

Output statt Input – Zur Kompetenzformulierung in der Hochschullehre Informatik

Ralf Romeike

Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd
Oberbettringer Str. 200
73525 Schwäbisch Gmünd
E-Mail: romeike@cs.uni-potsdam.de

Zusammenfassung: Die in der Fachdidaktik Informatik im Zusammenhang mit den Bildungsstandards seit Jahren diskutierte Outputorientierung wird mittelfristig auch für die Hochschullehre verbindlich. Diese Änderung kann als Chance aufgefasst werden, aktuellen Problemen der Informatiklehre gezielt entgegenzuwirken. Basierend auf der Theorie des *Constructive Alignment* wird vorgeschlagen, im Zusammenhang mit der Outputorientierung eine Abstimmung von intendierter Kompetenz, Lernaktivität und Prüfung vorzunehmen. Zusätzlich profitieren Lehramtsstudenten von den im eigenen Lernprozess erworbenen Erfahrungen im Umgang mit Kompetenzen: wie diese formuliert, erarbeitet und geprüft werden. Anforderungen an die Formulierung von Kompetenzen werden untersucht, mit Beispielen belegt und Möglichkeiten zur Klassifizierung angeregt. Ein Austausch in den Fachbereichen und Fachdidaktiken über die individuell festgelegten Kompetenzen wird vorgeschlagen, um die hochschuldidaktische Diskussion zu bereichern.

1 Einleitung

Die Untersuchung von Konzepten und Methoden einer kompetenzorientierten Informatikausbildung stellt einen wichtigen Schwerpunkt der hochschuldidaktischen Forschung der Informatik dar. Claus [C106] stellte auf der 2. HDI-Tagung in München fest: „Eile tut Not, will man die Umstellung auf die Bachelorstudiengänge nutzen.“ Tatsächlich wurde bisher wenig darüber berichtet, wie in der deutschen Informatik-Hochschullehre die Bachelor-Umstellung genutzt wurde. Mitunter scheint der Bachelor als „verspätete Zwischenprüfung“ oder „Altersbescheinigung“ aufgefasst zu werden, in den die bisherigen Lehrveranstaltungen „irgendwie eingepasst“ werden. An verschiedenen Stellen wird darüber berichtet, wie die (verordnete) Umstellung verwirklicht wurde, selten diese aber als Chance dargestellt. Eine Outputorientierung wird noch kaum umgesetzt. So berichten [WW08] und [WDW06] zwar über konkrete Ergebnisse der Kompetenzentwicklung in ihren Lehrveranstaltungen, die Darstellung der Kompetenzen geschieht aber nach wie vor nur recht allgemein.

Von politischer Seite wird mit Einführung des Europäischen Qualifikationsrahmens [EK08] bzw. seines deutschen Pendant, dem Deutschen Qualifikationsrahmen [ADQ09] mittelfristig die Lehre so beeinflusst werden, dass die Kompetenzen, die in einem Bildungsabschnitt zu erwerben sind, konkret formuliert werden müssen. Diese Situation kann nun genutzt werden, aus hochschuldidaktischer Sicht die Chancen der Outputorien-

tierung für eine bessere Lehre auszuloten und wahrzunehmen. Eine Chance bietet sich, da mit der Outputorientierung auch ein neuer Blick auf die Lehre erforderlich wird. Die Theorie des *Constructive Alignment* ([Bi03], vgl. Kap. 3) stellt eine passende theoretische Basis für eine erfolgreiche Umstellung der Lehrveranstaltungen zur Verfügung und wird in diesem Artikel unter der Perspektive der Anwendung in der Hochschullehre Informatik dargestellt. Insbesondere wird illustriert, wie die Lehrerbildung Informatik im Besonderen von der Ausrichtung der Lehre nach dem Prinzip des *Constructive Alignment* profitieren kann. Zum anderen können die Erfahrungen und Erkenntnisse der Fachdidaktik Informatik für die Schule herangezogen werden, in der die Formulierung von Kompetenzen schon länger diskutiert wird. Abschließend wird analysiert, welche Anforderungen an die Formulierung von Kompetenzen zu stellen sind, Beispiele aus der Informatik bzgl. dieser Anforderungen untersucht und eine Orientierungsmöglichkeit vorgestellt, die formulierten Kompetenzen in einer Taxonomie zu bewerten. Damit wird eine Anregung und Diskussionsgrundlage gelegt, das Projekt „Output“ an den Hochschulen aufzugreifen.

2 Kompetenzentwicklung durch Hervorhebung des Outputs

2.1 In der schuldidaktischen Diskussion

Die Ergebnisse der PISA-Studie waren wohl der zentrale Auslöser für eine Debatte um den Output in der Schulbildung. Wurde es verpasst, die Kompetenzen der Schüler zu entwickeln, weil Lehrpläne vor allem vorgaben, welche Inhalte den Unterricht bestimmen sollten? Als Ergebnis der Diskussion sollte nun durch eine Verschiebung des Fokus weg von der Steuerung der Unterrichtsinhalte und hin zur Betrachtung der im Unterricht erworbenen Kompetenzen sichergestellt werden, dass die beabsichtigten Bildungsziele auch erreicht werden. Als Kompetenz werden „alle die bei Individuen verfügbaren oder bei ihnen erlernbaren Fähig- und Fertigkeiten, bestimmte Probleme zu lösen, [...]“ bezeichnet [We02]. Ziel der Umorientierung ist ein „standardorientiertes Unterrichten“:

