

# Ein konstruktivistischer Lehransatz für die Einführungsveranstaltung der Theoretischen Informatik

Maria Knobelsdorf

Christoph Kreitz

Carl von Ossietzky Universität

Department für Informatik

Uhlhornsweg 84

26111 Oldenburg

maria.knobelsdorf@uni-oldenburg.de

Universität Potsdam

Institut für Informatik

August-Bebel-Str. 89

14195 Potsdam

kreitz@cs.uni-potsdam.de

**Abstract:** Ausgehend von einem sozial-konstruktivistischen Verständnis von Lernprozessen und unter der besonderen Berücksichtigung der durch die Bologna-Studienreform angeregten Kompetenzorientierung, haben wir in den letzten Jahren einen hochschuldidaktischen Ansatz für die Einführungsveranstaltung im Bereich der Theoretischen Informatik an der Universität Potsdam entwickelt und praktisch erprobt. Nach zahlreichen Experimenten und mit einer Durchfallquote von zuletzt 6 % im Wintersemester 2011/2012 haben wir den Eindruck, dass der Ansatz den Studierenden jene Lernumgebung und -anregung bietet, die ihnen hilft, die entsprechenden Fachkompetenzen in der Veranstaltung zu entwickeln. In diesem Artikel stellen wir unseren Ansatz vor und skizzieren abschließend, wie wir diesen im nächsten Wintersemester empirisch evaluieren werden.

## 1 Einführung

Die Veranstaltung „Theoretische Informatik I“, die am Institut für Informatik der Universität Potsdam durchgeführt wird, ist eine Pflichtveranstaltung im Bachelorstudiengang Informatik und kann ab dem 1. Fachsemester belegt werden. Der Zweitautor dieses Artikels ist seit 2003 der Dozent der Veranstaltung, während die Erstautorin die Veranstaltung im Wintersemester 2011/2012 als wissenschaftliche Mitarbeiterin betreut hat. Die „Theoretische Informatik I“ führt in die Themen Automaten und Sprachen ein, wie dies für eine Einführungsveranstaltung der Theoretischen Informatik üblich ist. Wie in vielen anderen Informatikstudiengängen an deutschen Hochschulen sind auch hier hohe Durchfallquoten üblich, die nicht selten bei 50 % und mehr liegen. Informatik-Studierende haben in der Mehrzahl Schwierigkeiten, einen Einstieg in die Theoretische Informatik zu finden und die Leistungsanforderungen in der Endklausur zu erfüllen. Die Ursachen und Gründe dafür sind kaum erforscht, jedoch wird üblicherweise beobachtet, dass es Studierenden mit guten Mathematikgrundlagen (sie haben den Mathematikleistungskurs in der Schule oder eine Mathematikvorlesung besucht) insgesamt leichter fällt, die abstrakt und stark formalisiert dargestellten Themeninhalte zu verstehen und umzusetzen.

1999 hat die Universität Potsdam den Bachelorstudiengang Informatik eingeführt und parallel dazu den alten Diplomstudiengang bis 2008 angeboten. Die berufsqualifizierende Ausrichtung des neuen Studiengangs mit ihrer Kompetenzorientierung in den Modulbeschreibungen erforderte eine didaktische Anpassung der entsprechenden Veranstaltungen. Für die Einführungsveranstaltung der Theoretischen Informatik ist dies eine besondere Herausforderung vor dem Hintergrund der hohen Abbruchquoten. Ausgehend von einem sozial-konstruktivistischen Verständnis von Lernprozessen und unter der besonderen Berücksichtigung der durch die Bologna-Studienreform angeregten Kompetenzorientierung, haben wir in den letzten Jahren einen hochschuldidaktischen Ansatz für die „Theoretische Informatik I“ entwickelt und praktisch erprobt. Nach zahlreichen Experimenten und mit einer Durchfallquote von zuletzt 6 % im Wintersemester 2011/2012 haben wir den Eindruck, dass der Ansatz sinnvoll ist und den Studierenden jene Lernumgebung und -anregung bietet, die ihnen hilft, die entsprechenden Fachkompetenzen in der Veranstaltung zu entwickeln.

In diesem Artikel werden wir unseren Ansatz vorstellen. Zunächst geben wir in Abschnitt 2 einen kurzen Überblick über den theoretischen Rahmen, auf dem unser Ansatz basiert. In Abschnitt 3 gehen wir dann näher auf die Spezifika der Veranstaltung „Theoretische Informatik I“ ein. Danach stellen wir in Abschnitt 4 unseren didaktischen Ansatz vor. Abschließend ziehen wir in Abschnitt 5 ein Fazit und geben einen Ausblick auf die im Wintersemester 2012/2013 geplante empirische Evaluation unseres Ansatzes.

## **2 Der theoretische Rahmen**

Der von uns entwickelte fachdidaktische Ansatz für die Veranstaltung „Theoretische Informatik I“ an der Universität Potsdam ist theoretisch einerseits an einem sozial-konstruktivistischen Verständnis von Lernprozessen und andererseits an der in Bachelorstudiengängen vorgesehenen Kompetenzorientierung angelehnt. In den nächsten zwei Abschnitten geben wir einen kurzen Überblick beider Bereiche an.

