abfrage gefunden! Wie Sie sicher bemerkt haben, bewirkt der Fehler [fachlicher Hinweis]. Weiter so!*“ oder „*Leider ist die Lösung falsch. Sie haben übersehen,*

dass [fachlicher Hinweis] notwendig ist.“). Falls sinnvoll, werden auch noch weitere Hinweise zur richtigen Lösung gegeben.

Im nächsten Teil erhalten sie eine Empfehlung, wie sie weiterarbeiten sollten (z. B. „*Wie es aussieht, haben Sie aus der Ausbildung noch umfassendes Wissen über das Thema. Daher können Sie Abschnitt ... überspringen und wir empfehlen Ihnen, bei Abschnitt ... mit dem nächsten Schritt der Datenbankentwicklung weiterzumachen.*“ oder „*Es scheint, dass Ihnen noch Wissen über ... fehlt. Daher empfehlen wir Ihnen, im nächsten Schritt Abschnitt ... zu bearbeiten, um das eventuell Fehlende aufzuarbeiten.*“).

Dieser Ablauf wurde für die gesamte Lernsituation modelliert (vgl. Abb. 5) und anschließend in Moodle implementiert.

4 Adaption der individuellen Lernwege durch die Studierenden

Die *Adaption der individuellen Lernwege* wird durch die in Abschnitt 3.4 beschriebenen Rückmeldungen des Moodle-Systems initiiert. Folgen die Studierenden den Vorschlägen, vermeiden sie ein „doppeltes Lernen“ von ihnen bereits gut bekannten Inhalten, ohne dass sie selbst das Lehr-Lernmaterial diesbezüglich durchsuchen müssen. Inhaltsbereiche, die für sie neu sind oder die sie nicht (mehr) beherrschen, werden sie jedoch vollständig bearbeiten.

Der Moodle-Kurs mit den adaptierten Lehr-Lernmaterialien wird allen Studierenden der Informatik zur Verfügung gestellt. Um die Adaption der eigenen Lernwege gezielt den Fachinformatikern/innen anzubieten, wird in einer einführenden Kurzbefragung die Vorbildung bzw. eine kurze Einschätzung der Vorkenntnisse („ich habe keine/grundlegende/hohe Kenntnisse im Bereich relationaler Datenbanken“) erbeten. Im ersten Durchlauf wird die Lernsituation nur für die Personen, die angeben, über eine Fachinformatiker/innenausbildung zu verfügen, sichtbar sein. Für spätere Versionen ist geplant, die Lernsituation allen zugänglich zu machen, die mit der adaptierten Version arbeiten möchten.

Der oder die Studierende beginnt, den adaptierten Lehrtext zu bearbeiten. Nach einer generellen Einführung in den Lehrtext erreicht man das erste Label, dort wird zunächst die Einführung zur Lernsituation (Situation 00, vgl. Abb. 5) eingeblendet, anschließend die erste richtige Lernsituation (01), und im Anschluss die zugehörigen Aufgabenstellungen (01.1 und 01.2). Nach der

Beantwortung der Fragen erhalten die Studierenden sofort ein Feedback einschließlich einer Empfehlung zur Weiterarbeit (vgl. Abschnitt 3.4). Da die Sicherheit, mit der die Antwort gegeben wurde, bei der Beantwortung der Fragen nicht bekannt ist, wird den Studierenden freigestellt, ob sie der gegebenen Empfehlung folgen möchten – auch eine richtige Antwort kann geraten sein, eine falsche nur ein „Verklicken“, d. h. versehentliches Auswählen einer falschen Antwort.

Damit sind verschiedene Ausprägungen der generellen Nutzungsszenarien denkbar:

- Ein Studierender liest den Lehr-Lerntext streng linear. Die Person folgt keiner der Empfehlungen und erhält dennoch (allerdings nicht in der Reihenfolge des Datenbankentwicklungsprozesses) alle Szenarien der Lernsituation. Das entspricht im Wesentlichen der Arbeit mit dem bisherigen (gedruckten) Material, ergänzt um die zusätzlichen Übungen der Lernsituation.
- Beantworten Studierende alle Fragen falsch, werden sie ebenfalls alle Teile des Lehrtextes bearbeiten, allerdings in der Reihenfolge des verwendeten Datenbankentwicklungsprozesses. Selbiges würde geschehen, wenn sie trotz der Empfehlung, Teile auszulassen, nach den Handlungssituationen alle Abschnitte des Lehr-Lerntextes bearbeiten würden.
- Können Studierende alle Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Ausbildung richtig lösen und folgen den Empfehlungen, bearbeiten sie nur die Bereiche des Lehr-Lernmaterials, die für die Gruppe der Fachinformatiker/innen neue Inhalte (vgl. Abschnitt 3.1.2) enthalten.

