



Masterarbeit zum Thema

Ein konstruktivistisches Modell für die Didaktik der Informatik im Bachelorstudium

Zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Education

Eingereicht am Institut für Informatik und Computational Science

der Mathematisch- Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Universität Potsdam

Wintersemester 2021/22

Eingereicht von:	Anika Katleen Cichalla
Studiengang:	Master of Education – Lehramt für die Sekundarstufe II
Erstgutachter:	Prof. Dr. Andreas Schwill
Zweitgutachter:	Alexander Hacke

Soweit nicht anders gekennzeichnet, ist dieses Werk unter einem Creative-Commons-Lizenzvertrag Namensnennung 4.0 lizenziert.
Dies gilt nicht für Zitate und Werke, die aufgrund einer anderen Erlaubnis genutzt werden.
Um die Bedingungen der Lizenz einzusehen, folgen Sie bitte dem Hyperlink:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Online veröffentlicht auf dem
Publikationsserver der Universität Potsdam:
<https://doi.org/10.25932/publishup-55071>
<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus4-550710>

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Didaktik, Fachdidaktik und Fachwissenschaft	6
2.1. Was Fachdidaktik ist.....	7
2.2. Was Fachdidaktik <i>nicht</i> ist.....	8
2.3. Fach- und Bildungswissenschaft.....	9
3. Lerntheorien und Hochschullehre	13
3.1. Lerntheorien	15
3.1.1. Behaviorismus.....	15
3.1.2. Kognitivismus	17
3.1.3. Konstruktivismus	18
3.2. Aktuelle Forschungen zur Hochschullehre	20
3.2.1. Toolbox Lehrerbildung	20
3.2.2. Konstruktivistische Lehrkräftebildung.....	22
4. Informatikdidaktik am Beispiel der Universität Potsdam	28
4.1. Standards der KMK für die Lehrkräftebildung.....	28
4.2. Didaktik der Informatik der Universität Potsdam.....	30
4.3. Modulaufbau „Didaktik der Informatik I“	31
4.3.1. Modulbeschreibung.....	31
4.3.2. Umsetzung des Moduls	32
4.4. Konstruktivistische Elemente in der Lehre	34
5. Erstellung des konstruktivistischen Lehrmodells	37
5.1. Anforderungen an das Lehrmodell	37
5.2. Lehr- und Lernvoraussetzungen.....	38
5.2.1. Situationsspezifische Lernvoraussetzungen.....	38
5.2.2. Stoffdidaktische Analyse	39
5.3. Didaktische und methodische Entscheidungen.....	41
5.3.1. Planung des Moduls und des Lehr-Lern-Prozesses	42
5.3.2. Geplanter Lehr-Lernprozess.....	44
6. Diskussion und Ausblick	47
7. Literaturverzeichnis	50

8. Anhang	55
8.1. Modulübersicht der Bildungswissenschaften der Universität Potsdam..	55
8.2. Exemplarische Studienverläufe Lehramt Informatik.....	55
8.3. Übersicht Methodische Umsetzung zum Situierten Lernen	56
8.4. Anforderungen der KMK für Informatik	57
8.5. Modulbeschreibung „Didaktik der Informatik I“.....	60
8.6. Seminarplan zum Problembasiertem Lernen	61
Selbstständigkeitserklärung	62

1. Einleitung

„Lernen ist nicht Übernahme von Wissen, sondern aktives Aufbauen von Wissensstrukturen, ein aktives Konstruieren.“ (Thissen, 1997, S.12)

Lernen begleitet uns unser Leben lang. Besonders an Kleinkindern können wir beobachten, wie sie jeden Tag dazulernen und etwas Neues können. In unserer Entwicklung werden wir stets begleitet und unterstützt. Sei es durch unsere Familie oder Betreuende während unserer Schul- und Ausbildungszeit. Doch besonders letztere müssen selbst erst lernen, wie sie uns bei diesem Prozess am besten unterstützen können. Angehende Lehrkräfte werden dafür an ihrer Hochschule in den Bereichen Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaften ausgebildet.

Engagierte Lehrende fördern ihre Studierenden an deutschsprachigen Hochschulen durch innovative Lehr-Lern-Konzepte in den Naturwissenschaften und deren Fachdidaktiken in ihrer persönlichen Entwicklung. Ein Austausch über diese Konzepte findet jedoch selten statt. Dies führt dazu, dass sich die Hochschullehre nur bedingt weiterentwickelt und von den bereits erprobten Lehr-Lern-Konzepten nicht profitiert werden kann (Kubsch et al., 2021).

Um dem zu begegnen und Anreize zum Austausch über Hochschullehre zu schaffen, wurden in zwei Veröffentlichungen (Kubsch et al., 2021; Borowski & Glowinski, 2018) Beiträge gesammelt, die sich mit innovativen Konzepten zur Hochschullehre der Lehrkräfteausbildung auseinandersetzen. Die Lehramtsausbildung im deutschsprachigen Raum gliedert sich in Fachdidaktik, Fachwissenschaft und Bildungswissenschaft. Diese drei Fachbereiche werden in empirischen Studien getrennt voneinander betrachtet, da sie sich signifikant voneinander unterscheiden lassen (Borowski & Glowinski, 2018). Auch in der Lehrkräfteausbildung werden diese Fachbereiche durch Module und teilweise auch Instituten voneinander getrennt. In der Veröffentlichung von Glowinski et al. (2018) wird eben dieser Aspekt stark kritisiert und es wurden Beiträge darüber gesammelt, wie man die drei Fachbereiche enger miteinander vernetzen kann.

So wie sich unsere Vorstellungen über die Aneignung von Wissen ändern, ändern sich auch die Konzepte, wie Wissen vermittelt werden soll. Mithilfe von Lerntheorien wird dargestellt, welche Rolle die Lernenden und Lehrenden einnehmen können und wie jeweils die Wissensaneignung erfolgt. Häufig rücken die drei Lerntheorien

Behaviorismus, Kognitivismus und Konstruktivismus in den Fokus der Forschungen. Besonders der Konstruktivismus steht im Mittelpunkt aktueller Untersuchungen. Auch die Veröffentlichung von Kubsch et al. (2021) beschäftigt sich mit dieser Lerntheorie. Es werden Konzepte zur konstruktivistischen Lehre von Naturwissenschaften und deren Didaktiken an der Hochschule vorgestellt. Im Fokus stehen dabei die Fachwissenschaften Chemie, Physik und Biologie.

Lehrende in der Lehrkräfteausbildung sind stets damit konfrontiert, dass sie den Studierenden innovative Methoden modernen Schulunterrichts traditionell rezipierend vorstellen (Grospietsch et al., 2021a). In Deutschland gibt es 40 Universitäten, die Informatik mit Lehramtsbezug ausbilden. Allerdings gibt es nur wenige Konzepte, die sich mit der Verbindung von Bildungswissenschaften und der Informatik mit ihrer Didaktik beschäftigen und keine Konzepte, die eine konstruktivistische Lehre in der Informatik verfolgen.

Die vorliegende Arbeit soll diese Lücke aufgreifen und anhand des „Didaktik der Informatik I“ Moduls der Universität Potsdam ein Modell zur konstruktivistischen Hochschullehre entwickeln. Dabei wird sich auf die Übertragung von bereits entwickelten Konzepten für andere Naturwissenschaften auf die Informatik konzentriert. Dies begründet sich darin, dass die Lehr-Lern-Konzepte unter Kubsch et al. (2021) und Glowinski et al. (2018) teilweise bereits evaluiert sind.

Um ein solches konstruktivistisches Lehr-Lern-Modell zu erstellen, wird zunächst der Zusammenhang von Bildungswissenschaften, Fachwissenschaften und Fachdidaktiken erläutert und anschließend die Notwendigkeit einer Vernetzung hervorgehoben. Hieran folgt eine Darstellung zu den Lerntheorien Behaviorismus, Kognitivismus und Konstruktivismus. Darauf aufbauend werden die bereits erwähnten Veröffentlichungen von Kubsch et al. (2021) und Glowinski et al. (2018) vorgestellt. Anknüpfend wird darauf eingegangen, welche Anforderungen die Kultusminister-Konferenz an die Ausbildung von Lehrkräften stellt und wie diese Ausbildung für die Informatik momentan an der Universität Potsdam erfolgt. Aus allen Erkenntnissen heraus werden Anforderungen an ein konstruktivistisches Lehrmodell festgelegt. Unter Berücksichtigung der Voraussetzungen der Studienordnung für das Lehramt Informatik wird anschließend ein Modell für konstruktivistische Informatikdidaktik vorgestellt. Abschließend werden die Chancen und Zukunftsaussichten des Modells diskutiert. Im Anhang finden sich einige ergänzende Informationen zu den angeführten Themen.

2. Didaktik, Fachdidaktik und Fachwissenschaft

Leitfragen

- Warum diese Aufteilung?
- Womit beschäftigt sich die Fachdidaktik?
- Wie hängen diese drei Wissenschaften zusammen?

Das persönliche Ziel eines Lehramtsstudierenden ist, im Berufsleben eine möglichst gute Lehrkraft zu werden. Doch was muss man am Ende des Studiums wissen und können, um eben diese gute Lehrkraft zu sein? Seit Jahren beschäftigen sich die in die Lehrkräfteausbildung involvierten Personen mit dieser Frage. Dazu wurden und werden einzelne Facetten einer Lehrkraft betrachtet und erforscht (Abell, 2007).

Zu Beginn der Forschungen in den 1960er Jahren stand die Persönlichkeit einer Lehrkraft im Fokus. Es wurde davon ausgegangen, dass Persönlichkeitsmerkmale den Unterricht maßgeblich beeinflussen. In Teilen wird diese Theorie auch heute noch unterstützt. Da allerdings in den Forschungen zu diesem Einflussfaktor Unterrichtsbeobachtungen eine geringe Rolle spielten, bleibt die Frage über einen Zusammenhang bisher weitestgehend unbeantwortet (Helmke, 2008).

In den folgenden 1970er Jahren trat der Unterrichtsprozess in den Fokus der Untersuchungen. Betrachtet wurde hier ein Zusammenhang zwischen einzelnen Faktoren des Unterrichtsverhaltens und dem Lernzuwachs der Lernenden. Herausgestellt haben sich mehrere Merkmale, welche einen lern- und leistungsstarken Unterricht widerspiegeln: intensive Zeitnutzung, Hervorheben von Lernzielen, Einteilung des Unterrichts in Lerneinheiten, Bereitstellung ausreichender Übungsgelegenheiten und Kontrolle des Lernfortschritts durch die Lehrkraft (Borowski & Glowinski, 2018).

Shulman (1986 & 1987) fokussierte sich auf die Frage, welches Wissen für angehende Lehrkräfte von Bedeutung ist und erarbeitete sieben Gruppierungen von Wissen, die er selbst als Basiswissen für Lehrkräfte beschrieb. Herausstach schon damals seine Beschreibungen von fachdidaktischem Wissen, welches er mithilfe von Fachwissen und pädagogischem Wissen beschrieb.

„Pedagogical content knowledge, that special amalgam of content and pedagogy that is uniquely the province of teachers, their own special form of professional understanding.“ (Shulman 1987, S. 8)

In der heutigen universitären Lehrkräfteausbildung wird üblicherweise auch zwischen den drei Studienbereichen pädagogisches Wissen, Fachwissen und fachdidaktisches Wissen unterschieden. Diese Einteilung findet sich ebenfalls in der empirischen Bildungsforschung wieder. So werden in Untersuchungen wie zum Beispiel COACTIV (u.a. Baumert et al., 2011) die Studienbereiche getrennt voneinander erfasst und damit begründet, dass sie sich in verschiedenen Ausprägungen signifikant voneinander unterscheiden lassen. Durch diese Unterscheidung wird nun weiterhin untersucht, wie sich das professionelle Wissen von Lehrkräften auf die Unterrichtsqualität und die Unterrichtsgestaltung auswirkt. Ebenfalls wird betrachtet, ob und welchen Einfluss dieses Wissen auf die Lernenden hat. Zusätzlich liegt ein Fokus der Untersuchungen darauf, wie sich das Wissen von Lehramtsstudierenden im Laufe ihres Studiums ändert (Borowski & Glowinski, 2018).

Betrachtet man die aktuellen Dokumente der Kultusministerkonferenz (KMK) zur Lehrkräfteausbildung, so kann man auch hier feststellen, dass eine Einteilung in die drei Studienbereiche vorliegt. Dementsprechend kann man dieser Einteilung einer gewissen Wichtigkeit zusprechen. Allerdings gibt es bislang nur wenige Modelle der Lehrkräfteausbildung, die diese Wissensbereiche miteinander verbinden. Für die Unterrichtsgestaltung und das angemessene Handeln in Unterrichtssituationen wird jedoch eben diese Verknüpfung der drei Wissensbereiche benötigt (Riese & Reinhold, 2008).

Um nun zu wissen, an welchen Stellen man diese Wissensgebiete verknüpfen kann, muss herausgestellt werden, welcher Wissensbereich sich mit welchen Themen auseinandersetzt.

2.1. Was Fachdidaktik ist

Entscheidet man sich für einen Lehramtsstudiengang in Deutschland, so entscheidet man sich für ein Studium, in welchem man sich mit diversen Wissenschaften auseinandersetzt. Das Fachgebiet der Bildungswissenschaften findet sich dabei in jedem Lehramtsstudium wieder. Hinzu kommen noch Fachwissenschaften in den Fächern, die man später unterrichten möchte, sei es zum Beispiel Deutsch, Biologie oder Informatik. Je nach Schwerpunktsetzung und angestrebter Schulform folgen noch Veranstaltungen in der Fachdidaktik, der Sonder- oder Grundschulpädagogik.

In allen Lehramtsstudiengängen lernt man demnach etwas über Didaktik, Fachdidaktik und Fachwissenschaft. Auf den ersten Blick erscheint die Fachdidaktik bereits von der Wortzusammensetzung her das Verbindungsglied zwischen Didaktik und Fachwissenschaft zu sein. Dabei ist die Fachdidaktik eigenständig als Integrationswissenschaft zu verstehen, die sich mehrerer Bezugswissenschaften bedient (Lembens & Peschek, 2009).