Jede einzelne Unterrichtsstunde und jede Unterrichtseinheit muss sich daran messen lassen, inwieweit sie zur Förderung und Weiterentwicklung inhaltsbezogener und allgemeiner Schüler-Kompetenz beiträgt, und der Unterricht über längere Zeiträume hinweg muss so konzipiert sein, dass der Aufbau von Kompetenzen im Zentrum steht. [B106]

Zur Umsetzung dieses Ziels im Informatikunterricht wurden durch die GI-Empfehlungen Bildungsstandards verabschiedet, in welchen konkrete im Informatikunterricht zu vermittelnde Kompetenzen formuliert sind. Informatiklehrer müssen mit den Kompetenzen umgehen und diese umsetzen, allerdings auch selbst Kompetenzen als Unterrichtsziel formulieren können. Die Umstellung von inputorientierter Formulierung von Lernzielen hin zur Darstellung der intendierten Kompetenzen als Output wird damit unterstützt, auch wenn zu erwarten ist, dass die Durchsetzung in der Praxis noch einige Zeit benötigen wird.

2.2 In der hochschuldidaktischen Diskussion

Können sich auch jede Vorlesung und jedes Seminar daran messen lassen, inwieweit sie zur Förderung und Weiterentwicklung der Kompetenzen der Studenten beitragen? Im Gegensatz zur Diskussion um die Kompetenzentwicklung an Schulen scheint das traditionelle, am Humboldtschen Bildungsideal orientierte deutsche Hochschulsystem sich noch wenig mit dem *Output* zu beschäftigen. So gliedern sich Lehrveranstaltungen der

Informatik vor allem anhand ihrer Inhalte, oftmals unter besonderer Berücksichtigung der (Forschungs-)Interessen der jeweils lesenden Dozenten, aber mit nur geringer Transparenz dessen, welche Kompetenzen von den Studierenden denn tatsächlich erwartet werden. Dargestellt wird stattdessen in der Regel, welche Inhalte die Studierenden „beherrschen“ sollen. So fällt auf, dass z. B. nur wenige fachdidaktische Diskussionsergebnisse darüber vorliegen, welche Kompetenzen ein Informatikstudent nach dem Grundstudium besitzen sollte bzw. welche Kompetenzen ein Student des Lehramts Informatik zum Abschluss seines Studiums benötigt. Auch die Formulierungen vieler Modulbeschreibungen erfüllen die Anforderungen an Kompetenzformulierungen nicht.

Mit der Umsetzung der Vorgaben des Bologna-Prozesses wird nun auch für die Hochschulen eine Outputorientierung verbindlich, ermöglicht doch erst die Darstellung der tatsächlich nachgewiesenen Kompetenzen die Vergleichbarkeit und Übertragung und Anrechenbarkeit von Studienleistungen zwischen verschiedenen Universitäten. Die Umstellung stellt sich allerdings als längerfristige Aufgabe dar: „It takes a considerable change in faculty culture to adopt a language of learning outcomes, one reason that the desired convergences of Bologna will continue well beyond 2010.“ [Ve05]

Die Modularisierung der Studiengänge und die damit einhergehende Straffung des Studiums verlangt von den Studierenden ein zielstrebiges Studium. Regelmäßig ist aber nicht ersichtlich, was konkret von den Studierenden erwartet wird. Deutlich wird fehlende Klarheit über das Informatikstudium an der hohen Zahl der Studienabbrecher (vgl. [RS06]): Anforderungen der Lehrveranstaltungen sind oftmals zu Beginn nicht überschaubar, was die Einschätzung dessen, was der einzelne Student bewältigen kann, zusätzlich erschwert. Ebenso wird regelmäßig von hohen Durchfallquoten in Grundstudiumslehrveranstaltungen der Informatik berichtet. Claus [Cl06] bezeichnet dies als „Schnittstellenkomponente“: Hochschuldidaktik der Informatik hat „die speziellen Probleme beim Übergang einer ‚konsumierenden Schulzeit‘ zu einem ‚selbst aktiven und eigenverantwortlichen, fordernden Studium‘ mitzubehandeln.“ Mit Hilfe von Studieneingangstests wird versucht, Studierenden eine bessere Einschätzung ihres möglichen Studienerfolgs in der Informatik zu ermöglichen; mehr Transparenz der im Studium zu erwerbenden Kompetenzen und deren Verflechtung wären eine weitere Maßnahme zur Verbesserung der Orientierung im Informatikstudium.

Neben dem Problem des Übergangs muss sich die Hochschullehre mit der veränderten Motivation zum Studium auseinandersetzen: „Die ‚Vermassung‘ des Bachelorstudiums wird in den kommenden Jahrzehnten dazu führen, dass sich der Bachelor (aus heutiger Sicht) als verlängertes Abitur mit zusätzlichen Fachkenntnissen darstellen wird.“ [Cl06]. Biggs [Bi03] illustriert das Problem anhand zweier prototypischer Grundstudiumsstudenten. *Susan* sei eine typische „gute“ (intrinsisch motivierte) Studentin: intelligent, immer gut vorbereitet, zielorientiert, interessiert und motiviert, ihre Denk-, Schreib- und Lernfertigkeiten sind gut entwickelt. *Robert* dagegen hat deutlich weniger akademisches Interesse; ebenso fehlen ihm viele Fertigkeiten, die allgemein unter Studierfähigkeit subsumiert werden. Sein Ziel ist es, mit so wenig Aufwand wie möglich durch das Studium und damit zu einem (möglichst gut bezahlten und sicheren) Arbeitsplatz zu kommen; Robert ist extrinsisch motiviert. Brabrand und Andersen [BA06] stellen fest, dass aufgrund der gestiegenen Anzahl der Studienanfänger der Anteil der *Susans* an den Universitäten deutlich abgenommen hat. Entsprachen 1980 noch drei Viertel der Studienanfänger dem *Susan*-Typus, sind diese heute deutlich in der Minderheit – gegenüber einer Mehrzahl von Studienanfängern, deren Studierfähigkeit und -interesse als eher unzureichend zu beurteilen sind. Verschiedene Universitäten versuchen der mangelnden Studierfähigkeit mit Hilfe von Vorbereitungskursen und Mentorenprogrammen entgegenzusteu-