### **2.1 Konstruktivistische Lernprozesse**

In der Pädagogischen Psychologie ist heutzutage mit dem Lernbegriff ein vielschichtiger Prozess gemeint, bei dem die lernende Person nicht mehr passiv rezipierend ist, sondern aktiv ein eigenes Verständnis konstruiert (vgl. [Mie03], S. 19 ff.). Letzteres wird dabei mit Bezug auf den Konstruktivismus konzeptualisiert (vgl. [GM95], S. 874 ff., [RRM01], S. 614 ff. und [Ter09], S. 35 ff.): Lernen wird als ein aktiver, selbstständiger und subjektiver Konstruktionsprozess verstanden, bei dem die lernende Person ihre eigene „Version“ von Wissen konstruiert. Dies geschieht, indem neue Informationen mit dem bisherigen Wissen und Verständnis verknüpft werden, wodurch das Vorwissen eine zentrale Rolle spielt (vgl. [Ste01], S. 167 ff.). Dabei wird unterschieden, ob neues Wissen entwickelt wird, das einen Gegenstand erschließt und erklärt (Konstruktion), ob schon vorhandenes

Wissen durch den eigenen Konstruktionsprozess nachvollzogen wird (Rekonstruktion), oder ob bestehendes Wissen kritisch untersucht und in Frage gestellt wird (Dekonstruktion) (vgl. [Rei08], S. 138 ff.). Das Ergebnis eines solchen Lernprozesses sind Kenntnisse und Kompetenzen zur Bewältigung zukünftiger Handlungen, Situationen oder Probleme (vgl. [GPS01], S. 127). Piaget, der das konstruktivistische Verständnis von Lernen maßgeblich mitgeprägt hat, betont dabei das Handeln als die erste und ursprüngliche Form der Erfahrungsbildung, aus der heraus sich Denk- und damit Bildungsprozesse entwickeln (vgl. [Pia74]).

Das von Piaget mitgeprägte konstruktivistische Verständnis von Lernen beschränkt sich jedoch eher auf die kognitive Ebene von Lernvorgängen. Nach Wygotski verlaufen Lernprozesse nicht in einem kontextfreien Raum, sondern sind inhaltlich immer in eine konkrete Situation eingebettet und damit sozial situiert (vgl. [Wyg93]). Lernende interagieren mit anderen Menschen in einem soziokulturellen Gefüge, das Einfluss auf ihren kognitiven Konstruktionsprozess und auf die damit verbundenen Handlungen hat. Das Lernumfeld, in dem mit anderen Lernenden (z. B. Kommilitonen oder Mitschülerinnen) sowie Lehrenden (z. B. Dozentin, Tutor, Lehrerin) interagiert wird, vermittelt, was dort jeweils bedeutsam und erwünscht ist und wird so zu einem Relevanzsystem, in dem sich der Lernprozess abspielt. Die lernende Person konstruiert damit nicht nur eine Wissensstruktur über den Lerngegenstand, sondern verknüpft diese mit einer für sie sinnhaften Bedeutung, die durch das soziokulturelle Gefüge, in welchem sich die lernende Person bewegt, beeinflusst wird (vgl. [Mie03], S. 98 ff.). Die mit dem Lerngegenstand assoziierten Bedeutungen sind wichtig, weil sie auf die Lernmotivation und somit auf die Disposition zu weiteren Lernhandlungen einen großen Einfluss haben (vgl. [WHP01], S. 218–241). Motivation kann hier als das Ergebnis eines konstruktivistischen Prozesses verstanden werden, bei dem die lernende Person dem Lerngegenstand eine gewisse Bedeutung sowie Nutzen, Ziele, Zwecke oder Werte zuschreibt (man kann auch sagen: hinzu konstruiert) (vgl. [Geb03], S. 210). Solche subjektiven Sinnkonstruktionen können als Brücke oder Zugang zwischen der lernenden Person und dem Lerngegenstand verstanden werden. Was eine Person im Verlauf ihres Lernprozesses als sinnhaft erlebt, hängt davon ab, welche Erfahrungen sie bis dahin gemacht hat und ob sich aus diesen für sie Anknüpfungspunkte zum Lerngegenstand eröffnen.

Mit Hinblick auf das konstruktivistische Verständnis von Lernen kann Folgendes für die Hochschullehre gefolgert werden: Die entsprechenden Fachkenntnisse und -kompetenzen, die ein Dozent oder eine Dozentin während eines Vorlesungsvortrags demonstriert, können von den Studierenden nicht automatisch durch Zuhören und Mitschreiben übernommen werden. Vielmehr müssen die Studierenden sich aktiv mit den Themen auseinandersetzen, ein eigenes Verständnis aus dem Gegebenen (re-)konstruieren und den objektiven Sinngehalt in einen für sie bedeutsamen Sinngehalt überführen. Damit ist nicht gemeint, dass die lernende Person sich ihren eigenen Sinn konstruiert, sondern dass für sie Sinn entsteht, indem sie ein Verständnis entwickelt und die Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand sinnvoll erscheint. Objektiv mag Sinn und Zusammenhang eines Themas schon vorher existieren, doch beides muss die lernende Person für sich selbst zunächst erschließen.