Inhaltlich geht die Fachdidaktik damit aber weit über das hinaus, was angehende Lehrkräfte in ihrem späteren Alltag an Wissen benötigen. Aus der anderen Perspektive betrachtet, benötigt man im schulischen Alltag mehr Wissen, als die Fachdidaktik bereitstellt. An dieser Stelle kommt die bereits angesprochene Verknüpfung von Fachdidaktik, Fachwissenschaft und pädagogischem Wissen ins Spiel, auf welche im weiteren Verlauf noch genauer eingegangen wird.

Die Fachdidaktik setzt sich mit allen Fragen auseinander, die das Lehren und Lernen eines Unterrichtsfaches betreffen. Zentrale Ausgangspunkte einer jeden Fachdidaktik sind demnach das *Was?*, *Wie?* und *Warum?* etwas gelehrt und gelernt werden soll.

Ziel der Fachdidaktik ist es, die Lehramtsstudierenden dazu zu befähigen, in der späteren Praxis begründet handeln und entscheiden zu können. Weiterhin soll es ihnen möglich sein, auch im Nachhinein jene Entscheidungen und Handlungen in Bezug auf wissenschaftliche Erkenntnisse zu reflektieren.

In diesem Zusammenhang ist oft von Kompetenzen und Lernzielen die Rede, die Studierende mit Abschluss eines Moduls oder gar eines Studiums erwerben beziehungsweise erreichen sollen. Es reicht nicht aus, wenn Studierende situationspezifische Werkzeuge oder Methoden kennenlernen, die sie anwenden können. Lernen ist weitaus komplexer und weniger generalisierbar. Lehramtsstudierende müssen mit ihrem Abschluss dazu befähigt sein, ihr erworbenes Wissen des Lehrens reflektieren und neue, empirisch abgesicherte und theoretisch gefestigte, Erkenntnisse der Fachdidaktiken aneignen zu können (Lembens & Peschek, 2009).

2.2. Was Fachdidaktik *nicht* ist

Fertiger Unterricht. Entgegen den Wünschen mancher Studierenden ist es keine Aufgabe der Fachdidaktik, ihnen als zukünftige Lehrkraft fertige Unterrichtssequenzen und Arbeitsmaterialien bereitzustellen, mit denen sie anschließend ihren Unterricht halten können. Vielmehr animiert sie die Studierenden zu hinterfragen, welche

Fachkonzepte unterrichtet werden und nach welchen übergeordneten Zielen Unterricht erfolgen sollte. Die Studierenden sollen sich fragen: Nach welchen Zielen sollte Unterricht stattfinden? Nach welchen fachspezifischen Aspekten und Bedingungen sollte der Unterricht erfolgen? Welche sozialen Blickwinkel wirken auf Schule und Unterricht ein? (Jahnke, 2008).

Alleinstehend. Um Anknüpfungspunkte für ein engeres Zusammenspiel von Bildungswissenschaften, Fachdidaktik und Fachwissenschaft zu finden, ist das Ziel, die jeweiligen Inhalte einander abzugrenzen. Doch wie bereits angedeutet, ist es bei der Fachdidaktik nicht klar möglich. Die Fachdidaktik wird als Integrationswissenschaft bezeichnet, die sich einzelner Bezugswissenschaften bedient (Lembens & Peschek, 2009).

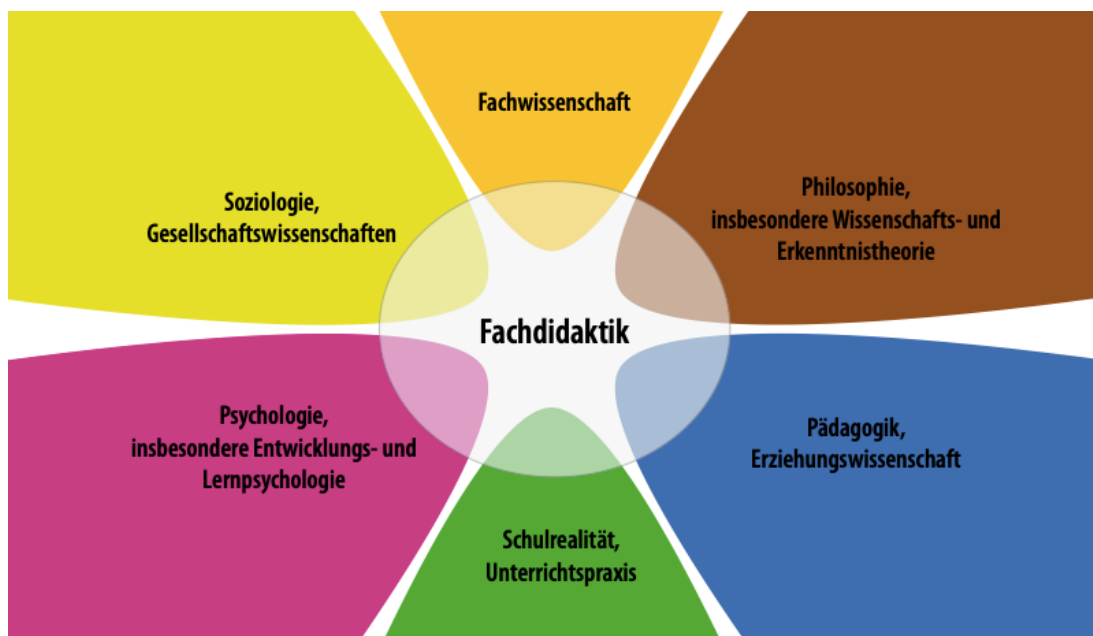


Abbildung 1: Fachdidaktik ist eine Integrationswissenschaft [Lembens & Peschek, 2009, S.3]

Die Fachwissenschaft bedient sich somit an den Konzepten und Erkenntnissen anderer Wissenschaften, um daraus ein eigenes, miteinander verbundenes Konstrukt zu bilden.

2.3. Fach- und Bildungswissenschaft

In *Abbildung 1* ist dargestellt, dass sich die Fachdidaktik vorrangig sechs Bezugswissenschaften bedient. Aus den Beschlüssen der KMK ist jedoch ersichtlich, dass nur Fachwissenschaften und Bildungswissenschaften zusätzlich zur Fachdidaktik im Lehramtsstudium gelehrt werden. Das hat den Grund, dass unter Bildungswissenschaften in der Regel mehrere Forschungsgebiete zusammengefasst werden. Am

Beispiel der Universität Potsdam wird in den einzelnen Modulen der Bildungswissenschaften auf die Themen Psychologie, Inklusionspädagogik und Erziehungswissenschaften eingegangen.¹ In den einzelnen Modulen lassen sich jedoch auch Elemente der anderen Bezugswissenschaften finden.

Eine Unterrichtspraxis ist seitens der Universitäten im Bachelorstudium kaum vorzufinden. In den ersten Semestern des Lehramtsstudiums liegt der Fokus auf Hospitationen und das Aneignen von theoretischem Wissen. Erste wenige unterrichtspraktische Erfahrungen sammeln Lehramtsstudierende in den Schulpraktischen Studien, die sie in ihren jeweiligen Fachdidaktiken absolvieren. Es ist den Studierenden daher kaum möglich, sich mit fachdidaktischen Problemen aus unterrichtspraktischer Sicht auseinander zu setzen, da dieser Erfahrungsschatz zu diesem Zeitpunkt noch wenig ausgebaut ist.

Bildungswissenschaften. Als Bildungswissenschaften bezeichnen sich viele wissenschaftliche Disziplinen. Häufig wird der Begriff anstelle der Erziehungswissenschaften genutzt, besonders bei der Neukonzeption von Lehramtsstudiengängen. Unter dem Begriff Bildungswissenschaften werden außerdem all diejenigen Konzepte beschrieben, die sich mit Bildung sowie Fort- und Weiterbildungen auseinandersetzen. Die KMK nutzt den Begriff der Bildungswissenschaften in einem anderen Kontext. Sie fasst 2004 mit ihren Beschlüssen zu den „Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften“ unter dem Begriff „Bildungswissenschaften“ alle Fächer zusammen, die an der Lehrkräfteausbildung beteiligt sind. Dazu zählen Pädagogik, Psychologie, Soziologie Philosophie sowie auch die Fachdidaktiken. Diese Beschlüsse beinhalten Kompetenzen, die für die berufliche Ausbildung sowie den Alltag einer Lehrperson von Bedeutung sind.

„Der Universität kommt die Aufgabe zu, die notwendigen Wissensbestände, begrifflich geordnet, zu vermitteln. Die Wissensbestände sind dabei nicht nur unter einer oder mehreren disziplinaren Perspektiven, additiv nebeneinander gestellt anzubieten, sondern aufeinander zu beziehen und mit Blick auf das Berufs- und Handlungsfeld zu ordnen.“ (Kiper, 2009, S.128)

¹ Exemplarisch hierfür ist im Anhang eine Übersicht über die Module der Bildungswissenschaften für Lehrämter der Sekundarstufen I&II der Universität Potsdam mit ihren Einordnungen in die Lehreinheiten zu finden.

Kiper spricht hier von einer Verknüpfung der einzelnen Disziplinen der Bildungswissenschaften, die seitens der Universität zu erfolgen hat. Die KMK zählt die Fachdidaktiken ebenfalls unter die Bildungswissenschaften. Mittlerweile werden Fachdidaktiken neben den Bildungs- und Fachwissenschaften jedoch als eigenständige Säule eines Lehramtsstudienganges angesehen. Bestehen bleibt dennoch die Wichtigkeit und Notwendigkeit einer engen Beziehung zwischen den Bildungswissenschaften und den Fachdidaktiken.

Fachwissenschaften. Die KMK hat 2008 die fachwissenschaftlichen Kompetenzen von Lehrerinnen und Lehrern definiert. Die Kompetenzen, die während des fachwissenschaftlichen Studiums aufgebaut werden sollen, gliedern sich in drei Teilbereiche. Zunächst sollen Studierende über anschlussfähiges Fachwissen verfügen. Weiterhin sollen sie Kompetenzen zur Erkenntnis- und Arbeitstechnik des Faches erwerben und über fachdidaktisches Wissen verfügen. Das Fachwissen wird in vier Kategorien unterteilt:

- Verfügungswissen: Solides und strukturiertes Fachwissen über die grundlegenden Gebiete der Fachrichtung.
- Orientierungswissen: Kenntnisse über mögliche Zugänge zu aktuellen grundlegenden Fragestellungen.
- Technologisches Fachwissen: Wie und wo digitale Technologien den Alltag und Erkenntnisprozesse des Fachs beeinflussen.
- Metawissen: Reflektiertes Wissen einsetzen und auf wissenschaftstheoretische Konzepte zurückgreifen.

Auch wenn die KMK Fachdidaktik und Fachwissenschaft als eigenständige Bereiche in einer Lehrkräfteausbildung betrachtet, so wird an dieser Stelle deutlich, dass die fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Kompetenzen, die Studierende erwerben sollen, eng zusammenhängen. Mit den angeführten fachdidaktischen Kompetenzen wird von den Absolvent:innen erwartet, dass sie ihr Fachwissen didaktisch reduzieren und passend einsetzen können.

Erkenntnisse

- In empirischen Studien wird Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaft getrennt voneinander erfasst, da sie sich signifikant voneinander unterscheiden (Borowski & Glowinski, 2018).

- Eine enge Vernetzung der drei Studienbereiche ist von großer Bedeutung, wobei es bisher nur wenige Modelle dafür gibt (Riese & Reinhold, 2008).
- Die Fachdidaktik bestimmt das *Was*, *Wie* und *Warum* des Lehrens und Lernens.
- In der Natur der Fachdidaktik liegt eine Verknüpfung der drei Wissensbereiche, welche durch geeignete Modelle stärker betont werden sollte.

3. Lerntheorien und Hochschullehre

Leitfragen

- Wie erfolgt jeweils Lernen in den Lerntheorien?
- Welche Rolle nehmen Lehrende und Lernende ein?
- Wie werden Lernumgebungen in der jeweiligen Theorie gestaltet?
- Welche Lerntheorien werden in aktuellen Forschungen zur Hochschullehre verfolgt? Welche Umsetzungskonzepte gibt es?

Lernen wird als eine der wichtigsten menschlichen Fähigkeiten betrachtet. Lernen ermöglicht eine Anpassung an unterschiedliche Umwelten und die Fähigkeit zur Interaktion mit dieser Umwelt. „Menschliches Lernen unterscheidet sich vom Lernen von Tieren, Organismen und Systemen durch seinen individuellen Sinn und den Einbezug in gesellschaftliche Praxis“ (Faulstich, 2014). Es werden Informationen im Gehirn aufgenommen und im Gedächtnis gespeichert. Diese Informationsaufnahme kann durch alle Sinnesorgane erfolgen. Besonders im schulischen Lernkontext sind die visuellen, auditiven und haptischen Sinnesinformationen von Bedeutung.

Das Verständnis über menschliche Wissens- und Lernprozesse hat sich mit der Zeit stark weiterentwickelt. So wurde bis in die 1960er Jahre davon ausgegangen, dass das Gedächtnis wie ein globales Speichersystem aufgebaut ist. Aufgenommene Informationen werden wie in einem bedingt sortieren Aktenschrank eingelagert und können jederzeit aufgerufen werden, sofern man sie wiederfindet. 1968 entwickelten dann Atkinson und Shiffrin das *Drei-Speicher-Modell* als neuen Erkläransatz zur menschlichen Informationsverarbeitung (Grimminger, 2020).