ern. Betrachtet man die Motivation der *Roberts*, wird deutlich, dass solche Studenten damit vermutlich nicht erreicht werden.

Für die Informatiklehre stellen sich Orientierungs- und Motivationschwierigkeiten als größte Herausforderung für das Grundstudium dar. Eine Neuausrichtung der Lehre im Zuge der Umstellung zur Outputorientierung kann diesen Problemen entgegenen.

2.3 Outputorientierung im Lehramtsstudium

Für zukünftige Lehrer ist die inhaltsbezogene Darstellung der Studienanforderungen besonders problematisch, sollen sie doch selbst Kompetenzen outputorientiert formulieren. Hier wird eine Chance verpasst, anhand der eigenen Lernerfahrung Sinn und Verständnis für die Outputorientierung zu vermitteln. Brabrand und Dahl [BD09] verdeutlichen das Problem prägnant:

Course descriptions are often lists of topic areas the students are to “learn about”, but is “to learn (to do)” the same as “to learn about”? Take for instance cooking. To “learn to cook” is rather different than to “learn about cooking”.

Die Erfahrungen der Schulpraktischen Studien und Didaktik-Lehrveranstaltungen zeigen, dass viele Studenten bei der Entscheidung dieser Frage für ihren eigenen Unterricht Defizite besitzen. Bei der Formulierung der intendierten Kompetenzen wird Outputorientierung regelmäßig als „anders formulierte Lernziele“ missverstanden.

Es ist zu erwarten, dass der Umgang mit der Outputorientierung deutlich erleichtert würde, wenn die Lehramtsstudenten bereits im Studium mit den entsprechenden Formulierungen in eigenen Lernprozessen Erfahrungen machen würden.

Für die Schule stellen Fachdidaktik und Informatiklehrer [KS09] hinsichtlich der in der Kompetenzformulierung zu verwendenden Operatoren¹ fest: *Die beim Formulieren der Aufgaben verwendeten Operatoren müssen im Unterricht eingeführt und ihr Gebrauch an verschiedenen Beispielen geübt sein. Durch die Benutzung der Operatoren soll den Schülerinnen und Schülern klar werden, welche Tätigkeiten und welche Lösungsdarstellung von ihnen erwartet werden. Mit dem konsequenten Einsatz der Operatoren wird Missdeutungen von Aufgabenstellungen entgegengewirkt.*

Es bleibt anzuloten, inwiefern das im Studium forciert werden kann und sollte.

Erfahrungen mit der Umstellung der Curricula, insbesondere der Lehre in der Informatik und den Naturwissenschaften, dokumentiert Brabrand [Br08] für die Universität Kopenhagen. Zugrunde gelegt wurde die Theorie des *Constructive Alignment* ([Bi03], vgl. Kap. 3); es wurden Kompetenzen formuliert und für die Studenten transparent gemacht. Festgestellt wird, dass die Neuausrichtung des Kurses sowohl dem Dozenten ermöglichte, seine Methoden fundiert zu reflektieren und zu verbessern und der Kurs gleichzeitig sehr gutes Feedback durch die teilnehmenden Studierenden erhielt.

Mit Hilfe der vorgenommenen Konkretisierung der Kompetenzen und der Einordnung dieser in die SOLO-Taxonomie (vgl. Kap. 6) konnten Brabrand und Dahl [BD07; BD09] zusätzlich die Entwicklung der Kompetenzstufen im Studium analysieren und Kompetenzcharakteristika der verschiedenen Fächer vergleichen.

¹ „Ein Operator ist ein Aufforderungsverb wie z. B. erläutern, darstellen oder begründen, dessen Bedeutung im Fachkontext möglichst genau spezifiziert wird.“ [KS09]

3 Constructive Alignment

Grundlegend für eine erfolgreiche Lehre ist ein Verständnis dafür, wie Studenten lernen [Ni10]. Aufbauend auf den Kerngedanken des Konstruktivismus, nach welchem Lernen als aktiver Prozess verstanden wird, hat Biggs' Theorie des *Constructive Alignment* [Bi03] das primäre Ziel, die Intention des Dozenten, die Aktivitäten der Studenten und die Prüfung so aufeinander abzustimmen, dass die Intention des Lehrenden erreicht wird. Ein als „Back-wash-effekt“ bezeichnetes Problem in nicht abgestimmten Lehrveranstaltungen ist es, dass Studenten vor allem das tun und das lernen, was in der Prüfung von ihnen verlangt wird (vgl. Abb. 2). Sollen die Studenten bspw. lernen, Sachverhalte zu analysieren und zu vergleichen, in der Prüfung wird aber nur das Wiedergeben und Identifizieren von Merkmalen gefordert, wird sich hierauf auch die Lernaktivität beschränken. Durch die Abstimmung der drei Komponenten erhalten die *Roberts* den Anreiz, sich die tatsächlich intendierten Kompetenzen anzueignen. Unterstützung gibt die Ausrichtung von Lehre und Kompetenz: In der Lehrveranstaltung müssen Analysieren und Vergleichen als Teil der Lernaktivität der Studenten berücksichtigt werden.² Hierzu muss in der Lehrveranstaltung Raum eingeräumt werden, z.B. indem die Studierenden aufgefordert werden, in der Lehrveranstaltung einen Sachverhalt in Kleingruppen zu diskutieren.