Mit Hinblick auf die soziale Situietheit des Lernens kann folgendes für die Hochschullehre gefolgert werden: Im ersten Semester werden nicht nur Fachinhalte in bestimmten Ver-

anstaltungen gelernt und Fachkompetenzen eingeübt. Die Studierenden lernen auch neue soziale Handlungsformen kennen, in die die Fachinhalte und -kompetenzen eingebettet sind. Der Ablauf des Studiums und die damit zusammenhängenden Handlungserwartungen an die Studierenden müssen von letzteren kennen gelernt und erfolgreich internalisiert werden. Eine Einführungsveranstaltung im ersten Semester ist daher immer auch zusätzlich ein Orientierungsrahmen, der den Studierenden hilft zu verstehen, was von ihnen in einem bestimmten Studiengang erwartet wird und was sie tun müssen, um dies umzusetzen. Doch auch dies muss durch die Studierenden konstruierend erschlossen werden – in den vielen Situationen, die sie in den ersten Semestern erleben und bewältigen.

## **2.2 Kompetenzorientierung in der Hochschullehre**

Die Bologna-Studienreform sieht unter anderem vor, dass Veranstaltungen eines Studiengangs nicht mehr auf die Abarbeitung bestimmter Inhalte ausgerichtet sind, sondern auf die Kompetenzentwicklung von Studierenden fokussieren. Als Voraussetzung hierfür müssen fachbezogene, methodische sowie fachübergreifende Kompetenzen, die Studierende am Ende einer Veranstaltung erworben haben sollten, formuliert und empirisch abgesichert werden (vgl. [KMK03], S. 3). Kompetenzen definieren Lernziele im Hinblick darauf, welche Fähigkeiten eine Person (sei sie nun Schülerin oder Student) am Ende eines bestimmten Lehrgangs, einer Klassenstufe oder eines Semesters entwickelt haben soll. Bei der Entwicklung und Bestimmung von Kompetenzen ist deren spätere Diagnostik bei den Lernenden entscheidend, d. h. wie erworbene Kompetenz überprüft bzw. nachgewiesen werden können.

Für die Hochschullehre bedeutet die Kompetenzorientierung eine gravierende Veränderung: Lag der Fokus bisher auf den Inhalten einer Veranstaltung und ihrer Darbietung, so wechselt er jetzt zur lernenden Person und ihren Lernaktivitäten, die zum Kompetenzerwerb führen sollen (vgl. [Rom10]). Für eine daran angelehnte Hochschullehre wird somit zur zentralen Frage, wie die Studierenden befähigt und unterstützt werden können, um die entsprechenden Kompetenzen zu erreichen. Damit ist diese Output-Orientierung der Bologna-Studienreform konform mit dem sozial-konstruktivistischen Verständnis von Lernprozessen (vgl. [EW07], S. 14).

## **3 Die Veranstaltung Theoretische Informatik I**

Im folgenden Abschnitt beschreiben wir kurz die Inhalte der Veranstaltung, die Zusammensetzung der Teilnehmenden sowie die von ihnen zu erreichenden Kompetenzen.

### 3.1 Die Inhalte und die Zusammensetzung der Teilnehmenden

Der zweisemestrige Veranstaltungszyklus *Theoretische Informatik I und II* beschäftigt sich mit den grundlegenden Fragestellungen der Informatik. Hierzu werden Computer- und Automatenmodelle idealisiert und mathematisch untersucht. Die zentralen Themen der ersten Veranstaltung sind die Automatentheorie und die Theorie der formalen Sprachen, die grundlegend für die Entwicklung von Programmiersprachen und Compilern sind. Die Veranstaltung „Theoretische Informatik I“ beginnt mit einfachen Automatenmodellen und geht dann schrittweise auf immer komplexere Modelle ein.

Nach einer generellen Einführung in die Theoretische Informatik werden die folgenden konkreten Inhalte behandelt:

- Endliche (deterministische und nichtdeterministische) Automaten, reguläre Ausdrücke, (Typ-3-) Grammatiken, Abschlusseigenschaften und Grenzen regulärer Sprachen
- Kontextfreie Grammatiken, Pushdown-Automaten, Normalformen, Abschlusseigenschaften und Grenzen kontextfreier Sprachen
- Allgemeine und kontextsensitive Grammatiken, Turingmaschinen, linear beschränkte Automaten, sowie Eigenschaften von Typ-0- und Typ-1-Sprachen

Die Anzahl der Teilnehmenden variiert zwischen 150–300 und setzt sich wie folgt zusammen: 50–150 Studierende des Bachelorstudiengangs Informatik, 100 Studierende des Bachelorstudiengangs Softwaresystemtechnik, 40 Studierende des Bachelorstudiengangs Wirtschaftsinformatik, ca. 10–25 Studierende des Bachelorstudiengangs Informatik als Lehramt, sowie etwa zehn Studierende anderer Fachrichtungen (z. B. Linguistik).