In der Theorie des *Drei-Speicher-Modells* wird das Gedächtnis in drei Stufen unterteilt. In der ersten, dem Ultrakurzzeitgedächtnis, werden alle Informationen der Sinnesorgane gespeichert. In das Arbeits- und Kurzzeitgedächtnis werden anschließend nur die Informationen überführt, die eine gewisse Aufmerksamkeit erfahren haben. Im nächsten Schritt werden nun nur noch die Informationen in das Langzeitgedächtnis übertragen, die intensiv verarbeitet wurden. Aus dieser Stufe können Informationen abgerufen werden, sodass mit ihnen im Arbeitsgedächtnis interagiert werden kann (Mangold, 2015).

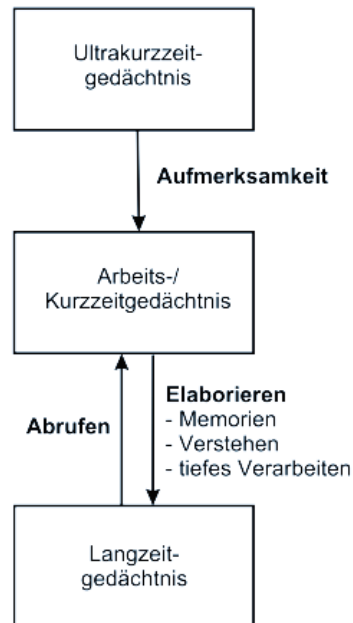


Abbildung 2: Das Drei-Speicher-Modell des menschlichen Gedächtnisses [Mangold, 2015, S.120].

Herausforderungen für Lernsituationen. Das Kurzzeitgedächtnis hat eine Kapazität von sieben Einheiten, die für 15 Sekunden gespeichert werden können. Die *Cognitive Load Theory*² beschäftigt sich mit eben diesem Phänomen und den daraus resultierenden Folgen für Lernprozesse. Sweller (2005) unterscheidet drei verschiedene Arten von kognitiven Belastungen: intrinsische, extrinsische und lernbezogene Belastungen. Alle drei Belastungen wirken zusammen auf den Lernenden ein. Ziel ist es, die intrinsische und extrinsische Belastung möglichst gering zu halten, damit der Großteil der verfügbaren Kapazitäten für die langfristige Speicherung von Informationen zur Verfügung steht.

Intrinsic cognitive load. Die intrinsische kognitive Belastung entsteht genau dann, wenn Themen inhaltlich zu komplex sind. Nach Sweller (2005) ist die intrinsische Belastung besonders hoch, wenn die dargestellten Informationen eng miteinander verknüpft sind.

Extraneous cognitive load. Extrinsische Belastungen werden durch die Gestaltung von Lernmaterialien und Lernumgebungen verursacht. Hierzu zählen zum Beispiel Störungen der Lernatmosphäre oder unübersichtliche Arbeitsaufträge.

² Die CL-Theorie wurde von John Sweller und Paul Chandler aufgestellt und besagt, dass Lernen mit kognitiver Belastung verbunden ist und zeigt auf, wodurch Lernen erleichtert und erschwert wird.

Germane cognitive load. Die lernbezogene Belastung ist diejenige, die zum Speichern von Informationen im Langzeitgedächtnis benötigt wird.

3.1. Lerntheorien

Mit dem Bewusstsein darüber, wie Lernen erfolgt, ist es möglich, sich mithilfe von Lerntheorien damit auseinanderzusetzen, in welchen Lern-Lehr-Arrangements am effektivsten gelernt werden kann.

Lerntheorien beschreiben, wie Lernende und Lehrende miteinander agieren sollten, damit das Lernen für die Lernenden möglichst erfolgreich wird. Die drei Lerntheorien Behaviorismus, Kognitivismus und Konstruktivismus sind mit am bekanntesten und lassen sich klar voneinander unterscheiden. Sie zeigen deutlich auf, welche unterschiedlichen Rollen Lehrende und Lernende in Arbeitsumgebungen einnehmen können.

3.1.1. Behaviorismus

Im Mittelpunkt dieser Theorie steht das Verhalten des Individuums, welches es bei einem bestimmten Reiz zeigt. Der Mensch wird als Produkt seiner Umwelt gesehen. Im Fokus der Theorie steht somit das sichtbare Verhalten eines Menschen mit seinen Reaktionen und den umliegenden Bedingungen. Den inneren Lernprozessen wird keine Bedeutung zugesprochen. Man beschreibt den Lernenden als „black box“, da die psychischen Aspekte des Lernens irrelevant sind. Reaktionen und Verhaltensweisen werden durch die Umwelt gesteuert (Meir, 2016).

Wie erfolgt Lernen? Nach der Theorie des Behaviorismus wird beim Lernen eine Reiz-Reaktions-Kette ausgelöst. Je nach Reiz erfolgt eine bestimmte Reaktion. Es wird davon ausgegangen, dass sobald sich eine Reiz-Reaktions-Kette aufgebaut hat, das Individuum etwas Neues gelernt hat. Die Reaktionen auf einen Reiz können sowohl positiv (erwünscht) als auch negativ (unerwünscht) sein. Die positiven Reaktionen werden durch Belohnungen bestärkt, negative werden nicht weiter beachtet. Ein Belohnungssystem spielt daher im Behaviorismus eine zentrale Rolle (Meir, 2016). Damit das Belohnungssystem ihren Effekt ausüben kann, ist ein zeitlicher Zusammenhang zwischen Verhalten und Konsequenz von Bedeutung. Somit sollte eine Belohnung oder Bestrafung unmittelbar mit dem gezeigten Verhalten einhergehen. Anderenfalls kann der Lernende die Konsequenz nicht mehr mit dem Verhalten in Verbindung bringen. Die Intensität der Belohnung kann unterschiedlich ausfallen.

Positiv verstärktes Verhalten prägt sich beim Lernenden gut ein, sodass die Intensität der Belohnungen mit der Zeit abgebaut und schließlich komplett weggelassen werden kann (Kerres, 2018).

Rolle der Lernenden und Lehrenden. Lernende agieren in dieser Lerntheorie von innen heraus passiv. Sie werden erst aktiv, wenn sie auf einen Reiz reagieren und entsprechend handeln. Lehrende stehen dagegen in dieser Theorie stärker im Fokus. Sie setzen gezielt Reize für die Lernenden und geben ihnen für ihre Reaktion positive oder negative Rückmeldungen. Lehrende greifen mit ihrem Belohnungssystem direkt in den Lernprozess ein. Die inneren Prozesse, die bei den Lernenden zwischen der Wahrnehmung des Reizes und der darauffolgenden Reaktion stattfinden, interessieren den Lehrenden nicht, sie sind Teil der „black box“.

Gestaltungsprinzipien. Zunächst werden klare und objektive Lernziele vorgegeben, damit die Lernenden eine Richtung bekommen, in welche sie zu arbeiten haben. Die Lerninhalte sollten insgesamt in kleine Teile unterteilt werden, die aufeinander aufbauen. Die einzelnen Aufgaben sollten so formuliert sein, dass nach Möglichkeiten nur positive Rückmeldungen gegeben werden können. Weiterhin haben die Lernenden zwar die Möglichkeit, die Aufgaben in ihrem Tempo abzuarbeiten, jedoch ist die Reihenfolge vom Lehrenden vorgegeben. Die Reihenfolge richtet sich überwiegend nach dem Schwierigkeitsgrad. Eine Belohnung erfahren die Lernenden für ausdauerndes und erfolgreiches Verhalten (Kerres & Witt, 2002).

Kritik. Es gibt vier wesentliche Aspekte, die an dieser Lerntheorie kritisiert werden. Zunächst können mit dieser Theorie nur diejenigen Lernprozesse erklärt werden, die durch äußere Verhaltensweisen sichtbar werden. Die Vereinfachung, innere Prozesse als „black box“ zu gruppieren, reicht für eine intensive Auseinandersetzung mit Lernprozessen nicht aus. Damit zusammenhängend spielt auch die Problemlösefähigkeit bei der Bewältigung von Aufgaben keine Rolle. Wichtig sind die Ergebnisse, also die reine Wiedergabe von Informationen. Weiterhin ist die Rolle des Lernenden passiv, da er nur auf eben diese Informationswiedergabe beschränkt wird. Abschließend wird an dieser Lerntheorie kritisiert, dass sich Lernumgebungen kaum differenzieren lassen. Es wird verstärkt linear seitens der Lehrkraft vorgegeben, in welchen Schritten gelernt werden soll. Individuelle Schwerpunkte lassen sich hier nicht setzen (Meir, 2016).

3.1.2. Kognitivismus

Die Kritik an den Behaviorismus, dass innere Prozesse nicht betrachtet, sondern als „black box“ ignoriert werden, greift der Kognitivismus auf. Beim Kognitivismus stehen eben diese Verarbeitung und Interpretation von Informationen im Mittelpunkt. Diese Informationswahrnehmung beschreibt die Theorie als aktiven Prozess. Informationen aus allen Lebensbereichen werden vom Menschen als Kognition beziehungsweise Ereignis abgespeichert. Mit diesen Kognitionen kann interagiert werden. So können Informationen im Gedächtnis abgespeichert und wieder hervorgeholt werden. Weiterhin ist es möglich, Informationen miteinander zu verknüpfen, sodass neue Kognitionen entstehen. Zuletzt können Kognitionen miteinander verglichen werden, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede festzustellen (Lern-Psychologie.de, 2017).

Wie erfolgt Lernen? Die Theorie behandelt Aspekte der Informationsaufnahme, -verarbeitung und -speicherung. Zentral ist jedoch der Prozess der Informationsverarbeitung im Zusammenhang mit der Lernumgebung. Bedeutend ist demnach die Art und Weise, wie Lernangebote gestaltet werden. Dazu zählen die Methodik und die Problemstellungen. Sie beeinflussen maßgeblich den Lernprozess. Bei kognitivistischen Lernangeboten fokussiert man sich auf Probleme, bei denen der Lösungsprozess für einen Erkenntnisgewinn sorgt (Meir, 2016).

Rolle der Lernenden und Lehrenden. Lernende bekommen in dieser Theorie im Gegensatz zum Behaviorismus eine aktive Rolle. Der Wissenszuwachs des Lernenden zeichnet sich hier durch die eigenständige Aufnahme und Verarbeitung von Informationen aus, mit denen er seine vorgegebenen Problemstellungen löst. Da Problemaufgaben in dieser Theorie eine zentrale Rolle spielen, ist deren didaktische Aufbereitung seitens der Lehrenden essenziell. Der Lehrende wählt Informationen aus, bereitet sie entsprechend vor und unterstützt die Lernenden bei der Bearbeitung.

Gestaltungsprinzipien. In dieser Theorie ist die Gestaltung der Lernmaterialien besonders wichtig. Die Inhalte sollen durch mediale Aspekte betont werden. Dabei unterstützen die Medien den Prozess der Interpretation, den Lernende sonst selbständig durchlaufen müssten. In engem Zusammenhang mit dem Kognitivismus stehen

auch die Gestaltungsprinzipien³. Bei der Erstellung von Lernmaterialien ist auf diese Rücksicht zu nehmen (Thissen, 1997)

Kritik. Zwar wird in dieser Lerntheorie der Erkenntnisprozess mit betrachtet, jedoch wird kritisiert, dass Ergebnisse seitens der Lehrenden vorgegeben werden. So wird Lernenden eine Situation dargestellt, die sie selbstständig bearbeiten und ihren eigenen Weg zur Lösung finden können, jedoch ist dieses Ziel für alle Lernenden identisch. Es wird somit klar in „richtig“ und „falsch“ kategorisiert (Meir, 2016).

3.1.3. Konstruktivismus

Anders als bei der Theorie des Behaviorismus und Kognitivismus steht hier nicht die Informationsverarbeitung im Fokus, sondern die individuellen Prozesse und Wahrnehmungen. Von Bedeutung ist demnach nicht das Wissen, das an das Individuum herangetragen und von ihm verarbeitet wird, sondern der Mensch selbst und wie er aus seinen Wahrnehmungen der Umwelt eine eigene Sichtweise erschafft. Diese eigene Wirklichkeit orientiert sich an den Erfahrungen, den Lebensumständen und der sozialen Umwelt des Menschen. Dabei gibt es nicht eine als richtig angesehene Wirklichkeit, sondern unendlich viele Sichtweisen, die einen Aspekt widerspiegeln. Wissen entwickelt sich nach dieser Theorie aus einer individuellen Konstruktion heraus und stellt daher keine allgemeingültige Abbildung von Phänomenen dar.

„In Lehr-Lernsituationen bedeutet das, dass konstruktivistische Ansätze nicht das Lösen didaktisch aufbereiteter Probleme, sondern das eigenständige Auffinden und Konstruieren von Problemen sowie den Umgang mit authentischen Situationen in den Vordergrund rücken.“ (Reinmann-Rothmeier et al., 2003, S.36)

Wie erfolgt Lernen? Die Aneignung von Wissen verläuft durch individuelle Konstruktion in dieser Lerntheorie sehr offen. Es wird dabei nicht zwischen richtigen oder falschen Lösungen unterschieden. Der Fokus liegt auf den unterschiedlichen Sichtweisen, die sich aufgrund der individuellen Erfahrungen und Wahrnehmungen entwickeln. Dementsprechend ist der Schwerpunkt in diesen Lehr-Lernumgebungen nicht die Vermittlung von Wissen, sondern liegt beim individuellen und selbstständigen Erarbeiten von Sachverhalten. Die Lernenden sollen schließlich in der Lage sein,

³ Zum Beispiel Gesetz der Nähe, Gesetz der Ähnlichkeit und Gesetz der Geschlossenheit (Bodenmann et al., 2015).

mit neuartigen Themen und Situationen umzugehen und daraus Lösungen zu entwickeln.