Ein Kurs erfüllt dann die Anforderungen des *Constructive Alignment*, wenn

- die intendierten Kompetenzen (IK)³ deutlich angegeben sind,
- die IK explizit den Studenten mitgeteilt werden,
- die Leistungsüberprüfung den IK entspricht,
- die Ausgestaltung der Lehre den IK entspricht.

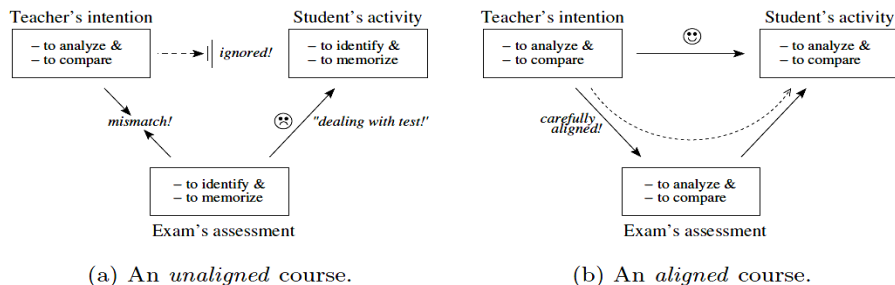


Abb. 2: Illustration der Notwendigkeit der Abstimmung von Kompetenz und Prüfung am Unterschied zwischen einem nicht abgestimmten und einem abgestimmten Kurs (aus [Br08])

4 Zur Formulierung von Kompetenzen

Sowohl aus didaktischer Sicht mit den Anforderungen des *Constructive Alignment* als auch aus hochschulpolitischer Sicht wird eine konkrete Formulierung des intendierten Outputs für jede Lehrveranstaltung gefordert. Ein Blick in die Lehrveranstaltungsbeschreibungen verschiedener Universitäten zeigt, dass dies selten outputorientiert ge-

² Für eine anschauliche Darstellung sei der Film *Teaching Teaching & Understanding Understanding* [BA06] empfohlen sowie [Bi03].

³ Begrifflichkeit angepasst. Biggs formuliert hier *intended learning outcomes*.

schieht.⁴ Die Begrifflichkeiten zur Formulierung von „Output“ sind noch nicht geklärt und werden unterschiedlich gehandhabt. Nach dem Entwurf des DQR bezeichnen Lernergebnisse (learning outcomes) das, „was Lernende wissen, verstehen und in der Lage sowie bereit sind zu tun, nachdem sie einen Lernprozess abgeschlossen haben.“ Lernergebnisse werden gebündelt und dann als Kompetenz beschrieben. Diese Verwendung des Begriffs Lernergebnis wird aber an anderer Stelle kritisiert (vgl. [BIB06]):

Die Definition des Begriffs Lernergebnis ist wenig fundiert und kaum operationalisierbar. Es wird vorgeschlagen, vom Lernergebnisbegriff abzurücken und auf Kompetenzen, ihre Entwicklung und Aneignung zu fokussieren. Was zählen soll, sind die erworbenen und nachweisbaren Kompetenzen, gerade unabhängig davon, ob sie nun in Bildungsinstitutionen, im Prozess der Arbeit, im sozialen Umfeld, in allgemeiner oder beruflicher Bildung, auf der Basis von in Lehrplänen und Lehrbüchern niedergelegten Wissensbeständen oder durch Erfahrung erworben wurden.

Da auch in der deutschen Informatikdidaktik bisher vor allem von Kompetenzen (im Sinne von intendierten Lernergebnissen) gesprochen wird, soll im Folgenden ausschließlich der Begriff Kompetenz im o.g. Verständnis verwendet werden. In der Planung und Durchführung von Lehrveranstaltungen handelt es sich damit um intendierte Kompetenzen, also Kompetenzen, welche die Studierenden nach der Lehrveranstaltung erworben haben sollten und in einer geeigneten Prüfung nachweisen müssen.

In verschiedenen nationalen und internationalen Publikationen finden sich Leitfäden und Richtlinien zur Formulierung intendierter Kompetenzen (z. B. [Ka03; GTW09]). Eine zentrale Stellung nimmt bei der Formulierung von Kompetenzen das Verb ein, welches angibt, was ein Studierender in der Lage ist zu *tun* bzw. *tat*, um die Kompetenz nachzuweisen. Ein Adverb gibt in dieser Verbindung an, wie gut oder in welcher Ausprägung dieser Nachweis erbracht wird. Entsprechend müssen Kompetenzen operationalisierbar sein, um eine Leistungserhebung zu ermöglichen.