Laut dem jeweiligen Studienplan sollen die Studierenden des Bachelorstudiengangs Informatik die Veranstaltung im ersten Fachsemester und die Studierenden der Softwaretechnik im dritten Fachsemester belegen. Inhaltlich äquivalente Veranstaltungen zu der hier vorgestellten „Theoretischen Informatik I“ werden an vielen Universitäten erst im dritten oder vierten Fachsemester im Bachelorstudiengang Informatik angeboten. Am Institut für Informatik der Universität Potsdam wurde bei der Konzeption des Bachelorstudiengangs Informatik hingegen entschieden, die „Theoretische Informatik I“ explizit ins erste Fachsemester zu legen, um in den darauffolgenden Veranstaltungen Automaten und Turingmaschinen als Konzepte nutzen zu können.

### 3.2 Kompetenzen und ihre Überprüfung

Für die Veranstaltung wurden mit Bezug auf die Bologna-Studienreform entsprechend den Vorgaben für einen Bachelorstudiengang (vgl. 2.2) erste Fach-, Methoden-, sowie Handlungskompetenzen normativ formuliert (vgl. [Pot11], S. 36–38). Die empirische Entwicklung einer entsprechenden Kompetenzdiagnostik steht allerdings noch aus. Im Folgenden ein beispielhafter Auszug aus dem Modulhandbuch:

- **Fachkompetenzen.** Die Studierenden: können deterministische und nichtdeterministische Automaten und Grammatiken mit mathematischen Methoden analysieren und ihre Eigenschaften beweisen; kennen Methoden zur gegenseitigen Umwandlung zwischen Automatenmodellen, Grammatiken und regulären Ausdrücken und können die Korrektheit dieser Umwandlung begründen.
- **Methodenkompetenzen.** Die Studierenden: beherrschen fundamentale mathematische Beweisverfahren, die zur Analyse von Automaten und formalen Sprachen verwendet werden können; können vorgegebene kontextfreie Grammatiken in Chomsky-Normalform umwandeln können beweisen, ob eine vorgegebene einfache Sprache regulär (bzw. kontextfrei) ist oder nicht
- **Handlungskompetenzen.** Die Studierenden: sind in der Lage, im Team zusammenzuarbeiten und gemeinsam Lösungen zu Aufgaben zu entwickeln; können Lösungen zu Aufgaben mündlich und schriftlich präzise formulieren.

Sämtliche Fach- und Methodenkompetenzen beziehen sich auf die oben genannten inhaltlichen Themen der Veranstaltung.

Wegen der großen Teilnehmerzahl wurde und wird die Abschlußprüfung der Veranstaltung in Form einer Klausur durchgeführt. Die Durchfallquoten der Abschlußprüfung schwanken zwischen 30 % und über 50 %. Ein variierend großer Anteil der Teilnehmenden entscheidet sich zudem, die Veranstaltung oder gar das gesamte Studium vorzeitig abzubrechen. Da die Veranstaltung stets im Wintersemester angeboten wird, ist üblicherweise ein größerer Schwund nach der Weihnachtspause zu beobachten. Die Abbruchquoten liegen nach aktuellen Statistiken zwar unter dem Durchschnitt deutscher Informatikstudiengänge, sind aber zusammen mit den Durchfallquoten dennoch unbefriedigend hoch.

## 4 Der hochschuldidaktische Ansatz

Der konstruktivistische Ansatz impliziert eine Ausrichtung in der Lehre, die den individuellen Lernprozess jedes einzelnen Studierenden berücksichtigt. Bei einer Veranstaltung, die von 150–300 Studierenden besucht wird, könnte dies nur durch eine massive Erhöhung der für die Lehrveranstaltung zur Verfügung stehenden Ressourcen umgesetzt werden. Letzteres ist jedoch nicht gegeben, so dass an dieser Stelle eine Veranstaltung wie die „Theoretische Informatik I“ eine Massenveranstaltung bleibt. Wie kann man die im Abschnitt 2.1 beschriebenen Erkenntnisse über Lernprozesse einerseits und die Kompetenzorientierung andererseits mit den üblichen Ressourcen einer Vorlesung mit begleitender Übung dennoch gerecht werden? Unser didaktischer Ansatz gibt darauf eine mögliche Antwort.

Da die Veranstaltung für eine heterogene Teilnehmergruppe angeboten wird (vgl. 3.1), haben wir nicht vorausgesetzt, dass die teilnehmenden Studierenden die erforderlichen Grundlagen mitbringen (z. B. durch einen guten Informatik- oder Mathematikleistungskurs) sich die entsprechenden Fach- und Handlungskompetenzen der Veranstaltung autodidaktisch beizubringen. Hingegen haben wir angenommen, dass die in der Abschlussklausur

sur geprüften Kompetenzen schrittweise eingeübt werden müssen und es unsere Aufgabe ist den Studierenden solche Handlungsmöglichkeiten anzubieten, die sie dabei unterstützen die entsprechenden obigen Lernziele zu erreichen. Eine solche Ausrichtung an den Studierenden und ihrem Lernprozess bedeutet jedoch nicht, dass die bisherigen inhaltlichen Standards gesenkt werden, sondern dass eine Lernumgebung angeboten wird, die den Studierenden besonders gut unterstützt die entsprechenden Kompetenzen zu erwerben.