Rolle der Lernenden und Lehrenden. Da die Lernenden in dieser Theorie im Mittelpunkt stehen, werden ihnen Informationen angeboten, sodass sie aus diesen Informationen selbstständig Probleme formulieren und diese lösen. Dabei erfahren die Lernenden wenige Vorgaben. Der Lernprozess ist im Konstruktivismus selbstorganisiert. Die nötigen Kompetenzen und Wissen bringen die Lernenden bereits mit. Lehrende konzentrieren sich daher auf die individuellen Voraussetzungen, die die Lernenden mitbringen. Ein Lehrender übernimmt die Rolle eines Coaches, der soziale und eigenständige Lernprozesse unterstützt. Damit ist er dafür zuständig, eine angemessene Lernumgebung zu schaffen und eine förderliche Beziehung zu den Lernenden zu entwickeln.

Gestaltungsprinzipien. Lernmaterialien, besonders mediale Lernangebote, sind in dieser Theorie dafür da, Lernprozesse zu unterstützen und zu fördern. Sie geben keine Antworten vor, sondern regen die Lernenden dazu an, Erfahrungen zu sammeln und neues Wissen zu konstruieren. Meir (2016) betont dabei folgende vier Gestaltungsmerkmale: Die Authentizität der Lernumgebung, situierte Anwendungskontexte, multiple Perspektiven und multiple Kontexte sowie soziale Kontexte.

„Das Lernprogramm ist nicht Instrument zur Wissensvermittlung, sondern reflektierendes System. Es überhäuft seinen Benutzer nicht mit Antworten, sondern hilft ihm zunächst Fragen zu stellen, Fragen zu verstehen und die Problematik der Materie zu erfassen, bevor Antworten entdeckt werden können.“ (Thissen, 1997, S. 10).

Kritik. Kritiken sind an dieser Lerntheorie bislang kaum zu finden. Es handelt sich hier um eine Theorie, die in neuesten Forschungen zu Lehr-Lern-Konzepten großen Zuspruch findet, wenn auch die Umsetzung bisher nur vereinzelt stattfindet. Grund dafür ist die stark veränderte Rolle von Lehrenden und Lernenden im Gegensatz zur häufiger beobachtbaren Lernszenarien wie dem Behaviorismus. Es erfordert viel Zeit und Aufwand, Lernumgebungen nach dieser Theorie zu gestalten. Jedoch steht dieser Aufwand im proportionalen Zusammenhang zum Nutzen dieser Lernumgebungen.

3.2. Aktuelle Forschungen zur Hochschullehre

Die bisher aufgeführten Erkenntnisse werden in aktuellen Forschungen über Konzepte zur Hochschullehre verfolgt. Das Projekt „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ (Glowinski et al., 2018) stellt mehrere Ansätze vor, wie man Bildungswissenschaften, Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrkräftebildung besser miteinander verknüpfen kann. Ein anderes Projekt ist das Praxishandbuch von Kubsch et al. (2021), das sich ebenfalls mit dem Zusammenspiel von Fachwissenschaften und ihren Didaktiken, hier speziell den Naturwissenschaften, beschäftigt. Ein Artikel dieses Sammelbuchs fokussiert sich auf drei Ansätze, wie die Lehrkräftebildung konstruktivistisch gestaltet werden kann.

3.2.1. Toolbox Lehrerbildung

In aktuellen Diskussionen zur Umstrukturierung der Lehrkräftebildung tritt die Kompetenz- und Praxisorientierung immer mehr in den Fokus. Ziel ist es, von Beginn eines Lehramtsstudiums an, die Anforderungen an den Lehrberuf und die Schulpraxis in das Studium zu integrieren (Kunter et al., 2011). Um dieses Ziel zu erreichen, müssen Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaft unter Einbezug der Schulpraxis enger miteinander vernetzt werden. Lewalter et al. (2018) veröffentlichten im Zusammenhang mit der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ eine Toolbox für die Lehrkräftebildung, die eben diese Ziele erfüllen soll. Dieses Beispiel für eine Vernetzung der drei Studienbereiche ist insofern interessant, da sich hier beispielhaft auf die Fachbereiche Mathematik und Informatik konzentriert wird.

Die theoretische Fundierung dieses Konzepts sind die Ergebnisse des COAKTIV-Modells zu den Lehrerkompetenzen. Das COAKTIV-Modell unterscheidet vier Facetten: professionelles Wissen, Überzeugungen, Motivation und Selbstregulation. Die Studierenden sollen durch das neue Konzept dazu befähigt werden, Unterricht inhaltlich anspruchsvoll, kognitiv unterstützend und motivational anregend gestalten zu können (Lewalter et al., 2018). Um dies zu ermöglichen, werden digitale Medien in der Lehre mit eingesetzt, „da diese vielfältigen Möglichkeiten bieten, Lehr-Lernprozesse berufs-feldbezogen zu gestalten und authentisches, fallbezogenes sowie individualisiertes Lernen zu ermöglichen.“ (Lewalter et al., 2018). Nach Seufert und Meier (2016) werden digitale Medien zwar häufig in Online-Lernphasen eingesetzt, jedoch nicht in

Präsenzveranstaltungen. Es bedarf daher einer Lernplattform, die Lernmaterialien anbietet, die sowohl für das Selbststudium als auch für die Präsenzlehre geeignet sind.

Eine weitere Möglichkeit, praxisorientierte Kompetenzen zu erlangen, sind gesciptete Unterrichtsvideos. Mit ihnen können Unterrichtselemente exemplarisch und didaktisch aufbereitet dargestellt werden. Weiterhin stärken sie die Reflexions- und Analysefähigkeit der Studierenden.

Bei der Toolbox werden genau diese benannten Elemente integriert. So handelt es sich dabei um eine öffentlich zugängliche Lernplattform⁴, die gesciptete Unterrichtsvideos nutzt, um die Schulwirklichkeit abzubilden. Die Studierenden bekommen dadurch die Möglichkeit, unterschiedliche Perspektiven realitätsnah einzunehmen und verschiedene Professionswissen miteinander zu verknüpfen.

Nach aktuellem Stand gibt es sieben Lernmodule, die Themen der Erziehungswissenschaften, Fachwissenschaften und Fachdidaktik miteinander verknüpfen. Zwei von diesen Modulen beziehen sich auf die Informatik.

Gestaltung der Toolbox. Jedes der sieben angebotenen Module besteht aus verschiedenen medialen Komponenten, die nicht in einer starren Reihenfolge bearbeitet werden müssen. Zur Modulerstellung werden acht Schritte berücksichtigt. Nach der Themenfindung werden Lernziele festgelegt. Anschließend wird das Grundwissen in den drei Fachbereichen ausgewählt und aufbereitet. Daraufhin werden die Unterrichtsvideos nach vorgegebenen Richtlinien gedreht. Schließlich werden Lernaufgaben in das Modul eingepflegt und didaktisches Begleitmaterial zur Verfügung gestellt (Lewalter et al., 2018).

Erste Evaluationsergebnisse einer Studierendengruppe, die im Rahmen eines Fachdidaktikseminars ein Modul bearbeitet haben, zeigen, dass die Akzeptanz und Nutzerfreundlichkeit der Toolbox hoch sind. Weiterhin ist ein bedeutsamer Lernzuwachs der Studierenden erkennlich. Summative Evaluationen werden zukünftig an externen Standorten durchgeführt (Lewalter et al., 2018).

⁴ Die Toolbox ist öffentlich unter <https://toolbox.edu.tum.de> zugänglich. Allerdings muss zunächst eine Anmeldung erfolgen, bis man die Module nutzen kann. Zum derzeitigen Zeitpunkt sind die Informatikmodule nicht nutzbar, es ist aber davon auszugehen, dass dieser Fehler zeitnah behoben wird.

3.2.2. Konstruktivistische Lehrkräftebildung

In der Hochschullehre ist es üblich, dass die Studierenden im Rahmen von Vorlesungen und Seminaren durch das Halten von Vorträgen aktiv werden.

„Sie [die Vorlesungen und Seminare] unterliegen einem traditionellen, rezipierend ausgerichteten Lehrcharakter und können für Lehramtsstudierende zu dem Paradoxon führen, dass frontal über die positiven Aspekte stärker aktivierender Unterrichtskonzepte gesprochen wird.“ (Grospietsch et al., 2021a)

Diesem Widerspruch kann man entgegenwirken, indem man die Lehr-Lern-Konzepte an Hochschulen konstruktivistischer gestaltet. In einem Artikel des Sammelbandes zur Lehrkräftebildung (Kubsch et al., 2021) fokussiert sich Grospietsch et al. (2021a) auf drei konstruktivistische Lehr-Lern-Konzepte, die an einer Universität für die Biologiedidaktik erprobt wurden. Bei den drei Konzepten handelt es sich um *Lernen mittels Konzeptwechsel*, *Problembasiertes Lernen* und *Situiertes Lernen*.

Lernen mittels Konzeptwechsel. Ziel dieses Konzeptes ist es, Fehlvorstellungen, die Studierende zu Themen haben, die ihre professionellen Berufshandlungen negativ beeinflussen könnten, zu angemessenen Vorstellungen auszubauen. Grospietsch und Mayer (2018) entwickelten ein Modell über den *Professionellen Konzeptwechsel*, dass aus drei Elementen besteht.

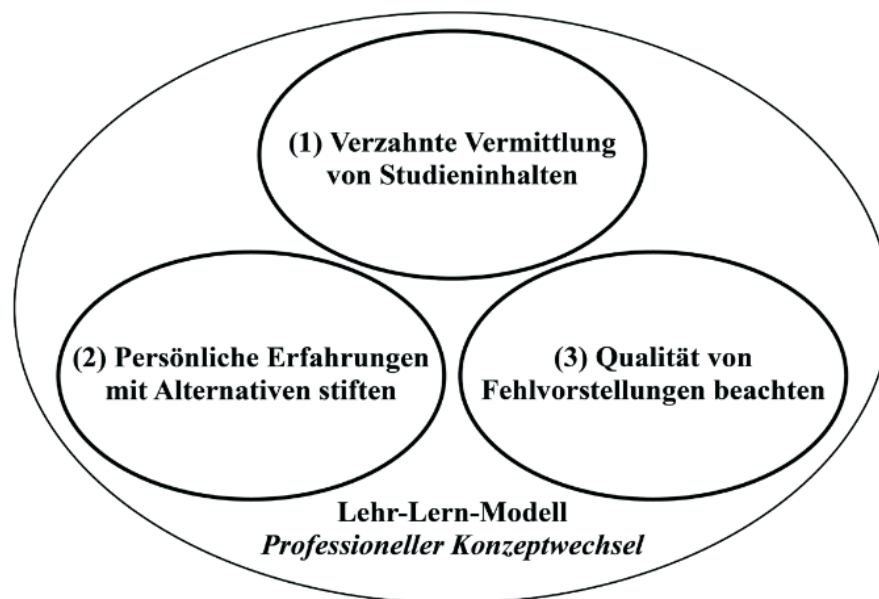


Abbildung 3: Lehr-Lern-Modell Professioneller Konzeptwechsel [Grospietsch et al., 2021a, S. 31]

- Element 1: Wissens Elemente unterschiedlicher Professionswissen sollen kognitiv stärker vernetzt werden, um Fehlvorstellungen besser reflektieren zu können.
- Element 2: Lernbiografische Überzeugungen sollen durch angemessene wissenschaftliche Überzeugungen ersetzt werden.
- Element 3: Beschreibt unterschiedliche Qualitäten von Fehlvorstellungen und dazu passende Instruktionsstrategien nach dem Kategorisierungsansatz⁵.

Umsetzung. Eine Umsetzung dieses Lehr-Lern-Konzepts stellen Grospietsch und Mayer (2021) für den Biologieunterricht vor. Um Wissen miteinander zu vernetzen, wie es *Element 1* erfordert, „werden kognitionspsychologische, neurowissenschaftliche und biologiedidaktische Themen in drei Veranstaltungsblocken je abwechselnd und damit stark miteinander verschachtelt gelehrt“ (Grospietsch et al., 2021a). Die Studierenden nehmen dabei nacheinander unterschiedliche Perspektiven zu einem Thema ein. Als Anwendung des erworbenen Wissens wird in einem vierten Block Unterrichtsmaterial für das behandelte Thema entwickelt. Somit wird nicht nur das Wissen rezipiert, sondern auch übertragen und didaktisch reduziert. Durch die Bereitstellung von konstruktivistischen Arbeitsmaterialien wird das *zweite Element* in diesem Lehr-Lern-Konzept umgesetzt. Die Studierenden bekommen die Möglichkeit, nach ihrem eigenen Interesse und Wissensstand Lernmaterial aus der Perspektive des Lernenden auszuprobieren und die damit zusammenhängenden Theorien zu hinterfragen. *Element 3* wird in diesem Beispiel durch Konzeptwechsellisten umgesetzt. Konzeptwechsellisten werden nach Grospietsch und Mayer (2021) als konstruktivistisches Lehr-Lern-Material definiert. Die Lernenden erfahren durch das Zusammenspiel von widerlegenden Texten und Reflexionsaufträgen vor und nach dem Lesen die Möglichkeit, ihre bisherigen Vorstellungen angeleitet zu erweitern, angelehnt an Chis (2013) Theorie.

Problembasiertes Lernen. Dieses Lehr-Lern-Konzept konzentriert sich darauf, die Problemlösefähigkeit und das systematische Denken der Studierenden zu fördern. Das zugrundeliegende Modell des Konzepts ist der *Drei-Phasen-Ansatz* der Problembearbeitung (Wilhelm & Brovelli, 2009).

⁵ Der Kategorisierungsansatz nach Chi (2013) beschäftigt sich mit der Einordnung von Konzepten und beschreibt Fehlvorstellungen dadurch, dass ein Konzept einer falschen ontologischen Kategorie zugeordnet wurde.