In der Formulierung solcher Kompetenzen liegt die größte Schwierigkeit, wie [DB07] in einer Analyse von an die Bologna-Empfehlungen angepassten Studienprogrammen in den Niederlanden nachwies. Unzureichende Formulierungen von Kompetenzen resultieren in der Regel aus ungenauen, generalisierten und abstrakten Angaben und fehlenden Hinweisen dazu, wie solche Leistungen überprüft würden. Folgende Hauptprobleme wurden identifiziert (jeweils mit Beispiel, zitiert nach [Ad09]):

- Aussagen sind keine echten Kompetenzen:
“[A graduate is able to] Discuss in an informed manner the implications of professional regulation for nursing practice“.
Was als Aktivität beschrieben wird, sagt nichts darüber aus, was *“an informed manner“* bedeutet.
- Aussagen sind oft so ungenau, dass sie bedeutungslos werden:
“Graduates are able to apply the knowledge to solve qualitative and quantitative problems of a chemical nature“.
- Aussagen, die zwar weniger ungenau sind, aber nicht genau ausdrücken, was Absolventen eines Kurses können sollen:
“Graduates are able to conduct a whole range of laboratory procedures and use of instrumentation in synthetic and analytical work“.

⁴ Z.B. in der Beschreibung der Vorlesung „Einführung in die Programmierung“ an der Universität Paderborn: (<http://www.cs.uni-paderborn.de/fachgebiete/ag-wehrheim/lehre/ws0910/gp1.html>)

- Offensichtliche Aussagen:
 “*On successful completion students should be able to undertake appropriate further training or study of a professional or equivalent nature*”.

Ziel des Verbs in einer Kompetenzaussage ist also nicht nur die Angabe, wie eine Kompetenz überprüft wird, sondern auch ein Anhaltspunkt für die Studierenden, welche kognitiven Aktivitäten sie in einer Lehrveranstaltung bewältigen müssen, um erfolgreich abzuschließen. Je konkreter die durch das Verb transportierte Handlung, umso deutlicher wird es für die Studenten, was sie *tun* müssen, und desto genauer wissen die Lehrenden, wozu sie die Studenten befähigen müssen. Um die in einer Kompetenz innewohnende Aktivität zu verdeutlichen, empfiehlt Brabrand [Br08], Lehrveranstaltungsbeschreibungen zu formulieren nach dem Muster

„*After the course, students are expected to be able to ...*“

Die Verwendung typischer Verben für die Angabe von Kompetenzen für den Informatikunterricht und die Hochschulinformatik wird im folgenden Abschnitt analysiert.

Kompetenzen als Spezifikation

Es erstaunt angesichts gängiger Formalismen in der Informatik, dass für Informatiklehrveranstaltungen selten präzise *Spezifikationen* angegeben werden. Jede informatische Problemlösung beginnt mit der Definition des Problems selbst: Man erstellt eine sogenannte Spezifikation des Problems. Die outputorientierte Beschreibung einer Lehrveranstaltung stellt eine solche Spezifikation dar: Nach der Begrifflichkeit der *funktionalen Spezifikation* wird zum einen die Funktionalität festgelegt, welches in diesem Zusammenhang der Kompetenzentwicklung der Studenten entspricht. Zum anderen werden festgelegt:

- Die Vorbedingungen *pre (preconditions)*, welche die Einschränkungen festlegen; in diesem Kontext sind es die Kompetenzen, die Studenten zu Beginn einer Lehrveranstaltung besitzen müssen.
- Die Nachbedingungen *post (postconditions)*, welche die Kompetenzen der Studierenden beschreiben, die die Lehrveranstaltung erfolgreich abschließen.

Das Erreichen der *Funktionalität* wird durch vom Dozenten festzulegende Lernaktivitäten realisiert, die dann bei den Studenten zum Entwickeln der unter *post* festgelegten Kompetenzen führen, die schließlich durch eine adäquate Kompetenzfeststellung getestet werden.

Entsprechend dem Prinzip des *Constructive Alignment* müssen die Lernaktivitäten auf die Eingangskompetenzen K_{pre} , Eigenschaften der Studierenden (Motivation, Hintergrund, Interessen, ...) und die angestrebten Kompetenzen zugeschnitten sein. Die Prüfung muss die Lernaktivitäten widerspiegeln. Eine Lehrveranstaltung ist umso erfolgreicher, je mehr Studierende in der vorgesehenen Zeit durch die Lernaktivitäten die angestrebten Kompetenzen erreichen. K_{pre} und K_{post} müssen also klar formuliert und dargestellt werden.

5 Kompetenzformulierungen für Informatikunterricht und -lehre

Fachspezifische Kompetenzen sollten sich zwischen den verschiedenen Bildungsstufen zumindest partiell überdecken, so dass zunächst Formulierungen basierend auf den Vorarbeiten für den Informatikunterricht betrachtet werden.

Von der Arbeitsgruppe „Operatoren“ des 16. Fachdidaktischen Gesprächs zur Informatik in Königstein wurde ein erster Entwurf erstellt, der bei der Formulierung erwarteter Prüfungsleistungen im Informatikabitur behilflich sein soll und auf Operatorenlisten der Prüfungsanforderungen verschiedener Bundesländer basiert [KS09].

Folgende Operatoren werden für die Informatik aufgezählt:

Angaben, Begründen, Berechnen, Beschreiben, Bestimmen, Beurteilen, Bewerten, Darstellen, Entwerfen, Erläutern, Implementieren, Stellung nehmen, Überführen, Vergleichen.