#### **4.1 Ausgangslage und erste Maßnahmen**

Die Veranstaltung bestand bis zu den von uns nach und nach eingeführten Maßnahmen aus den folgenden Elementen:

- einer dreistündigen Vorlesung, die in die jeweiligen oben genannten Themen einführte,
- einem wöchentlichen Übungsblatt mit Aufgaben, die die Studierenden in Eigenarbeit zu bearbeiten hatten, sowie
- einer einstündigen Übung, die der Vertiefung und Anwendung der in der Vorlesung vorgestellten Themen in einer kleineren Gruppe unter Betreuung einer Tutorin oder eines Tutors diente.

Diese Elemente der Veranstaltung entsprachen grob dem üblichen Angebot einer Grundveranstaltung im Informatikbachelor-Studiengang bzw. im alten Diplomstudiengang Informatik, wie sie an zahlreichen deutschen Universitäten umgesetzt wird.

Um die aktive Phase der Studierenden zu erhöhen, wurde die Vorlesung zunächst auf zwei Stunden reduziert, wobei die Inhalte nicht mehr an der Tafel aufgeschrieben sondern auf Präsentationsfolien gezeigt wurden. Die wöchentlichen Übungen wurden auf zwei Stunden ausgedehnt mit dem Ziel die Eigenarbeit der Studierenden zu fördern. Es wurde explizit vorgegeben, in der Übung die Übungsaufgaben gemeinsam zu bearbeiten sowie Fragen und Probleme zu besprechen. Hier konnten die Tutorinnen und Tutoren zunächst beobachten, dass viele der an der Veranstaltung teilnehmenden Studierenden größere Schwierigkeiten mit dem Verständnis mathematischer Denkweisen und Notationen hatten und dadurch den eigentlichen inhaltlichen Anforderungen der Theoretischen Informatik nicht gerecht werden konnten. Auch bei der Klausurkorrektur hatten wir den Eindruck, dass falsch bearbeitete Aufgaben auf die mangelnde Fähigkeit zur Anwendung mathematischer Methoden zurückgeführt werden können.

Um dieser Problematik zu begegnen, wurden daher in den vergangenen Jahren verschiedene Maßnahmen ergriffen. So wurde dem Informatikstudiengang ein Mathematik-Brückenkurs vorgeschaltet, dessen Ziel es war, Unterschiede in der Mathematikausbildung auszugleichen. Zusätzlich wurde in den ersten Wochen der Veranstaltung „Theoretische Informatik I“ die mathematische Beweisführung verstärkt thematisiert und eingeübt. Trotz dieser Maßnahmen blieben die Abbruch- bzw. Durchfallquoten in etwa gleich. Da wir dieses zusätzliche Mathematikangebot generell für sinnvoll hielten, kamen wir zum Schluss, dass

weitere Maßnahmen erforderlich sind, um die Studierenden besser zu unterstützen und in ihrer Kompetenzentwicklung zu fördern.

## **4.2 Die Vorlesung und das Tutorium**

In der Vorlesung wurden und werden die zentralen inhaltlichen Konzepte und Zusammenhänge vorgestellt und an Beispielen zu illustriert. Die Vorlesung benötigt für die Darbietung der neuen Inhalte die dafür vorgesehene Zeit; die von den Studierenden zu erlernenden Handlungskompetenzen können den Studierenden während der Vorlesungszeit nur im Ansatz demonstriert werden. Daher haben wir zusätzlich zur Vorlesung ein zweistündiges Tutorium angeboten. Dieses findet im Hörsaal statt und wird durch den Dozenten der Vorlesung durchgeführt.

Der Ablauf und die Inhalte des Tutoriums werden nicht vorab vorbereitet, sondern durch die anwesenden Studierenden und ihre Fragen bestimmt. Dadurch können die Studierenden erleben, wie sich beispielsweise eine Beweisidee entwickelt, Irrwege gegangen und korrigiert werden und wie so schrittweise eine präsentierbare Lösung entsteht. Zusätzlich erleben sie so, dass auf diesem Wege auch Fehler auftreten und wie man mit diesen umgeht. In der Praxis hat sich gezeigt, dass im Tutorium sehr oft Lösungen schwieriger Aufgaben besprochen werden, für die es in der Übung keine Zeit gab.

Um den Studierenden zusätzlich eine bessere Vor- und Nachbereitung auf die Vorlesung zu ermöglichen, werden die in der Vorlesung verwendeten Folien sowie Videomitschnitte der Vorlesung auf den Servern des Lehrgebiets bereitgestellt.

## **4.3 Die Übung und das Übungsblatt**

In der Übung war es zunächst üblich, die Aufgaben des Übungszettels aus der Vorwoche nach zu besprechen. Dazu sollte jeweils einer der Studierenden seine Lösung den anderen vorstellen. Die Aufgabe des Tutors oder der Tutorin war, den Ablauf zu moderieren und darauf zu achten, dass eine fachlich korrekte Lösung vorgestellt wird und bei Fehlern oder Unstimmigkeiten einzugreifen. Dieser Ablauf orientierte sich an der Funktion des Übungszettels als inhaltliche Fortsetzung zur Vorlesung, wie sie früher im Diplomstudengang Informatik üblich war. Hierbei wird implizit angenommen, dass die Studierenden die in der Vorlesung vorgestellten Inhalte und Kompetenzen soweit beherrschen, dass sie fähig sind, die Hausaufgaben selbstständig zu lösen. Die Übung hat dann lediglich den Charakter einer Überprüfung der eigenen Lösung.