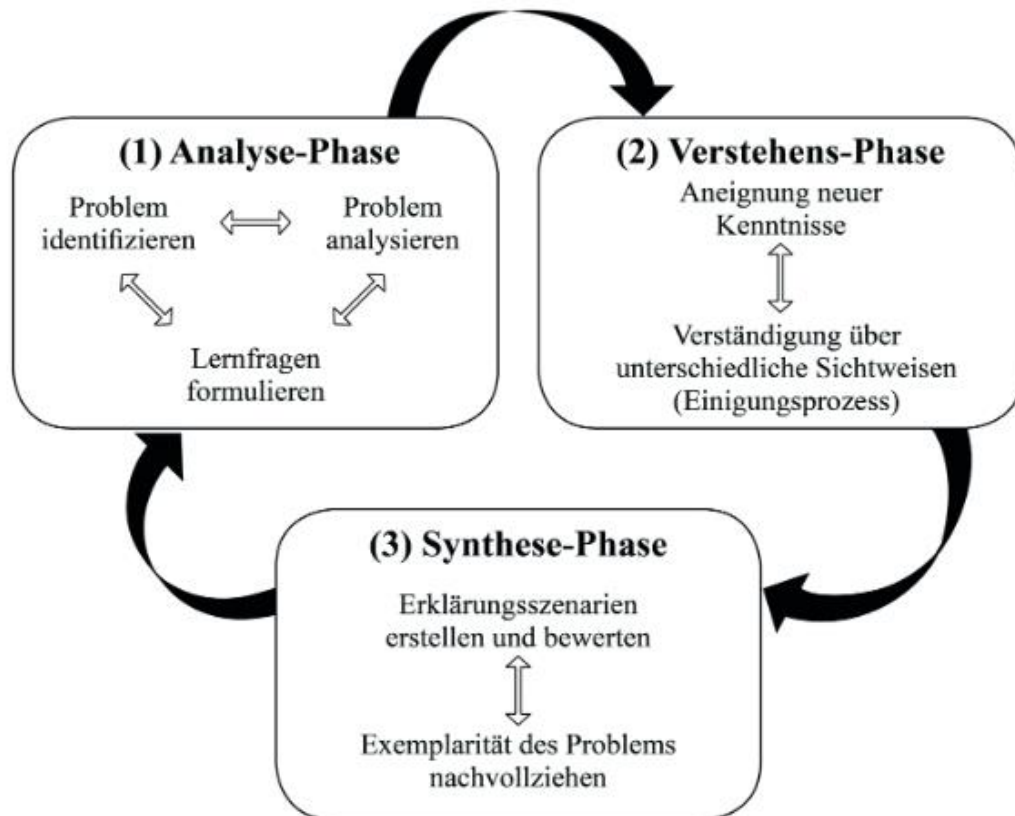


Abbildung 4: Lehr-Lern-Modell für Problembasiertes Lernen. [Grospietsch et al., 2021a, S.33]

Zunächst werden die Studierenden in der *Analyse-Phase* dazu ermutigt, Diskussionen darüber zu beginnen, was ein Problem des Themas sein könnte und Erklärungen dafür zu suchen, was zu diesem Problem führen könnte. Diese werden in einen Zusammenhang gebracht und entsprechend gewichtet. Aus den Kenntnissen können die Studierenden anschließend Lernfragen entwickeln. Diese Lernfragen orientieren sich daran, welches Vorwissen benötigt wird, um Erklärungsversuche für die erfassten Probleme zu unternehmen. In der darauffolgenden *Verstehens-Phase* ist das Ziel, dass die Studierenden sich selbstständig Wissen aneignen, um ihre bereits formulierten Lernfragen beantworten zu können. Diese Wissensaneignung kann vielfältig geschehen: durch eigene Beobachtungen und Versuche oder auch durch ein Literaturstudium. Während dieses Prozesses werden die Antworten der Studierenden stark divergieren. Das liegt unter anderem am jeweiligen Vorwissen und den genutzten Quellen. Daher ist es notwendig, dass sich die Studierenden über ihre Sichtweisen austauschen und ein Einigungsprozess eingeleitet wird. Dieser spiegelt sich in der *Synthese-Phase* wieder. Hier sollen die Studierenden zwei bis drei Erklärungsversuche zum Problem durchführen und diese dann bewerten (Wilhelm & Brovelli, 2009).

Umsetzung. Die Studierenden bekommen im Rahmen der Biologiedidaktik in der ersten Sitzung eine Problemfrage (hier konkret „Wie können Schülerinnen und Schüler zu mehr Systemdenken⁶ in Bezug auf humanbiologische Unterrichtsthemen angeleitet werden?“). Diese Frage wird in der ersten Sitzung durch Unterrichtsbeispiele erarbeitet. Anschließend werden die Teilnehmenden in Zweiergruppen aufgeteilt, die jeweils ein konkretes humanbiologisches Thema sowie einen fachdidaktischen Schwerpunkt passend zum Lehr-Lern-Konzept *Problembasiertes Lernen* übernehmen. In der darauffolgenden Sitzung untersuchen die Teams ihre Problemstellung am Beispiel ihres humanbiologischen Themas. Hier findet die *Analyse-Phase* statt. Die Studierenden entwickeln zu ihrem Schwerpunkt Lernfragen. In den weiteren Sitzungen eignen sich die Studierenden daraufhin neue Kenntnisse zum humanbiologischen Thema und ihrem didaktischen Schwerpunkt an. Weiterhin tauschen sich die Teams untereinander und mit den Dozierenden aus, um unterschiedliche Sichtweisen und Ideen zusammenzutragen. Ziel ist es, eine Seminarsitzung zu gestalten, die mit den übrigen Zweierteams durchgeführt wird. An mehreren Blockveranstaltungen stellen die Tandems ihre Kenntnisse zum fachlichen und fachdidaktischen Schwerpunkt vor, sodass alle Studierenden einen gleichwertigen Wissensstand erreichen (*Verstehens-Phase*). Zum Abschluss des Seminars werden alle gesammelten Kenntnisse in Bezug auf die Problemfrage zusammengetragen, reflektiert und gewertet. Es werden Erklärungsmöglichkeiten entwickelt. Zu jedem humanbiologischen Thema werden abschließend mit der *Synthese-Phase* Unterrichtsthemen mit passenden Problemen gesucht, die sich mit den kennengelernten Methoden anwenden lassen (Grospietsch et al., 2021a).

Situiertes Lernen. Dieses Lehr-Lern-Konzept verfolgt das Ziel, praxisnahe Lernumgebungen zu schaffen, die tragem Wissen⁷ entgegenwirken. Es gibt drei verschiedene Implementationsmerkmale, die sich nach Meier et al. (2018) als geeignete Studienelemente erwiesen haben: *Komplexe Ausgangsprobleme*, *Authentizität* und *Multiple Perspektiven*. Mit *Komplexen Ausgangsproblemen* werden alle Problemstellungen bezeichnet, die ein ausreichend hohes Lernpotenzial für die Studierenden bieten. Im engen Zusammenhang dazu steht das Implementationsmerkmal *Authentizität*. So werden diejenigen Lehr-Lern-Settings bezeichnet, die Lernsituationen und berufliche

⁶ Die Notwendigkeit von Systemdenken im Fachunterricht wird von Arndt (2017) herausgestellt.

⁷ Mit tragem Wissen wird in der Kognitionspsychologie das Wissen bezeichnet, dass in der Theorie vorhanden ist, aber nicht in der Praxis angewendet werden kann (Mörtl-Hafizovic et al., 2006).

Anwendungsmöglichkeiten möglichst authentisch und nah an der Realität darstellen. Das letzte Merkmal der *Multiplen Perspektiven* spricht die Empfehlung aus, dass möglichst viele Akteure und Kontexte in die Aufbereitung und Anwendung von Wissen eingebunden werden sollen. Dies kann einerseits dadurch realisiert werden, dass die Perspektive von Lernenden und Lehrenden getauscht wird. Andererseits kann Multiperspektivität auch durch die Betrachtung eines Themas aus den drei Perspektiven der Bildungswissenschaften, Fachwissenschaften und Fachdidaktiken erfolgen.

Umsetzung. Die Gestaltung solcher Lehr-Lern-Settings wurde an zwei verschiedenen Lehrveranstaltungen ausgearbeitet. Das Ziel beider Veranstaltungen ist eine möglichst enge Verzahnung von Didaktik und Fachwissenschaft, sodass die Studierenden verschiedene Professionsbereiche einbeziehen müssen. In den Veranstaltungen wird zunächst jeweils ein Ausgangsproblem festgelegt und in welchem Rahmen die Studierenden abschließend ihr erworbenes Wissen anwenden sollen. Sie erarbeiten sich daraufhin Lösungsansätze, in denen sie unterschiedliche Professionswissensbereiche einbeziehen. Die *Authentizität* wird in diesen Szenarien dadurch gewährleistet, dass die Studierenden durch anwendungsbezogene Lernumgebungen und durch die Nutzung authentischer Lernmaterialien wie reale Unterrichtsszenen Inhalte fachlich aufarbeiten und fachdidaktisch aufbereiten. Innerhalb beider Veranstaltungen wechseln die Studierenden zwischen der Lehrenden- und Lernenden-Perspektive. So experimentiert zum Beispiel eine Gruppe der Studierenden und wird sich ihrer eigenen Defizite bewusst, währenddessen die andere Gruppe das Experimentieren beobachtet und Hürden diagnostiziert (*Multiple Perspektiven*). Die Überwindung festgestellter Probleme erfolgt abschließend durch Unterrichtssituationen mit Schülerinnen und Schülern und Lehr-Lern-Laboren, in denen die Studierenden ihr erworbenes Wissen anwenden⁸ (Grospietsch et al., 2021a).

Kritik. Nach Grospietsch et al. (2021a) haben sowohl die Studierenden als auch die Lehrenden positive Erfahrungen mit allen drei Lehr-Lern-Konzepten gemacht. Besonders hervorzuheben ist dabei das Konzept zum *Problembasierten Lernen*. Erste Evaluationsergebnisse machen deutlich, dass die Studierenden das Durchlaufen des *Drei-Phasen-Ansatzes* als sehr hilfreich für den späteren Berufsalltag empfanden. Auch *Situiertes Lernen* wird von Grospietsch et al. (2021a) positiv hervorgehoben, da

⁸ Eine Übersichtstabelle zu den beiden Umsetzungsszenarien ist dem Anhang zu entnehmen.

dieser Ansatz für einen signifikanten Wissenszuwachs seitens der Studierenden sorgt, wenn auch dieser Ansatz am aufwendigsten in der Organisation ist. Bisher sind alle Lehr-Lern-Szenarien nur für Seminar-Veranstaltungen erprobt worden. Ob sich diese Ansätze auch für andere Veranstaltungsformate wie Vorlesungen eignen, muss noch erforscht werden.

Erkenntnisse

- Die Rolle der Lernenden und Lehrenden divergiert je nach Lerntheorie. Der Konstruktivismus wird in neuesten Forschungen bevorzugt, da die Lernenden besonders frei arbeiten und Wissen besser im Langzeitgedächtnis gespeichert werden kann.
- In den letzten Jahren wurden viele Modelle zur Hochschullehre für die Lehrkräftebildung entwickelt und evaluiert, die Fachwissenschaften, Bildungswissenschaften und Fachdidaktiken enger miteinander verknüpfen. Umfassende Modelle für die Informatik existieren bislang nicht.
- Konstruktivistische Lehrmodelle wie *Lernen mittels Konzeptwechsel*, *Problembasiertes Lernen* und *Situiertes Lernen* wurden für die Biologiedidaktik entwickelt und teilweise evaluiert. Eine Übertragung auf die Informatikdidaktik ist möglich.

4. Informatikdidaktik am Beispiel der Universität Potsdam

Leitfragen

- Welche Vorgaben gibt die KMK zur Lehrkräfteausbildung?
- Wie sind die Informatikdidaktik-Module aufgebaut und welche Ziele verfolgen sie?
- Wie wird die „Didaktik der Informatik I“ der Universität Potsdam bisher umgesetzt?
- Inwiefern berücksichtigt die Umsetzung die konstruktivistische Lerntheorie?

4.1. Standards der KMK für die Lehrkräftebildung

In ihren Beschlüssen über die ländergemeinsamen Anforderungen in der Lehrkräftebildung hat die KMK 2008 nicht nur ein Kompetenzprofil für die Fachwissenschaften angehender Lehrkräfte formuliert, sondern auch für jede Fachdidaktik (siehe Abschnitt 2.3.). Die KMK setzt somit einen Rahmen für die inhaltlichen Anforderungen an die Fachdidaktiken. Je nach Bundesland und Universität können diese innerhalb des Rahmens eigene Schwerpunkte und zusätzliche Anforderungen stellen. Unter Kapitel 9 der Beschlüsse wird die Informatik aufgeführt. Es werden sowohl ein Kompetenzprofil als auch konkrete Studieninhalte vorgestellt. Von Relevanz sind die Aussagen zur Fachdidaktik.

Im fachspezifischen Kompetenzprofil wird nicht nach Studienbereichen unterschieden. Es ist jedoch abgrenzbar, welche Kompetenzen vorrangig in der Fachdidaktik oder der Fachwissenschaft erworben werden können. Die Kompetenzen, die der Ausbildung innerhalb der Fachdidaktik zugeschrieben werden, lassen sich grob unter den Themen *Didaktische Reduktion und Binnendifferenzierung*, *empirische Unterrichtsforschung* und *Unterrichtsplanung* zusammenfassen⁹.

Didaktische Reduktion und Binnendifferenzierung. Eine wichtige Kompetenz, die angehende Lehrkräfte am Ende ihres Studiums erreicht haben sollten, ist die Fähigkeit, komplexe informatische Inhalte für Schülerinnen und Schüler verständlich erklären zu können. Diese Inhalte und Erklärungen müssen für heterogene Gruppen angemessen fachlich gestaltet werden. Dazu zählt ebenfalls, den Lernenden außerschulische

⁹ Eine Übersicht über das fachspezifische Kompetenzprofil sowie der Studieninhalte befindet sich im Anhang.

Förderangebote anzubieten und leistungsstarke Schülerinnen und Schüler zu motivieren, an Wettbewerben teilzunehmen. Auch wenn inklusive Maßnahmen nicht konkret erwähnt werden, so sollen angehende Lehrkräfte im Laufe ihres Studiums dazu befähigt werden, mittels leichter Sprache Differenzierung durchführen zu können.