An gleicher Stelle wird auch eine Liste von Verben angegeben, die nicht als Operator verwendet werden sollen, z.B.

Analysieren, Anwenden, Auswerten, Kommentieren, Modellieren.

Hierbei handelt es sich zum einen um Synonyme⁵ der Operatorenliste (angeben – nennen), zum anderen um Tätigkeiten, die sich nicht als Operator eignen, bspw. aufgrund der hohen Komplexität oder Uneindeutigkeit (z.B. *Modellieren*).

Zu jedem Operator sind Umschreibungen, eine Zuordnung zu einem Anforderungsbereich der EPA, Beispiele und Bemerkungen angegeben.

In den GI-Empfehlungen für Bildungsstandards Informatik finden sich Kompetenzformulierungen für die Sekundarstufe I, die als früher Versuch angesehen werden können, Kompetenzen für die Informatik zu formulieren. So finden sich hier auch verschiedene Formulierungen, die sich nach o.g. Argumentation nicht als Operator eignen, bspw.: „Die SuS kennen und verwenden Baumstrukturen am Beispiel von Verzeichnisbäumen.“ Aus diesen Formulierungen wird nicht deutlich, was konkret von den Schülern erwartet wird bzw. wie dieses zu prüfen ist. An solchen Formulierungen wird auch deutlich, dass die Formulierung von Kompetenzen nicht einfach aus Unterrichtsinhalten bzw. Lernzielen extrahierbar ist.

Kohl und Fothe [KF07] greifen in ihrem Kompetenzmodell für den Inhaltsbereich Algorithmen die in den GI-Empfehlungen formulierten Kompetenzen auf und formulieren diese für drei Kompetenzstufen detailliert aus. Diese können beispielhaft für die Formulierung weiterer Kompetenzen verwendet werden, z. B.: Die SuS

- fertigen einen schriftlichen Entwurf für Programme an,
- implementieren Programme mit einem Programmiersystem benutzungsfreundlich,
- testen Programme anhand gegebener Eingaben auf ihre Funktionalität.

[Po07] gibt einen Entwurf für ein Kompetenzstufenmodell basierend auf den Formulierungen der EPA und den Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V. an. Auch hier finden sich noch verschiedene Ausprägungen von Verben, die keine konkrete und prüfbare Handlung bezeichnen und damit sicherlich auch Auslöser dafür waren, dass das Erstellen einer Operatorenliste in Königstein aufgegriffen wurde. Gleichzeitig warnt Poloczek vor der Gefahr, Operatoren überzustrapazieren: Auch die vormals gewünschte kleinschrittige Überprüfbarkeit der Zielorientierung sei in der Praxis aufgegeben worden.

⁵ „Synonyme sollen nicht zugelassen werden, weil sie der Grundidee des Operatorkonzepts widersprechen“.

„Eine Verlagerung zu kompetenzorientiertem Unterricht hin verlangt vor der Einführung grundsätzliche Überlegungen zum Inhalt der Lehrpläne. Ansonsten besteht die Möglichkeit, dass die bisherigen Inhalte weiterhin den Mittelpunkt der Unterrichtsplanung bilden und damit den Kompetenzen nicht das notwendige Augenmerk gewidmet wird.“ Gleiches kann für die Hochschullehre angenommen werden.

Welche Kompetenzen sind für Informatikstudenten relevant? Aufgrund der höheren Komplexität der zu erwerbenden Kompetenzen im Informatikstudium ist hier eine größere Bandbreite an Kompetenzen zu erwarten. Bisher sind nur wenige Aufsätze zu Kompetenzen publiziert worden – vermutlich auch aufgrund der Komplexität eines solchen Unterfangens. Die Fachkommission Informatik der PHen in Baden Württemberg [BKM09] schlägt „Kompetenzen für das Lehramt Informatik“ vor. In Anlehnung an Fachbücher der Informatik geben sie einen Katalog von Kompetenzbereichen an, die für einen erfolgreichen Studienabschluss als notwendig erachtet werden; eine konkrete Formulierung der Kompetenzen wird nicht vorgenommen. In der vorliegenden Version stellt die Darstellung nur eine (weitere) Angabe von Inhalten dar.

Brabrand [Br08] gibt verschiedene Beispiele für outputorientierte Kursbeschreibungen aus dem Bereich der Informatik an (vgl. Abb. 3). Explizit wird darauf hingewiesen, dass das Auswendiglernen von Inhalten nicht zu den intendierten Lernergebnissen zählt.

- After the course, students are expected to be able to
- ~~memorize content~~
 - construct models from specifications;
 - apply standard solutions to common concurrency problems;
 - relate models and specifications;
 - test models wrt. behavior (using tool support);
 - define relevant safety/liveness properties for models;
 - verify models wrt. safety/liveness properties (using tools);
 - analyze models (and programs) wrt. behavior;
 - compare models (and programs) wrt. behavior;
 - implement models in familiar programming languages; and
 - relate models and implementations.