Wir konnten beobachten, dass die Studierenden in der Übung sehr passiv waren und sich beim Vorrechnen einer Aufgabe kaum beteiligt haben, auch wenn ihre eigene Lösung fehlerhaft war. Aufgrund der hohen Durchfallquoten sind wir zudem davon ausgegangen, dass die Studierenden die in der Vorlesung vorgestellten Inhalte und Kompetenzen nicht beherrschen, um den Übungszettel alleine zu bearbeiten und somit der wöchentliche Übungszettel als Handlungsaufforderung damit nicht zugreifen schien. Zusätzlich wurde

deutlich, dass das Vorrechnen von Aufgaben aus der Vorwoche das oben genannte Ziel nicht umsetzt, die entsprechenden Kompetenzen einzuüben, da diese ja bereits vorausgesetzt werden. Daher haben wir den Ablauf einer Übung inhaltlich und methodisch konsequent umgestellt. Das Übungsblatt besteht nun aus den folgenden drei Elementen, die den Übungsverlauf prägen:

- **Quiz.** Dieses besteht aus ca. fünf *richtig-oder-falsch*-Aussagen, die sich auf die in der Vorlesung vorgestellten Definitionen und Modelle beziehen und deren Antwort in den ersten 15 Minuten der Übung gemeinsam besprochen werden. Es dient als Selbsttest und als erste Anregung zum gemeinsamen Diskutieren in der Übung.
- **Präsenzaufgaben.** Diese werden gemeinsam in der Übung erarbeitet und dienen der Vorbereitung auf die Hausaufgaben.
- **Hausaufgaben.** Diese werden in einer Gruppe von 2–4 Personen selbstständig erarbeitet und zur Überprüfung in schriftlicher Form abgegeben.

Der organisatorische Ablauf ist wie folgt: Die Vorlesung findet stets am Freitagvormittag statt, dann erscheint auch der Übungszettel, der zehn Tage später am Montag abgegeben werden muss. Die Übungen finden am Montag bis Mittwoch statt. Die Studierenden haben das Wochenende über Zeit, sich mit den Quiz-Fragen und den Präsenzaufgaben zu beschäftigen. Die Präsenzaufgaben bereiten auf die Hausaufgaben vor, so dass hier die Motivation höher ist, sich mit diesen in der Übung auseinander zu setzen. Damit dieses didaktische Konzept greift, muss eine inhaltliche und strukturelle Anpassung zwischen den Präsenz- und den Hausaufgaben vorgenommen werden. Die Anpassung bedeutet konkret, dass Aufgaben verwendet werden, die die gleichen Fach- und Handlungskompetenzen erfordern.

Hier kann man nun einwenden, dass die gleiche Aufgabe mit „verschiedenen Werten“ nicht das universitäre Niveau eines Studiums widerspiegelt und die Studierenden lediglich lernen, solche Theorieaufgaben zu lösen, die sie vorher mehrfach durchgearbeitet haben. Die für die Veranstaltung formulierten Fach- und Handlungskompetenzen umfassen jedoch nicht die Kompetenz solche Theorieaufgaben zu lösen, deren Struktur oder Inhalte von den Studierenden vorher nicht durchgearbeitet wurden. Geht man konsequent davon aus, dass Kompetenzen von den Studierenden durch eigene Lernhandlungen erst erlernt werden müssen, so stellt erst die Hausaufgabe den Moment dar, in dem die Studierenden das bisher Demonstrierte und gemeinsam Erarbeitete komplett selbstständig umsetzen. Insofern ist eine inhaltliche Anpassung zwischen Präsenz- und Hausaufgaben zwingend notwendig.

Die hohen Durchfallquoten in der Vergangenheit haben gezeigt, dass die große Mehrzahl der oben genannten Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Veranstaltung die entsprechenden grundlegenden Kompetenzen einüben müssen, damit sie später fähig sind komplexere Kompetenzen zu erwerben. Auch wenn diese Ausgangslage nicht erfreulich ist, so ist es unser Anspruch allen Studierenden zu ermöglichen die fehlenden Kompetenzen aufzubauen. Insbesondere ist es uns wichtig hier allen Studierenden die Chance einzuräumen informatische Grundlagen zu erwerben und nicht nur solche Studierenden zu halten, die gut vorgebildet (z. B. durch einen Mathematik- oder Informatikleistungskurs) sind. Da die Mehrheit zudem keine Vertiefung im Bereich Theoretischer Informatik anstrebt, ist es um-

so wichtiger, dass sie solide Grundkenntnisse und Kompetenzen für ihr weiteres Studium erwirbt.

Die an der Veranstaltung im Wintersemester 2011/2012 teilnehmenden Studierenden nahmen rege an den Übungen teil und erschienen zahlreich im Tutorium, wo sie gezielt Fragen zu den Präsenzaufgaben stellten und sich insbesondere schwierigere Beweisaufgaben durch den Dozenten nochmal erklären und vorführen ließen. Wir hatten damit insgesamt den Eindruck, dass die Einteilung in Präsenz- und Hausaufgaben sowie ihre strukturelle Anpassung dazu führte, dass die Studierenden motivierter waren die wöchentlichen Übungsaufgaben zu bearbeiten und an der Übung zu partizipieren.