Empirische Unterrichtsforschung. Lehramtsstudierende sollen die Kompetenz erlangen, fachdidaktische Konzepte und empirische Befunde zu nutzen, um Vorstellungen der Schülerinnen und Schülern zu analysieren, Lernfortschritte zu bewerten und fördern sowie die Lernenden für das Lernen von Informatik zu motivieren.

Unterrichtsplanung. In Bezug auf die didaktischen Reduktion und Binnendifferenzierung sollen die Studierenden die Kompetenz erlangen, Unterrichtskonzepte und Unterrichtsmethoden einer heterogenen Gruppe angemessen gestalten zu können. Weiterhin sollen sie Möglichkeiten kennen und anwenden, wie informatische Konzepte illustriert werden können, um sowohl die visuelle, auditive als auch haptische Wahrnehmung anzusprechen. Im Rahmen ihres Studiums sollen die Studierenden weiterhin Erfahrungen mit kompetenzorientierter Planung und der Durchführung von Unterricht sammeln und die Leistungsdiagnose und Leistungsbeurteilung der Informatik kennenlernen.

Kompetenzen, die sich allen drei Themen zuordnen lassen können, sind Kompetenzen zur Digitalisierung. Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Entwicklungen der Digitalisierung rezipieren sowie Chancen und Grenzen reflektieren zu können. Weiterhin sollen sie diese Erkenntnisse nutzen, um unterrichtliche und curriculare Konzepte weiterzuentwickeln. Ebenfalls sollen sie dazu in der Lage sein, digitale Medien in Bezug auf eine Barrierefreiheit, Differenzierung und individueller Förderung zu nutzen.

Die Studieninhalte für die Fachdidaktik der Informatik spiegeln diese aufgeführten Themen wider. Beides zusammen, die fachspezifischen Kompetenzen und die Studieninhalte, bilden die Grundlage für die Modulplanung und -entwicklung seitens der Universität.

Fachdidaktik Informatik
<ul style="list-style-type: none"> • Grundsätze und Standards für den Informatikunterricht • Planung, Organisation und Durchführung von Informatikunterricht • didaktische (Re-)Konstruktion fachlichen Wissens, insbesondere didaktische Reduktion (Beispiele) • Kenntnis, Analyse und didaktische Aufbereitung von verschiedenen Kontexten zur Motivation aller Schülerinnen und Schüler • Methoden, Techniken und Medien zur Erschließung informatischer Inhalte, so dass die visuelle, auditive und haptische Wahrnehmung angesprochen und die Regeln für leichte Sprache beachtet werden • historische und aktuelle Unterrichtsansätze und typische Unterrichtsmethoden und -techniken der Informatik • Analyse und Bewertung von Lehr- und Lernprozessen im Informatikunterricht unter Berücksichtigung der individuellen Voraussetzungen und Fähigkeiten aller Schülerinnen und Schüler

Abbildung 5: Studieninhalte der Fachdidaktik Informatik. [KMK, 2008, S.37]

Wenn auch die konkrete Schwerpunktsetzung seitens der Universitäten und Bundesländer individuell erfolgen kann, sind die bereits aufgeführten Themen *Didaktische Reduktion und Binnendifferenzierung*, *empirische Unterrichtsforschung* und *Unterrichtsplanung* von besonderer Wichtigkeit, was entsprechend berücksichtigt werden muss.

4.2. Didaktik der Informatik der Universität Potsdam

Nach Angaben der Seite studieren.de¹⁰ gibt es in Deutschland derzeit 40 Universitäten, die Informatik mit Lehramtsbezug als Studiengang anbieten. Ungefähr die Hälfte der Universitäten bieten Informatik als Bachelor-/ Master-Studiengang an, die restlichen als Staatsexamen.

Die Lehramtsausbildung an der Universität Potsdam erfolgt nach dem Bachelor/Master-Prinzip. Seit 2013 wird der Studiengang Lehramt für die Informatik angeboten. Alle Fachdidaktiken der Universität begleiten ihre jeweiligen Studierenden in den Schulpraktischen Studien und dem Praxissemester. Die inhaltlichen Schwerpunkte, die von den Fachdidaktiken während des Praxissemesters behandelt werden, sind ähnlich und bekommen je nach Studierendengruppe einen anderen Schwerpunkt. Dagegen wird die Gestaltung der Schulpraktischen Studien von jeder Fachdidaktik anders vorgenommen.

Anders ist es auch bei der restlichen Gestaltung der Fachdidaktik-Veranstaltungen. Der Umfang und Inhalt der Veranstaltungen unterscheiden sich je nach Fachdidaktik.

¹⁰ Studieren.de ist eine deutsche Suchmaschinen-Webseite, die Studiengänge sowie Hochschulen und Universitäten in Deutschland listet.

Bezogen auf das Bachelorstudium belegen Informatik-Studierende Fachdidaktik-Veranstaltungen im Umfang von 9 Leistungspunkten (LP). Im Vergleich dazu sind es nach der neuesten Studienordnung in der Mathematik 15 LP. Diese LP können auf mehrere Semester und Teil-Veranstaltungen aufgeteilt werden. Gemein haben jedoch alle Bachelor-Fachdidaktiken, dass 3 LP durch die Schulpraktischen Studien (SPS) abgedeckt werden. Die Betreuung der Studierenden während dieser praktischen Studienphase divergiert jedoch ebenfalls je nach Fachdidaktik.

4.3. Modulaufbau „Didaktik der Informatik I“

4.3.1. Modulbeschreibung

Die in der Modulbeschreibung¹¹ für die „Didaktik der Informatik I“ festgelegten Inhalte orientieren sich stark an den Studieninhalten von der KMK (2008). Zusätzliche Schwerpunkte wurden nicht hinzugefügt. Im weiteren Verlauf der Modulbeschreibung werden Qualifikationsziele formuliert und aufgelistet, was die Studierenden in diesem Modul lernen sollen. Anhand des Inhalts und der Formulierungen der Qualifikationsziele kann man diese als Lernziele für das Modul definieren. Die Lernziele lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die Studierenden sind in der Lage

- historische und aktuelle Unterrichtansätze zu erläutern.
- das Grundmodell für den Informatikunterricht zu erläutern und Informatikunterricht hinsichtlich der Unterrichtsziele einzuordnen.
- den ideenorientierten/kompetenzorientierten Unterricht sowie die fundamentalen Ideen der Informatik zu erklären und begründen.
- die Ziele und Zugänge des Anfangsunterrichts zu klassifizieren und bewerten.
- Ursprung und Merkmale von Projektunterricht zu benennen und erläutern.
- Unterrichtsplanung und Unterrichtsbewertung durchzuführen.
- Fragestellungen der Medienpädagogik zu verstehen und nutzen sowie medienpädagogisches Handeln zu analysieren und bewerten.

¹¹ Die ausführliche Modulbeschreibung, die für die Studierenden der Universität Potsdam veröffentlicht wird, befindet sich im Anhang.

Im Vergleich zu den Vorgaben der KMK entsprechen die Lernziele des Moduls „Didaktik der Informatik I“ nahezu denen der KMK (siehe Kapitel 4.1.). Wenige Aspekte werden durch das Modul bislang nicht abgedeckt. Als ein Lernziel fehlt, dass die Studierenden erste Unterrichtsversuche durchführen. Im Rahmen der SPS sollen Studierende diese ersten Unterrichtserfahrungen sammeln. Da die SPS dem Modul der „Didaktik für Informatik I“ zugeordnet ist, muss diese Kompetenz in der Modulbeschreibung erwähnt werden. Weiterhin wird zwar erwähnt, dass die Studierenden lernen, Unterricht zu planen, für die wissenschaftliche Arbeitsweisen, fachdidaktische Konzepte und empirische Befunde benötigt werden. Jedoch wird diese wissenschaftliche Kompetenz vorausgesetzt und nicht innerhalb des Moduls wiederholt. Zuletzt fehlen in den Ausführungen der Modulbeschreibung Lernziele zum sprachsensiblen Informatikunterricht mit Fokus auf leichter Sprache.

Im weiteren Verlauf der Arbeit werden die SPS in den Betrachtungen zum Modul nicht mit einbezogen, da sie in keiner direkter Verbindung zu der, für das Konzept relevanten, Lehrveranstaltung stehen.

4.3.2. Umsetzung des Moduls

Die „Didaktik der Informatik I“ ist in Vorlesung und Übung unterteilt. Beide Teilveranstaltungen finden einmal pro Woche à 90 Minuten statt. Abgesehen von diesen Präsenzveranstaltungen müssen die Studierenden für das Modul 150 Minuten Selbstlernzeit einplanen. Dazu zählen unter anderem das Bearbeiten von Hausaufgaben sowie die Vor- und Nachbereitung der Vorlesungen. Während des Semesters müssen die Studierenden regelmäßig Hausaufgaben abgeben. Wer mindestens 60% dieser Hausaufgaben richtig hat, wird zur Modulprüfung zugelassen. Diese Modulprüfung wird durch eine 30-minütige mündliche Leistungskontrolle realisiert.

Vorlesung. Die Vorlesung ist in sieben Kapitel unterteilt. In den einzelnen Kapiteln werden Themen über Grundlagen der Informatikdidaktik, Fundamentale Ideen, Anfangsunterricht und Projektunterricht behandelt. Je nach Länge des Semesters werden die einzelnen Kapitel auf mehrere Sitzungen verteilt. Üblicherweise kann man mit 14 Wochen planen, je nachdem wie Feiertage und Veranstaltungstermine liegen. In der folgenden Tabelle ist dargestellt, wie die Kapitel auf 12 Sitzungen aufgeteilt wurden. Dieses Beispiel stammt aus dem Sommersemester 2021. Eine Sitzung ist aufgrund eines Feiertages entfallen und die letzte Sitzung wurde für die Klärung offener Fragen genutzt.

Sitzung	Thema
1	Kapitel 1 - Was ist Informatik?
2	Kapitel 2 - Was ist Didaktik der Informatik?
3	Kapitel 3 - Grundmodell
4	Kapitel 4 - Philosophische Grundlagen bis einschließlich Kant
5	Kapitel 4 - Pädagogische Beiträge bis Beispiele aus Physik, Biologie und Wirtschaft
6	Kapitel 4 - Bestimmung fundamentaler Ideen bis Vorteile des Brunerschen Konzepts
7	Kapitel 4 - Fund. Ideen der Informatik bis Modellbildung/Masterideen
8	Kapitel 4 - Fundamentalitätsnachweise - deduktiv
9	Kapitel 4 - Fundamentalitätsnachweise - empirisch
10	Kapitel 5 - Anfangsunterricht
11	Kapitel 6 - Projektunterricht
12	Kapitel 7 - Unterrichtshilfen

Tabelle 1: Beispiel Vorlesungsplan Sommersemester 2021. [Eigene Darstellung]

Die Studierenden bekommen im Rahmen der Vorlesungsveranstaltungen die Aufgabe, je nach Kursstärke einzeln oder zu zweit eine der Sitzungen zu gestalten und moderieren. Zunächst sollen sich alle Teilnehmenden den Inhalt der kommenden Sitzung im Selbststudium erarbeiten. Dazu bekommen sie Vorlesungsaufzeichnungen eines vergangenen Semesters zur Verfügung gestellt. Auf dieser Grundlage gestalten die Studierenden anschließend ihre eigene Sitzung. Diese soll zuerst mit einer kurzen Einführung in das Thema beginnen. Darauf aufbauend sollen die Vortragenden die Thematik kommentieren und vertiefen, indem sie eigene Quellen mit einbeziehen. Die Sitzungen enden mit einer Plenumsdiskussion, die von den Vortragenden geleitet werden soll. Die konkrete Umsetzung der einzelnen Kriterien ist den Studierenden in Absprache mit dem Dozenten frei überlassen.

Übung. Die Übungen finden im selben wöchentlichen Tonus wie die Vorlesungen statt. Der Schwerpunkt der Übungen ist die Anwendung des in den Vorlesungen kennengelernten Wissen auf die Unterrichtspraxis. Dabei orientieren sich die Übungen nicht strikt an dem Themenplan der Vorlesungen, sondern setzen eigene

Schwerpunkte, die den Lernzielen zur Unterrichtsplanung entsprechen. Jede Übung folgt einer ähnlichen Strukturierung. Zu Beginn werden die Hausaufgaben ausgewertet. Dabei wird auf Fehlerschwerpunkte eingegangen und offene Fragen geklärt. Anschließend folgt ein Input seitens des Dozierenden über das Thema der Sitzung. Innerhalb der Seminargruppe wird daraufhin über dieses Thema diskutiert und abschließend werden die neuen Hausaufgaben vorgestellt, die sich mit diesem Seminarthema beschäftigen. Im Rahmen der Übungen muss jeder Studierende einmalig ein sogenanntes „Micro-Teaching“ halten. Dabei handelt es sich um einen Ausschnitt einer Unterrichtsstunde, den der Studierende vor seinen Kommiliton:innen durchführt. Die übrigen Studierenden wechseln während dieser Einheit in die Rolle der Schüler:innen und agieren dementsprechend. Sie sind dazu angehalten, Fragen zu stellen und ein großes Spektrum an möglichen Schülerlösungen der Aufgaben anzubieten. Im Anschluss dieser Unterrichtssequenz werten die Studierenden diese gemeinsam aus und diskutieren aufgetretene Probleme.

Room-X. Vor der Corona-Pandemie war die Betreuung des Room-X ein fester Bestandteil des Fachdidaktik-Moduls. Dabei handelt es sich um einen Escape-Room der Universität Potsdam für informatische Themen ab Klasse 10. Schulklassen können diesen Raum im Rahmen des Informatikunterrichts besuchen. Da immer nur drei bis sechs Personen gleichzeitig die Rätsel des Raumes lösen können, muss der restliche Teil der Schulklasse betreut werden. Dafür sind die Studierenden zuständig, die zu diesem Zeitpunkt das Modul belegen. Sie bekommen Aufgabenvorschläge oder können eigene Aufgaben erstellen, die sie zur Überbrückung der Wartezeit mit den Schülerinnen und Schülern lösen.