Abb. 3: Kompetenzformulierungen im Kurs „Model-Based Design for Concurrency“

6 Einordnung und Beurteilung der Kompetenzen

Ziel universitärer Lehrveranstaltungen ist es, Studierende zur Bewältigung möglichst komplexer kognitiver Aufgaben zu befähigen. Die Zuordnung der Kursbeschreibungen zu verschiedenen Kompetenzstufen einer adäquaten Taxonomie ermöglicht eine Überprüfung dieses Ziels. Die in der beschriebenen Weise explizit formulierten Kompetenzen lassen eine Einordnung in Lernzieltaxonomien zu. Die Mehrzahl existierender Lernzieltaxonomien wurde allerdings nicht vor dem Hintergrund der Hochschullehre entwickelt. Biggs [Bi03] gibt mit der SOLO-Taxonomie (SOLO – Structure of the Observed Learning Outcome) ein Strukturierungsinstrument an, welches explizit für die Hochschullehre entwickelt wurde und von Studenten erworbene Kompetenzen verschiedenen Kom-

plexitätsstufen zuordnet. Kompetenzsteigerung wird verstanden als das Erreichen von Kompetenzen einer höheren Stufe. Unterschieden werden *surface learning* (Stufen 2 und 3) und *deep learning* (Stufen 4 und 5), vgl. Abb. 4.

Durch den Fokus auf die Lernergebnisse kann die SOLO-Taxonomie herangezogen werden, die Komplexität intendierter Kompetenzen zuzuordnen. Auch [Ko09] ordnet die Kompetenzen seines Kompetenzmodells den verschiedenen SOLO-Stufen zu, um die Komplexität der verschiedenen Stufen analysieren zu können.

SOLO 2 <i>uni-structural</i>	SOLO 3 <i>multi-structural</i>	SOLO 4 <i>relational</i>	SOLO 5 <i>extended abstract</i>
<ul style="list-style-type: none"> - paraphrase - define - identify - count - name recite - follow (simple) instructions - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - combine - classify - structure - describe - enumerate - list - do algorithm - apply method - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - analyze - compare - contrast - integrate - relate - explain causes - apply theory (to its domain) - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - theorize - generalize - hypothesize - predict - judge - transfer theory (to new domain) - ...

Abb. 4: Stufen 2–5 der SOLO-Taxonomie und korrespondierende Aktivitäten [Bi03]

An der Fachhochschule Aachen [SPK04] wurde ein Vokabular entwickelt, welches Kompetenzen in sechs verschiedenen Bereichen konkretisiert:

1. Aktivitäten, die Wissen nachweisen: (z.B. definieren, beschreiben, identifizieren)
2. Aktivitäten, die Verstehen nachweisen: (z.B. interpretieren, übersetzen, schätzen)
3. Aktivitäten, die Wissen/Verstehen nachweisen: (z.B. anwenden, lösen, erstellen)
4. Aktivitäten, die Analyse nachweisen: (z.B. erkennen, unterscheiden zwischen, bewerten)
5. Aktivitäten, die Synthese nachweisen: (z.B. vorschlagen, darstellen, strukturieren)
6. Aktivitäten, die Evaluation nachweisen: (z.B. beurteilen, bewerten, schließen, vergleichen)

Dieser Katalog kann zur Kompetenzformulierung und Kompetenzbewertung herangezogen werden.

7 Diskussion und Fazit

„Man mag zum Bachelor für die Informatik stehen, wie man will, aber eine positive Aussage ist die Beteuerung der Politik gewesen, in diesem Studienabschnitt die didaktischen Anstrengungen und die Betreuung und Beratung deutlich zu verstärken“ [C106]. Die Ausrichtung der Studienmodule im Grundstudium nach der Theorie des *Constructive Alignment* bietet die Chance, wie aus anderen Ländern berichtet, die Studienmotivation und Leistungen der Studierenden zu steigern.

Zusätzlich hilft die Angabe der zu erwartenden und geprüften Kompetenzen den Studenten, die Relevanz und Anwendbarkeit der Inhalte besser einzuschätzen. So werden im Grundstudium Informatik die Veranstaltungen zu den verschiedenen Teilgebieten der Informatik separat angeboten. Studienanfängern fällt es in diesem Stadium schwer, das

„große Bild“ bzw. die Zusammenhänge der Teildisziplinen in der Informatik zu verstehen. Innerhalb der Teilgebiete wird oftmals nicht deutlich, welche Aspekte der in der Vorlesung dargebotenen Inhalte nun tatsächlich relevant sind: Sowohl für das Verständnis, als auch für die Prüfung. Soll für das Fach Theoretische Informatik bspw. das „Pumping-Lemma“ bewiesen werden können, der Beweis nachvollzogen und erklärt werden können? Reicht es ggf. aus, Sinn und Ziele des Pumping-Lemmas zu erklären oder dieses anzuwenden? Oder diene das PL nur als Anschauungsmittel zur Verdeutlichung der Abgrenzung verschiedener Sprachklassen? Einem Studenten ist es unmöglich, allein einzuschätzen, was hier von ihm gefordert wird. Eine Konkretisierung der Kompetenzen anstelle der Aussage „Alles ist wichtig“ hilft den Studenten, die Relevanz der Inhalte einzuschätzen und die Lernorganisation darauf abzustimmen.

In welchem Umfang die Abstimmung umsetzbar ist und wie direkt sich diese auswirken wird, bleibt abzuwarten und zu untersuchen. An der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd werden wir mit dem WS 2010/11 schrittweise alle Lehrveranstaltungen des Instituts für Mathematik und Informatik auf eine outputorientierte transparente Darstellung der zu erwerbenden Kompetenzen umstellen und die Auswirkungen erheben. Hierzu wird von jedem Lehrenden eine Liste von Kompetenzen erarbeitet, die die Ziele der jeweiligen Lehrveranstaltung verdeutlichen. Mit den ersten Entwürfen beginnt die Phase der Diskussion und Ordnung, in welcher im Gesamtkanon der Studiengänge fehlende oder redundante Kompetenzen ermittelt und untereinander abgeglichen werden.