Zu den beschriebenen Anpassungen haben wir zusätzlich eine Musterlösung der Präsenzaufgaben auf den Servern des Lehrgebiets bereitgestellt, die wöchentlich direkt nach Ablauf der letzten Übung freigeschaltet wurde. Die Musterlösung zeigt den Studierenden, wie eine korrekte, *schriftliche* Lösung aussehen sollte und was von ihnen bei der Hausaufgabe erwartet wird. Gerade für Letzteres ist in einer Übung zu wenig Zeit, da stärker Verständnisfragen geklärt werden und die Lösung der Präsenzaufgaben eher in Form einer Skizze an der Tafel festgehalten wird. Studierende müssen jedoch erst lernen eine vollständige, schriftliche Ausarbeitung zu produzieren und die Musterlösung gibt ihnen hierfür einen Orientierungsrahmen.

Als Voraussetzung für die Teilnahme an der Klausur wird die erfolgreiche schriftliche Bearbeitung des wöchentlichen Übungszettels vorausgesetzt. Dies wird von so gut wie allen Teilnehmenden erfüllt, die regelmäßig bis zum Ende der Veranstaltung mitarbeiten. Die Übungszettel werden von uns komplett korrigiert. Die schriftliche Korrektur ist zwingend notwendig, weil es genau der Situation in der Klausur entspricht: Die Studierenden schreiben ihre Lösung auf, die Tutorinnen und Tutoren bewerten diese. Um zu wissen, was bei der Bewertung wichtig ist und worauf geachtet wird, insbesondere beim stark formalen Charakter einer Theorieaufgabe, muss auch das vorher eingeübt werden.

Das Besprechen des Lösungsansatzes in der Übung entspricht mehr dem Skizzieren der Lösung. Es fehlt jedoch die Zeit, das Erarbeitete anschließend formal korrekt und vollständig aufzuschreiben. In der Klausur wird dies jedoch nachher von den Studierenden verlangt. Zusammen mit der Musterlösung der Präsenzaufgaben schließt die Korrektur der Hausaufgaben diese Lücke. Zusätzlich stellen die korrigierten Zettel ein direktes Feedback für die Studierenden über ihre bisherige Leistung dar. Kommt das Feedback erst bei der Klausur, ist es für eine Gegensteuerung bereits zu spät.

#### **4.4 Die Leistungsüberprüfung**

In der Veranstaltung wird eine Probeklausur vor den Weihnachtsferien, sowie die eigentliche Endklausur in der dafür vorgesehenen Prüfungszeit, direkt nach der Vorlesungszeit, geschrieben. Vom Aufbau und Schwierigkeitsgrad sind beide Klausuren gleich, wobei die Probeklausur in zwei Stunden und die Endklausur in drei Stunden geschrieben wurde.

Der Zweck der Probeklausur ist das Einüben der Klausursituation sowie das Kennenlernen der Art der Klausuraufgaben. Die Endklausur dient einzig der Überprüfung der Fach-

und Handlungskompetenzen in schriftlicher Form. Die Aufgaben dürfen daher keine anderen Kompetenzen zur Lösung voraussetzen als die, die auf den Übungszetteln eingeübt wurden. Alle Klausuraufgaben wurden so gestaltet, dass sie dieses Kriterium erfüllen und zusätzlich jede Kompetenz einzeln überprüfbar ist. Konkret bedeutet Letzteres, dass alle Teilaufgaben einer Aufgabe explizit nicht aufeinander aufbauen, sondern sich auf das in der Aufgabe zu Beginn Gegebene beziehen. Die Klausur bestand wie der wöchentliche Übungszettel aus sieben bis zwölf Quizfragen sowie sechs bis acht Klausuraufgaben, die jeweils zwei bis vier Teilaufgaben enthielten und sich an den Präsenz- und Hausaufgaben orientierten. Damit wird die Klausur für die Studierenden dahingehend vorhersagbarer, dass sie wissen, was von ihnen erwartet wird, und sie sich so zielgerechter vorbereiten können.

## **5 Fazit und Ausblick**

In diesem Artikel haben wir unseren hochschuldidaktischen Ansatz für die Veranstaltung „Theoretische Informatik I“ der Universität Potsdam vorgestellt. Im Wintersemester 2011/2012 lag die Durchfallquote bei 6 % (210 Studierende nahmen an der Endklausur teil), was ein erfreuliches Ergebnis darstellt. Ohne eine empirische Evaluierung können wir jedoch nicht ausschließen, dass das gute Ergebnis möglicherweise auch durch andere Faktoren zustande gekommen ist (z. B. gute Vorkenntnisse). Zum gegebenen Zeitpunkt können wir lediglich vermuten, dass unser Ansatz die Studierenden zusätzlich angeregt und motiviert hat, sich mit den Vorlesungsthemen erfolgreich zu beschäftigen.