Während der ersten Einsätze wird im Wesentlichen die Frage im Fokus stehen, wie die Studierenden mit dem Material umgehen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag stellen wir eine Adaption von Lernwegen durch die Nutzung adaptierter Lern-Lernmaterialien für Studierende mit einer Ausbildung zum/r Fachinformatiker/in vor. Die Einführung von derartigen Lehr-Lernmaterialien stellt für die große Gruppe von Studierenden, die im Beruf stehen, eine wichtige Anerkennung ihrer bisherigen Berufserfahrung dar. Sie nutzen ihr berufsbezogenes Vorwissen und können je nach mitgebrachter Kompetenz ihren Workload

für die Bearbeitung des Kurses signifikant senken, auch wenn natürlich die Bearbeitung der Lernsituation selbst Aufwand bedeutet. Dieser wird von den Autoren aber wesentlich geringer eingeschätzt als die potentielle Ersparnis an Zeit und Lernaufwand und der Zugewinn an Motivation, der durch die Wertschätzung der beruflichen Tätigkeit erfolgen kann.

Die Implementierung steht vor dem Abschluss und wird anschließend umfassend getestet und optimiert. Im daran anschließenden prototypischen Einsatz wird das Material mit Studierenden erprobt. Dem Gedanken der Design Science Research folgend, wird in einem weiteren Zyklus das Material weiterentwickelt und danach auch für Studierende mit anderer Vorbildung zur Adaption auf individueller Ebene bereitgestellt.

Weiteres Optimierungspotential bietet das Verfahren selbst: Die Möglichkeit der Adaption des eigenen Lernweges auf Basis durch eine Ausbildung erworbener Kompetenzen ist ein Fortschritt bei der Etablierung institutioneller Wertschätzung für beruflich vorgebildete Studierende, allerdings ist das Verfahren selbst noch sehr statisch: Die Rückmeldungen sind für jede Fehlermöglichkeit fest vorgegeben, Kombinationen von Fehlern oder sich durch den Kurs ziehende Fehlermuster und grundsätzliche Fehlvorstellungen können so nicht erkannt werden. Auch hierfür werden sich jedoch Lösungsansätze entwickeln lassen, sobald sich die „statische Variante“ hinreichend etabliert hat und genügend Daten liefern kann.

Eine große Chance, für die Weiterentwicklung Informationen zu sammeln und zugleich mehr über unsere Studierenden zu erfahren, stellt die verwendete Plattform dar: Die Studierenden geben dort ihre Zustimmung zur automatisierten Erhebung umfassender Daten über ihre Nutzung des Systems. Durch den Einsatz entsprechender Tools hoffen wir erkennen zu können, wie die Studierenden mit der Adaption umgehen, ob es Unterschiede zwischen den Studierenden auf Gruppenebene gibt oder ob sich unabhängig von der Ausbildung Cluster von Lernenden identifizieren lassen – und was zu beachten ist, wenn die Adaption auf weitere Kurse der FernUniversität in Hagen übertragen werden soll. Letzteres ist ein wichtiger Aspekt für eine Adaption weiterer Kurse der FernUniversität in Hagen, zunächst in der Fakultät für Mathematik und Informatik.

Das Projekt „Durchlässigkeit“ wird gefördert durch den *Stifterverband* im Rahmen eines *Fellowship für Innovation in der Hochschullehre*.

Literaturverzeichnis

- [AK01] Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R., Hrsg.: A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives (gekürzte Version). Longman, New York u. a., 2001, ISBN: 978-0-321-08405-7.
- [Be19] Benning, A.; Bischoff, W.; Dörr, T.; Dreyer, M.; Fährdrich, S.; Jost, C.; Müskens, W.; Musil, A.; Pape, A.; Preusker, C.; Wiese, M.; Wilms, A.: Anrechnung an Hochschulen: Organisation – Durchführung – Qualitätssicherung. Hochschulrektorenkonferenz, Berlin, 2019.
- [BM20] BMWI für Wirtschaft und Energie: Verordnung über die Berufsausbildung zum Fachinformatiker und zur Fachinformatikerin (Fachinformatikerausbildungsverordnung – FIAusbV) vom 28. Februar 2020, 2020.
- [BS98] Bader, R.; Schäfer, B.: Lernfelder gestalten. Vom komplexen Handlungsfeld zur didaktisch strukturierten Lernsituation. Die berufsbildende Schule 50/7–8, S. 229–234, 1998.
- [Bu13] Bund-Länder-Koordinierungsstelle für Lebenslanges Lernen: Handbuch zum Deutschen Qualifikationsrahmen: Struktur – Zuordnungen – Verfahren – Zuständigkeiten, Berlin, 2013.
- [Bu20] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Berufsbildungsgesetz (BBiG), Berlin, 2020.
- [CSD94] Chi, M. T.; Slotta, J. D.; De Leeuw, N.: From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. Learning and Instruction 4/1, S. 27–43, 1994.
- [De14] Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (GmbH): ANKOM – Übergänge von der beruflichen in die hochschulische Bildung, 2014, URL: <http://ankom.dzhw.eu/>, Stand: 20. 09. 2021.
- [De16] Desel, J.; Falkenberg, E.; Forbrig, P.; Kastens, U.; Koubek, J.; Magenheimer, J.; Siegel, G.; Weicker, K.; Zukunft, O.: Empfehlungen für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen (Juli 2016). Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, 2016.