4.4. Konstruktivistische Elemente in der Lehre

Nach der konstruktivistischen Lerntheorie (siehe Kapitel 3.1.3.) ist die Lehrperson ein Coach und weniger eine Autoritätsperson. Die Lehrperson unterstützt den Lernenden bei seinen Lernprozessen und schafft ihm eine angemessene Lernumgebung. In Ansätzen lassen sich Merkmale des Konstruktivismus in der bisherigen Modulgestaltung wiederfinden.

Selbstständige Wissenskonstruktion. Die Studierenden werden im Rahmen der Vorlesung dazu aufgefordert, eigenständig eine Sitzung zu moderieren. Um diese Sitzung vorzubereiten, schauen sich die Studierenden zunächst die Vorlesungsaufzeichnung

zur entsprechenden Sitzung aus einem vergangenen Semester an. In dieser Aufzeichnung hält der Dozent die Vorlesung. Anschließend müssen die Studierenden die Thematik unter Berücksichtigung weiterer Quellen zusammenfassen. Zusätzlich entwickeln sie einen Leitfaden für eine Plenumsdiskussion.

Lehrender ist Coach. Auch wenn die Vorlesung, die als Leitfaden dient, vom Dozenten selbst gehalten wurde, müssen sich die Studierenden selbstständig Probleme und Schwerpunkte setzen, die sie vorstellen und diskutieren wollen. Der Dozent steht in diesem Prozess als Coach zur Verfügung, um bei Unklarheiten helfen zu können. Weiterhin kann er kontaktiert werden, was die inhaltliche Schwerpunktsetzung der Sitzung betrifft.

Kritik. Die aufgeführten Elemente, die bisher umgesetzt werden, bilden eine gute Grundlage für ein darauf aufbauendes konstruktivistischeres Modell. Die Wissensaneignung erfolgt bereits nach der Leitidee des Konstruktivismus. Ein Lernprozess ist mit der reinen Aneignung von Wissen jedoch noch nicht beendet. Die Wissensaneignung im Rahmen dieser Lehrveranstaltung erfolgt konstruktivistisch, das Feedbacksystem und die damit zusammenhängende Wissensüberprüfung/-festigung jedoch noch nicht. Da die Übungen nicht konsequent auf die Inhalte der Vorlesungen abgestimmt sind, fehlt es den Studierenden an Wissensanwendung. Als einzige schulpraktische Erfahrung mit Schüler:innen dient hier die Betreuung im Rahmen des Room-X. Aufgrund der pandemischen Lage fiel dieser Modulteil bereits für drei Kurse aus. Auch das Feedback, das die Studierenden erhalten, erhalten sie nur durch die Gespräche mit dem Dozierenden und den Kommiliton:innen, gegenüber denen sie die Vorlesung moderieren. Sie erhalten kein Feedback durch die Anwendung des Gelernten. Auch die Wahl der Prüfungsform, in diesem Fall eine mündliche Prüfung, spiegelt den Konstruktivismus nur bedingt wider. In mündlichen Prüfungen werden überwiegend Modelle abgefragt, nur in Teilen müssen diese Modelle auch angewendet werden. Demnach wird nur ein sehr flaches Fachverständnis geprüft, das dem Behaviorismus nahekommt.

Erkenntnisse

- Die KMK gibt für die Ausbildung von Informatik-Lehrkräften konkrete Angaben zum Kompetenzprofil und den Studieninhalten vor.

- Die „Didaktik der Informatik I“ ist in Vorlesung und Übung unterteilt, die größtenteils unabhängig voneinander Themen behandeln.
- Die Gestaltung der Vorlesung enthält in Ansätzen Merkmale für konstruktivistische Lehre.
- Das Mikroteaching und der Room-X dienen dazu, praktische Lehrerfahrungen zu sammeln. Letzteres fällt aufgrund der pandemischen Lage zurzeit weg.

5. Erstellung des konstruktivistischen Lehrmodells

Leitfragen

- Welche Anforderungen gibt es an das Lehrmodell?
- Welche Voraussetzungen sind seitens der Universität und der Studierenden gegeben?
- Wie kann ein solches Modell strukturiert sein?
- Welche Inhalte sollen gelehrt und welche Materialien können genutzt werden?

5.1. Anforderungen an das Lehrmodell

Die in Kapitel zwei bis vier erworbenen Erkenntnisse dienen als Anforderungen an das neue konstruktivistische Lehrmodell für die „Didaktik der Informatik I“ der Universität Potsdam.

Da in der Natur der Fachdidaktik eine Verknüpfung der drei Wissensbereiche Bildungswissenschaften, Fachwissenschaften und Fachdidaktik liegt, sollte diese Chance stärker betont werden. Riese und Reinhold (2008) sprechen eben dieser engen Vernetzung eine große Bedeutung zu. Möglichkeiten für eine solche Umsetzung werden durch die Veröffentlichung von Glowinski et al. (2018) zur Kohärenz in der Lehrerbildung vorgestellt. Das Projekt „Toolbox Lehrerbildung“ (Lewalter et al., 2018) stellt ebenfalls erste Ansätze vor, wie man Themen dieser drei Fachbereiche durch gezielte Module miteinander verknüpfen kann. Bisherige Ausführungen beziehen unterschiedliche Fachwissenschaften mit ein, umfassende Modelle für die Didaktik der Informatik existieren bisher jedoch nicht.

Lerntheorien machen deutlich, dass Lernende und Lehrende je nach Szenario stark divergente Rollen einnehmen können. Hohen Zuspruch in aktuellen Lehrkonzepten findet der Konstruktivismus (Grospietsch et al., 2021a). In diesem Lehr-Lern-Konzept haben die Lernenden die Möglichkeit, sich möglichst frei von den Instruktionen einer Lehrperson Wissen anzueignen. Schwerpunkte und Fragestellungen entwickeln die Lernenden individuell. Die Lehrperson unterstützt sie bei diesem Prozess als Coach. Drei konstruktivistische Lehrmodelle wurden bereits von Grospietsch et al. (2021a) in der Biologiedidaktik erprobt und teilweise evaluiert. Sie bieten eine gute Grundlage für eine Übertragung auf informatische Lehrinhalte.

Für die Entwicklung eines universitären Lehrkonzepts gibt die KMK genaue Vorgaben, an denen sich orientiert werden muss. Anpassungen können nur durch eine eigene Schwerpunktsetzung oder dem Hinzufügen weiterer Themen vorgenommen werden. Die Lehre der Informatikdidaktik an der Universität Potsdam deckt diese Vorgaben der KMK bereits ab. Aus den Formulierungen der Modulbeschreibungen ist jedoch ersichtlich, dass einige wenige Themen nur in Ansätzen eine Rolle spielen. Ebenfalls lässt sich feststellen, dass in der bisherigen Lehre bereits Merkmale der Lerntheorie des Konstruktivismus berücksichtigt werden.

Ziel des neuen Modells ist es nun, die Forschungen zur konstruktivistischen Hochschullehre aufzugreifen und auf eine Anwendung in der Informatik zu übertragen. Dabei werden sowohl bestehende Konzepte des Moduls aufgegriffen, als auch zusätzlich Elemente zur Verknüpfung von Bildungswissenschaft, Fachwissenschaft und Fachdidaktik berücksichtigt.

5.2. Lehr- und Lernvoraussetzungen

Das Modul „Didaktik der Informatik I“ wird nur im Sommersemester an der Universität Potsdam angeboten. Die Zahl der Teilnehmenden divergiert je nach Semester stark. Es kann davon ausgegangen werden, dass circa 10 bis 20 Studierende diesen Kurs besuchen. Man unterscheidet zu diesem Zeitpunkt des Studiums noch nicht die Schwerpunktsetzung der Sekundarstufe I und II.

5.2.1. Situationsspezifische Lernvoraussetzungen

Sachkompetenz. Die Kurse sind insgesamt eher leistungsheterogen. Einige Studierende bringen ein großes Spektrum an fachwissenschaftlichem Vorwissen mit und können sich neue Themen schnell erschließen und auf komplexe Zusammenhänge anwenden. Jedoch gibt es in den Kursen auch Studierende, denen es schwerfällt, Vorwissen zu aktivieren oder Gelerntes auf neue Themen anzuwenden. Weiterhin ist es für sie schwierig, den Transfer von Wissen auf andere Sachverhalte durchzuführen. Dies wird schon daran deutlich, dass sie Schwierigkeiten haben, den Software-Lifecycle wiederzugeben. Deswegen ist es häufig nötig, grundlegende Inhalte zu wiederholen, damit sie die Möglichkeit haben, den neuen Themen zu folgen. Kreative Aufgaben werden unterschiedlich angenommen. Einige Studieren erfüllen die Anforderungen im nötigen Rahmen, andere arbeiten weit darüber hinaus.

Inhaltsbezogene Kompetenz. Das Didaktik-Modul ist im Studienverlaufsplan¹² für das Informatik Lehramt der Universität Potsdam im vierten Semester vorgesehen. Demnach kann davon ausgegangen werden, dass die Studierenden die Grundlagenvorlesungen zur Theoretischen Informatik und Programmierung bereits erfolgreich absolviert haben. In der offiziellen Modulbeschreibung wird angegeben, dass keine Module als Voraussetzung absolviert sein müssen, um das Fachdidaktik-Modul zu besuchen. Auf der Webseite der Didaktik für Informatik in Potsdam werden jedoch zwei Module vorausgesetzt und eines empfohlen.¹³ Als Voraussetzung werden die Module „Grundlagen der Programmierung“ und „Algorithmen und Datenstrukturen“ erwähnt, empfohlen wird außerdem das Modul „Theoretische Informatik I“. Diese Voraussetzungen sind jedoch nicht offiziell, da sie weder in der alten noch in der neuen Studienordnung für das Informatik-Lehramt vermerkt sind.

Personal- und Methodenkompetenz. Die Studierenden sind es durch andere Veranstaltungen in ihrem Studiengang gewohnt, nur bedingt aktive Eigenleistung zur Wissensaneignung im Rahmen der Vorlesungen zu erbringen. Im Regelfall hält der Dozierende für 90 Minuten seine Vorlesung, ohne die Studierenden aktiv mit einzubinden. Erst durch die Vor- und Nachbereitung dieser Veranstaltungen werden die Studierenden im Wissenserwerb aktiv. Im Rahmen von Seminaren und Übungen ändert sich die Rolle der Lernenden. Sie werden dazu aufgefordert, Übungsaufgaben zu bearbeiten und sich mit Kommiliton:innen auszutauschen. Die Sozialform, in der die Studierenden arbeiten, dürfen sie meist selbst wählen. Viele haben da schon ihre Präferenz und erledigen ihre Aufgaben immer typisch allein oder mit den gleichen Partner:innen, die sie aus anderen Veranstaltungen kennen. Weiterhin sind die Studierenden es gewohnt, wöchentliche Hausaufgaben abzugeben und Hausarbeiten zu schreiben, die für die Zulassung zur Prüfung notwendig sind.

5.2.2. Stoffdidaktische Analyse

Die „Didaktik der Informatik I“ ist nach Studienverlaufsplan im vierten Fachsemester vorgesehen. Auch wenn in der Modulbeschreibung keine Module als Voraussetzung festgelegt werden, kann davon ausgegangen werden, dass die Studierenden bereits Grundlagenveranstaltungen zur Programmierung und eventuell auch zur

¹² Dem Anhang liegt ein Auszug aus dem Studienverlaufsplan für das Informatik Lehramt der Universität Potsdam zur Orientierung bei.

¹³ Die erwähnt Webseite ist <http://ddi.cs.uni-potsdam.de/rootcollection>.

Theoretischen Informatik belegt haben. Dies ist auch damit zu begründen, dass die Didaktik-Veranstaltung nur im Sommersemester angeboten wird und ein Studienbeginn in das Lehramt in Potsdam nur zum Wintersemester möglich ist. Aus der Fachwissenschaft bringen die Studierenden daher folgende für die Informatikdidaktik hilfreiche Kenntnisse mit: Algorithmen halbformal erstellen, einfach Algorithmen in Python implementieren, einfach Programme in Assemblersprache ausdrücken und über Grenzen von Algorithmen diskutieren.

Abgesehen von der Fachwissenschaft ist davon auszugehen, dass die Studierenden bereits Veranstaltungen der Bildungswissenschaften belegt haben. Im ersten Semester des dazugehörigen Studienverlaufsplans ist die Vorlesung zur Schulpädagogik und Didaktik vorgesehen. Hier lernen die Studierenden die Grundlagen zur empirischen Unterrichts- und Bildungsforschung sowie allgemeine Prinzipien und Merkmale des lernwirksamen und motivierenden Unterrichts.

Weiterhin ist in jedem Bachelor-Studium mit Lehramtsbezug der Universität Potsdam die Belegung des Seminars „Akademische Grundkompetenzen“ vorgesehen. Dieses Seminar belegen die Studierenden in einer ihrer Fachwissenschaften. Im Rahmen der Akademischen Grundkompetenzen lernen die Studierenden einerseits, wie sie sich selbst organisieren können. Dazu zählt beispielsweise Zeitmanagement und Lernstrategien. Andererseits werden Grundlagen über wissenschaftliches Arbeiten wiederholt und vertieft. Dies beinhaltet Recherchetechniken und der Umgang mit Quellen sowie damit zusammenhängend Zitiertechniken.