Literatur

- [Ad09] Adelman, C.: The Bologna Process for U.S. Eyes: Re-learning Higher Education in the Age of Convergence. Institute for Higher Education Policy, Washington, DC, 2009.
- [ADQ09] ADQ, Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen: Diskussionsvorschlag eines Deutschen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen. 2009.
- [BIB06] BIBB, Bundesinstitut für Berufsbildung: Fachlicher Prüfbericht zu den Grundbegriffen und Deskriptoren des Entwurfs für einen Europäischen Qualifikationsrahmen. 2006. <http://www.bibb.de/de/25717.htm>
- [BKM09] Bieser, H.; Kortenkamp, U.; Morgen, M.; Müller, K.; Spannagel, C.; Zandler, A.: Kompetenzen für das Lehramt Informatik, unveröffentlichtes Dokument, 2009.
- [Bi03] Biggs, J.: Teaching for quality learning at university Society for Research into Higher Education and Open University Press, Berkshire, UK, 2003.
- [Bl06] Blum, W.: Die Bildungsstandards Mathematik – Einführung. In (Drücke-Noe, C.; Hartung, R.; Köller, O., Hrsg.): Bildungsstandards Mathematik: konkret, Berlin, Cornelsen-Scriptor-Verlag, 2006; 14-29.
- [Br08] Brabrand, C.: Constructive Alignment for Teaching Model-Based Design for Concurrency. In Transactions on Petri Nets and Other Models of Concurrency 5100/2008, 2008; S. 1-18.
- [BA06] Brabrand, C.; Andersen, J.: Teaching Teaching & Understanding Understanding. 2006. www.daimi.au.dk/~brabrand/short-film/
- [BD07] Brabrand, C.; Dahl, B.: Constructive alignment and the SOLO taxonomy: a comparative study of university competences in computer science vs. mathematics. Proc., 2007.
- [BD09] Brabrand, C.; Dahl, B.: Using the SOLO-Taxonomy to Analyze Competence Progression of University Science Curricula. In Higher Education 58(4), 2009; S. 531-549.
- [CI06] Claus, V.: 2 b v - 2 b - Maßnahmen zur Förderung der Hochschuldidaktik Informatik. Proc. HDI 2006, 2006.
- [DB07] de Bruin, et al: Competences in Education and Cross-Border Recognition: Evaluation of the Usefulness of Learning Outcomes and Competences for International Recognition. NUFFIC, The Hague, NL, 2007.

- [EK08] EU-Kommission: Der Europäische Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen. 2008. http://ec.europa.eu/education/policies/educ/eqf/eqf08_de.pdf
- [GTW09] Grün, G.; Tritscher-Archan, S.; Weiß, S.: Leitfaden zur Beschreibung von Lernergebnissen. 2009. http://ibw4.m-services.at/zoom/pdf/wp2/Leitfaden_DE_final_2.pdf
- [Ka03] Kahn, P.: Guidance on writing aims and intended learning outcomes. 2003. <http://www.eps.manchester.ac.uk/.../guidance-on-aims-inteded-learning-outcomes.pdf>
- [Ko09] Kohl, L.: Kompetenzorientierter Informatikunterricht in der Sekundarstufe I unter Verwendung der visuellen Programmiersprache Puck. Jena, 2009.
- [KF07] Kohl, L.; Fothe, M.: Algorithmen aus einer anderen Perspektive. In LOG IN 146/147, 2007; S. 20-22.
- [KS09] KS, Arbeitsgruppe Operatoren Königstein: Ergebnisse der Arbeitsgruppe "Operatoren des 16. Fachdidaktischen Gesprächs zur Informatik in Königstein. 2009. www.imoodle.de/wikis/operators/index.php
- [Ni10] Nilson, L. B.: Teaching at its best: a research-based resource for college instructors Jossey-Bass, 2010.
- [Po07] Poloczek, J.: Kompetenzorientierter Informatikunterricht, Präsentation zur MNU-Tagung 2007. 2007. http://www.informatik.uni-frankfurt.de/~poloczek/MNU-Tagung-2007-09-27/kompetenzorientierter_Informatikunterricht.pdf
- [RS06] Romeike, R.; Schwill, A.: "Das Studium könnte zu schwierig für mich sein" - Zwischenergebnisse einer Langzeitbefragung zur Studienwahl Informatik. Proc. HDI 2006: Hochschuldidaktik der Informatik, München, Lecture Notes in Informatics, 2006.
- [Ve05] Veiga, A.: Europeanization of Higher Education Area: Towards a Framework of Analysis. Centre for Research in Higher Education Policies, Porto, PT, 2005.
- [WDW06] Weicker, N.; Draskoczy, B.; Weicker, K.: Fachintegrierte Vermittlung von Schlüsselkompetenzen der Informatik. Proc. HDI 2006: Hochschuldidaktik der Informatik, München, LNI, 2006.
- [WW08] Weicker, N.; Weicker, K.: Analyse des Kompetenzerwerbs im Softwarepraktikum. Proc. HDI 2008, Potsdam, Universitätsverlag Potsdam, 2008.
- [We02] Weinert, F. E.: Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In (Weinert, F. E., Hrsg.): Leistungsmessungen in Schulen, Weinheim, 17-31, 2002.