- [DH16] Drechsler, A.; Hevner, A.: A four-cycle model of IS design science research: capturing the dynamic nature of IS artifact design. In: Breakthroughs and Emerging Insights from Ongoing Design Science Projects: Research-in-progress papers and poster presentations from the 11th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology (DESRIST) 2016. DESRIST 2016, S. 1–8, 2016.
- [DKS99] Desel, J.; Klein, M.; Stucky, W.: Virtuelle Kurse durch Wiederverwendung didaktischer Lehrmodule. Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren an der Universität Karlsruhe, Karlsruhe, 1999.
- [Fe21] FernUniversität in Hagen: Hochschulstatistik, Sep. 2021, URL: <https://e.feu.de/statistik>, Stand: 04. 05. 2021.
- [Gu18] Gusukuma, L.; Bart, A. C.; Kafura, D.; Ernst, J.: Misconception-Driven Feedback: Results from an Experimental Study. In: Proceedings of the 2018 ACM Conference on International Computing Education Research. ICER '18, Association for Computing Machinery (ACM, Espoo, Finland, S. 160–168, 2018, ISBN: 9781450356282, URL: <https://doi.org/10.1145/3230977.3231002>.
- [KS01] Kremer, H.; Sloane, P. E.: Lernfelder implementieren. Zur Entwicklung und Gestaltung fächer- und lernortübergreifender Lehr-/Lernarrangements im Lernfeldkonzept (Wirtschaftspädagogisches Forum, 10). Eusl, Paderborn, 2001.
- [Ku02] Kultusministerkonferenz (KMK): Anrechnung von außerhalb des Hochschulwesens erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten auf ein Hochschulstudium (Beschluss der Kultusministerkonferenz, 28.06.2002), 2002, URL: http://www.kmk.org/fileadmin/pdf/ZAB/Hochschulzugang_Beschluesse_der_KMK/AnrechaussHochschule.pdf, Stand: 03. 05. 2021.
- [Ku19] Kultusministerkonferenz (KMK): Rahmenlehrplan für die Ausbildungsberufe Fachinformatiker und Fachinformatikerin, IT-System-Elektroniker und IT-System-Elektronikerin. KMK Referat für berufliche Bildung, Weiterbildung und Sport, Berlin, 2019.

- [Ma20] Marwan, S.; Gao, G.; Fisk, S.; Price, T. W.; Barnes, T.: Adaptive Immediate Feedback Can Improve Novice Programming Engagement and Intention to Persist in Computer Science. In: Proceedings of the 2020 ACM Conference on International Computing Education Research. ICER '20, Virtual Event, New Zealand. Association for Computing Machinery (ACM), New York, NY, USA, S. 194–203, 2020, ISBN: 9781450370929, URL: <https://doi.org/10.1145/3372782.3406264>.
- [MOB13] Mitrovic, A.; Ohlsson, S.; Barrow, D. K.: The effect of positive feedback in a constraint-based intelligent tutoring system. *Computers & Education* 60/1, S. 264–272, 2013.
- [MT11] Müskens, W.; Tutschner, R.: Äquivalenzvergleiche zur Überprüfung der Anrechenbarkeit beruflicher Lernergebnisse auf Hochschulstudiengänge – ein Beispiel aus dem Bereich Konstruktion/Maschinenbau. *bwp@ Spezial 5/Hochschultage Berufliche Bildung 2011/ Workshop 28*, S. 1–17, 2011.
- [NC20] Ntshalintshali, G. M.; Clariana, R. B.: Paraphrasing refutation text and knowledge form: examples from repairing relational database design misconceptions. *Educational Technology Research and Development/ 68*, S. 2165–2183, 2020.
- [OND22] Opel, S.; Netzer, C. M.; Desel, J.: AsTRA – An Assessment Tool for Recognition and Adaptation of Prior Professional Experience and Vocational Training. In (Passey, D.; Leahy, D.; Williams, L.; Holvikivi, J.; Ruohonen, M., Hrsg.): *Digital Transformation of Education and Learning – Past, Present and Future*. Springer International Publishing, Cham, S. 222–233, 2022, ISBN: 978-3-030-97986-7.
- [Op20] Opel, S.: *Entwicklung eines arbeitsprozessorientierten Kompetenzstrukturmodells für die Ausbildung zum Fachinformatiker bzw. zur Fachinformatikerin*, Diss., University of Duisburg-Essen, Sep. 2020.
- [Po20] Poulsen, S.; Butler, L.; Alawini, A.; Herman, G. L.: Insights from Student Solutions to SQL Homework Problems. In: Proceedings of the 2020 ACM Conference on Innovation and Technology in CSE. ITiCSE '20, Trondheim, Norway. Association for Computing Machinery (ACM), New York, NY, USA, S. 404–410, 2020, ISBN: 9781450368742.

- [Re12] Reich, K.: Konstruktivistische Didaktik, Das Lehr- und Studienbuch mit Online-Methodenpool. Beltz, Weinheim und Basel, 2012.
- [Sw11] Sweller, J.: Cognitive Load Theory. In (Mestre, J. P.; Ross, B. H., Hrsg.). Bd. 55, Psychology of Learning and Motivation, Academic Press, S. 37–76, 2011, URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123876911000028>.