Um die Güte unseres Ansatz besser bestimmen zu können, aber auch um weiteres Verbesserungspotenzial aufzudecken, planen wir eine empirische Evaluation im nächsten Wintersemester. Die Evaluation wird mehrere Datenerhebungen umfassen, wovon die erste zu Beginn der Veranstaltung stattfindet und darauf fokussieren wird, die Vorkenntnisse, bisherige Fach-, Methoden- und Handlungskompetenzen sowie die persönliche Einstellung der Studierenden wie ihre Erwartungen und Vorstellungen an die Veranstaltung und an das Informatikstudium selbst zu erheben. Im weiteren Verlauf der Veranstaltung werden wir dann erheben, wie viel Arbeitszeit die Studierenden für die Veranstaltung pro Woche investieren, was sie dazu konkret tun und welche Probleme oder Schwierigkeiten dabei auftreten. Am Ende der Veranstaltung werden wir die Studierenden über die Veranstaltung selbst befragen, ob sie die einzelnen Elemente der Veranstaltung hilfreich und nützlich erlebt haben, welches Verbesserungspotenzial sie sehen und welche Note sie bei der Klausur erzielt haben. Geplant ist, die Daten zwar anonymisiert zu erheben, jedoch so, dass eine Zuordnung der Datensätze pro Erhebung möglich ist. Langfristig ist geplant, die gleiche Evaluation in einer vergleichsweise äquivalenten Veranstaltung an einer anderen Universität zu wiederholen, um so weitere Erkenntnisse über den Einfluss unserer didaktischen Bemühungen herauszuarbeiten.

## Literatur

- [EW07] Ertel, H., Wehr, S.: Bolognagerechter Hochschulunterricht – Herausforderungen durch Kompetenzorientierung und Lernerzentrierung. In (Ertel, H., Wehr, S., Hrsg.): *Aufbruch in der Hochschullehre – Kompetenzen und Lernende im Zentrum : Beiträge aus der hochschuldidaktischen Praxis*. Haupt, Zürich, 2007; S. 14–29.
- [Geb03] Gebhard, U.: Die Sinndimension im schulischen Lernen: Die Lesbarkeit der Welt – Grundsätzliche Überlegungen zum Lernen und Lehren im Anschluss an PISA. In (Moschner, B., Kiper, H., Kattmann, U., Hrsg.): *PISA 2000 als Herausforderung: Perspektiven für Lehren und Lernen*. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler, 2003; S. 205–223.
- [GM95] Gerstenmaier, J., Mandl, H.: Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 41(6), 1995; S. 867–888.
- [GPS01] Gruber, H., Prenzel, M., Schiefele, H.: Spielräume für Veränderung durch Erziehung. In (Krapp, A., Weidenmann, B., Hrsg.): *Pädagogische Psychologie: Ein Lehrbuch*. Beltz, Weinheim, 2001; S. 99–135.
- [KMK03] Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 10.10.2003 i. d. F. vom 04.02.2010. Ländergemeinsame Strukturvorgaben für die Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen. – URL [http://www.hrk-bologna.de/bologna/de/download/dateien/2003\\_10\\_10-Laendergemeinsame-Strukturvorgaben.pdf](http://www.hrk-bologna.de/bologna/de/download/dateien/2003_10_10-Laendergemeinsame-Strukturvorgaben.pdf) (08/2012)
- [Mie03] Mietzel, G.: *Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens*. 7., korrigierte Auflage. Hogrefe Verlag für Psychologie, Göttingen, 2003.
- [Pia74] Piaget, J.: *Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde*. Klett, Stuttgart, 1974.
- [Pot11] Universität Potsdam. Modulhandbuch für den Bachelor- und Masterstudiengang Informatik an der Universität Potsdam. 2011. – URL [http://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/mnfakul/assets/Studium/Modulhandbuch\\_Informatik.pdf](http://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/mnfakul/assets/Studium/Modulhandbuch_Informatik.pdf) (08/2012)
- [Rei08] Reich, K.: *Konstruktivistische Didaktik: Lehr- und Studienbuch mit Methodenpool*. 4., durchges. Auflage. Beltz, Weinheim, 2008.
- [Rom10] Romeike, R.: Output statt Input – Zur Kompetenzformulierung in der Hochschullehre Informatik. In (Engbring, D., Keil, R., Magenheimer, J., Selke, H., Hrsg.): *HDI2010 – Tagungsband der 4. Fachtagung zur „Hochschuldidaktik Informatik“*. Commentarii informaticae didacticae (CID), Bd. 4. Universitätsverlag Potsdam, 2010; S. 35–46.
- [RRM01] Reinmann-Rothmeier, G., Mandl, H.: Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In (Krapp, A., Weidenmann, B., Hrsg.): *Pädagogische Psychologie: Ein Lehrbuch*. Beltz, Weinheim, 2001; S. 602–646.
- [Ste01] Steiner, G.: Lernen und Wissenserwerb. In (Krapp, A., Weidenmann, B., Hrsg.): *Pädagogische Psychologie: Ein Lehrbuch*. Beltz, Weinheim, 2001; S. 137–205.
- [Ter09] Terhart, E.: *Didaktik: Eine Einführung*. Reclam, Stuttgart, 2009.
- [WHP01] Wild, E., Hofer, M., Pekrun, R.: Psychologie des Lerners. In (Krapp, A., Weidenmann, B., Hrsg.): *Pädagogische Psychologie: Ein Lehrbuch*. Beltz, Weinheim, 2001; S. 207–270.
- [Wyg93] Wygotski, L. S.: *Denken und Sprechen*. Fischer, Frankfurt a. M., 1993.