Ausgehend von diesen Kompetenzen wird das Modul der „Didaktik der Informatik I“ aufgebaut. Die Studierenden lernen zum ersten Mal in ihrem Lehramtsstudium die fachdidaktische Perspektive kennen. Besonders im Hinblick auf den weiteren Studienverlauf dient die „Didaktik der Informatik I“ als fachdidaktische Vorbereitung auf die Schulpraktischen Studien, also den ersten Unterrichtserfahrungen aus Lehrkraft-Perspektive. Wie aus den Qualifikationszielen der Fachdidaktik hervorgeht, sollen die Studierenden mit den gewonnen Erkenntnissen dazu in der Lage sein, fachdidaktisch begründet Unterricht zu planen und durchzuführen (siehe Kapitel 4.3.1.). Weiterhin sollen sie dazu befähigt werden, fachdidaktische Problemstellungen analysieren und diskutieren zu können. Die Fachdidaktik als natürliches Bindeglied zwischen Bildungswissenschaften und Fachwissenschaften soll die Studierenden weiterhin dazu

animieren, diese Fachbereiche miteinander in Verbindung zu bringen und auf den schulischen Alltag zu übertragen.

In naturwissenschaftlichen Studiengängen, wie die Universität Potsdam die Informatik einordnet, ist wissenschaftliches Arbeiten von geringerer Bedeutung. Nur in wenigen fachwissenschaftlichen Modulen ist es nötig, wissenschaftliche Arbeiten zu verfassen. Häufiger wird die Anwendung von Wissen durch das Lösen von Aufgaben umgesetzt. Die Bildungswissenschaften orientieren sich dagegen stärker an dieser Form der Wissenserarbeitung und -sicherung. In einigen Modulen ist es Teil der Modulleistung, eine wissenschaftliche Hausarbeit zu schreiben. Diese Kompetenz wird besonders zum Studienabschluss, mit dem Schreiben der Bachelorarbeit, benötigt. Durch das Schreiben von Unterrichtsentwürfen wird in der Fachdidaktik ebenfalls eine Wissenschaftlichkeit erwartet.

5.3. Didaktische und methodische Entscheidungen

Die Modulplanung orientiert sich an dem Konzept von Grospietsch et al. (2021a) zum *Problembasiertem Lernen*. Dieses Konzept eignet sich besonders gut, um bestehende Strukturen und Inhalte des Moduls aufzugreifen und neu einzuordnen. In der *Verstehens-Phase* können so bereits vorhandene Materialien genutzt werden, um sie als Orientierung für die Wissensaneignung zu verwenden. Beim Modell des *Situierten Lernens* werden die gewonnen Kenntnisse praxisnah an Unterrichtssituationen erprobt. Dies ist aufgrund der bisherigen Modulstrukturierung nicht umsetzbar und würde eine Neustrukturierung des Moduls erfordern oder eine enge Verbindung zwischen der „Didaktik der Informatik I“ und den SPS erfordern. Das Modell ist daher für eine Übertragung auf die Informatik im festgelegten Rahmen ungeeignet. Das Modell des *Lernens mittels Konzeptwechsel* ist für die Übertrag auf die Informatik ebenfalls weniger geeignet. Es gibt nur wenige Themen der Qualifikationsziele, die sich aus verschiedenen Fachwissenschaftlichen Perspektiven betrachten lassen. Daher wird auch dieses Modell nicht weiter betrachtet. Ein weiterer Aspekt, der für die Orientierung am *Problembasiertem Lernen* spricht, ist die Möglichkeit, dass das bisherige Konzept des Moderierens einer Vorlesung aufgegriffen und neu umgesetzt werden kann.

5.3.1. Planung des Moduls und des Lehr-Lern-Prozesses

Einige der formalen Vorgaben des bisherigen Moduls werden beibehalten. Das bezieht sich besonders auf die Unterteilung der Lehrveranstaltung in Vorlesung und Übung, somit einer Kontaktzeit von vier Semesterwochenstunden. Geändert werden die Inhalte der Veranstaltung und die Rolle der Dozierenden. Begründet ist dies dadurch, dass so eine einfachere Erprobung des Modells erfolgen kann, ohne die Studienordnung für das Informatik-Lehramt zu ändern.

Das Konzept zum *Problembasiertem Lernen* von Grospietsch et al. (2021a) wird als Orientierung für die Modulplanung genutzt. Mit ihren Vorstellungen zu den Lehr-Lern-Konzepten veröffentlichen Grospietsch et al. (2021b) ebenfalls auch Seminarpläne¹⁴. Der Seminarplan zum *Problembasierten Lernen* ist für humanbiologische Unterrichtsthemen konzipiert. In 13 Sitzungen à 90 Minuten wird je ein fachdidaktischer Schwerpunkt am Beispiel eines humanbiologischen Inhalts erläutert. Die 13 Sitzungen werden auf fünf Blockveranstaltungen aufgeteilt. Der erste Termin mit zwei Sitzungen dient zur Organisation und Themenwahl. In diesem Block findet die *Analyse-Phase* statt, in der die Problemfrage des Seminars anhand von Unterrichtsbeispielen erarbeitet wird. Die weiteren drei Blocktermine sind der *Verstehens-Phase* zugeordnet. Hier gestalten die jeweiligen Studierendenteams ihre Sitzung. Im letzten Block wird zunächst die letzte Sitzung zur *Verstehens-Phase* von den Studierenden geleitet, bevor zuletzt im Rahmen der *Synthese-Phase* eine Nachbesprechung durchgeführt wird. Diese beinhaltet die Rekapitulation und Reflektion der vorgestellten Inhalte in Bezug auf die ursprüngliche Problemfrage.

Die Tabelle 2 veranschaulicht eine mögliche Übertragung des Konzepts auf die „Didaktik der Informatik I“. Es wird ebenfalls zwischen fachdidaktischem Schwerpunkt und fachwissenschaftlichem Schwerpunkt unterschieden. Anders als beim Seminarplan von Grospietsch et al. (2021b) muss im informatischem Modell zwischen den Themen der Vorlesung und der Übung separiert werden, da das Modul nicht in Seminarform angeboten wird. Da in der konstruktivistischen Lerntheorie der Lehrende als Coach dient, können in den Zeiten der Vorlesung und Übung die Studierenden frei ihren Aufgaben nachkommen und können zu jedem Thema zwei Dozierenden-Perspektiven erfahren. Somit gliedert sich jeder Termin in zwei Sitzungen. Die erste

¹⁴ Der Seminarplan zum *Problembasiertem Lernen* befindet sich im Anhang.

Sitzung findet im Rahmen der Vorlesung statt, die zweite Sitzung im Rahmen der Übung. Die Vorlesung wird vom Dozierenden begleitet, der auch die Vorlesungsaufzeichnung entwickelt hat.

Thema	Sitzung	Fachdidaktischer Schwerpunkt	Fachwissenschaftlicher Inhalt
I	1	Vorbesprechung und Themenwahl mit Verweis auf wissenschaftliches Arbeiten	
	Analyse-Phase		
	2	Einführung - Das Unterrichtskonzept des Problembasierten Lernens (PBL) - Problemfrage („Wie können Schülerinnen und Schüler zu mehr Systemdenken in Bezug auf informatische Unterrichtsthemen angeleitet werden?“) wird anhand von Unterrichtsbeispielen erarbeitet.	
II	Verstehens-Phase		
	3	Unterrichtsplanung - mithilfe der Online-Lerneinheit von „Toolbox Lehrerbildung“ wird die Unterrichtsplanung erarbeitet	Graphen und Bäume
	4	Sequenzplanung - aufbauend auf die Unterrichtsplanung wird das Verfahren Sequenzplanung erarbeitet	Graphen und Bäume
III	5	Fundamentale Ideen - die fundamentalen Ideen der Informatik werden vorgestellt und anhand der Sprachen wird auf die Definition, Bestimmung und Vermittlung fundamentaler Ideen genauer eingegangen	Sprachen
	6	Diskussion und Übertragung auf den Unterricht - Erklärungsszenarien zur anfänglichen Problemfrage werden formuliert und bewertet - authentische Probleme werden dokumentiert und Unterrichtsszenarien entworfen	
	IV	7	Anfangsunterricht - durch den Zugang über Programmierumgebungen werden verschiedene Möglichkeiten für den Anfangsunterricht verglichen und bewertet
8		Diskussion und Übertragung auf den Unterricht - Erklärungsszenarien zur anfänglichen Problemfrage werden formuliert und bewertet - authentische Probleme werden dokumentiert und Unterrichtsszenarien entworfen	
V	9	Systemdenken - Begriff Systemdenken wird am Beispiel der Rechnernetze erläutert und es wird geklärt, inwiefern Systemdenken mit PBL zusammenhängt	Rechnernetze
	10	Diskussion und Übertragung auf den Unterricht - Erklärungsszenarien zur anfänglichen Problemfrage werden formuliert und bewertet - authentische Probleme werden dokumentiert und Unterrichtsszenarien entworfen	
VI	11	EIS-Prinzip - Bestandteile des EIS-Prinzips werden anhand der Caesar-Verschlüsselung erläutert und auf die Bedeutung für die Informatik verwiesen	Caesar-Verschlüsselung
	12	Diskussion und Übertragung auf den Unterricht - Erklärungsszenarien zur anfänglichen Problemfrage werden formuliert und bewertet - authentische Probleme werden dokumentiert und Unterrichtsszenarien entworfen	
VII	13	Komplexität von Problemen - Möglichkeiten zur Regulation der Problemkomplexität werden am Beispiel von Programmiersprachen erläutert und es wird definiert, was „geeignete“ Probleme für PBL sind	Programmiersprachen
	14	Diskussion und Übertragung auf den Unterricht - Erklärungsszenarien zur anfänglichen Problemfrage werden formuliert und bewertet - authentische Probleme werden dokumentiert und Unterrichtsszenarien entworfen	
VIII	15	Projektarbeit - Schritte des Siebensprungs werden vorgestellt. Am Beispiel des Software-Lifecycles wird erläutert, inwiefern darauf basierend Projektarbeit geplant werden kann	Software-Lifecycle
	16	Diskussion und Übertragung auf den Unterricht - Erklärungsszenarien zur anfänglichen Problemfrage werden formuliert und bewertet - authentische Probleme werden dokumentiert und Unterrichtsszenarien entworfen	

IX	17	Simulationen - anhand der Online-Simulation „SQL-Insel“ wird die Chance und Bedeutung von Simulationen im Informatikunterricht erläutert	Abfragesprache SQL
	18	Diskussion und Übertragung auf den Unterricht - Erklärungsszenarien zur anfänglichen Problemfrage werden formuliert und bewertet - authentische Probleme werden dokumentiert und Unterrichtsszenarien entworfen	
X	19	Unterrichtshilfen - die Theorie und Klassifikation von Unterrichtshilfen werden anhand von Sortierverfahren vorgestellt und weitere Beispiele für Unterrichtshilfen aufgeführt	Sortierverfahren
	20	Diskussion und Übertragung auf den Unterricht - Erklärungsszenarien zur anfänglichen Problemfrage werden formuliert und bewertet - Unterrichtshilfen werden erprobt und Einsatzmöglichkeiten diskutiert	
XI	21	Heterogenität und Rolle von Fehlern - mithilfe der Online-Lerneinheit von „Toolbox Lehrerbildung“ wird der Umgang mit Heterogenität und Fehlern erarbeitet	Algorithmik
	22	Diskussion und Übertragung auf den Unterricht - Erklärungsszenarien zur anfänglichen Problemfrage werden formuliert und bewertet - Thema „Frauen in der Informatik“ wird diskutiert und Förderungsmaßnahmen besprochen	
XII	23	Außerschulische Lernorte - Eignung und Integration von außerschulischen Lernorten in PBL werden am Beispiel des Room-X diskutiert und reflektiert	Theoretische Informatik
	24	Erprobung außerschulische Lernorte - Unterstützung bei der Durchführung des Room-X	
Synthese-Phase			
XIII	25	Nachbesprechung - fachwissenschaftliche und fachdidaktische Schwerpunkte werden vor dem Hintergrund der Problemfrage rekapituliert und reflektiert	
	26	Nachbesprechung - gesammelte Unterrichtsszenarien werden rekapituliert und reflektiert	

Tabelle 2: Konstruktivistische Modulplanung "Didaktik der Informatik I". Eigene Darstellung nach Grospietsch et al., 2021b.

5.3.2. Geplanter Lehr-Lernprozess

Beim *Problembasiertem Lernen* steht im Fokus, die Problemlösefähigkeit und das Systemdenken der Lernenden zu fördern. Für die Hochschulbildung angehender Lehrkräfte wird hier der *Drei-Phasen-Ansatz* als Lehr-Lern-Modell genutzt. Für das Modell werden 13 Wochen eingeplant, in denen die einzelnen Sitzungen stattfinden. Da das Modul im Sommersemester angeboten wird, ist es wahrscheinlich, dass Feiertage wie Ostern, Himmelfahrt und Pfingsten auf die Veranstaltungstage fallen und somit einzelne Sitzungen ausfallen. Durch den eingeplanten Puffer wird es dennoch möglich sein, alle relevanten Inhalte bearbeiten und besprechen zu können.

Die Veranstaltungsreihe beginnt mit einer organisatorischen Sitzung. Hier wird das Konzept des Moduls vorgestellt und die Kriterien zum wissenschaftlichen Arbeiten wiederholt sowie gelungene und weniger gelungene Beispiele präsentiert. Die Problemfrage „Wie können Schülerinnen und Schüler zu mehr Systemdenken in Bezug auf informatische Unterrichtsthemen angeleitet werden?“ wird anhand von

Unterrichtsbeispielen erarbeitet. Anschließend teilen sich die Studierenden in Zweiergruppen auf und entscheiden sich für die Moderation einer Sitzung. Die Sitzungen 3, 4 sowie 21 bis 24 werden nicht von Studierenden übernommen, sondern werden von den jeweiligen Dozierenden geleitet. Falls nicht genug Studierende am Modul teilnehmen, übernehmen sie entsprechend mehr als eine Sitzung.

Analyse-Phase. In der zweiten Sitzung, die zum ersten Übungstermin stattfindet, wird zunächst das Grundkonzept des *Problembasierten Lernens* anhand von Unterrichtsbeispielen erarbeitet. Anschließend finden sich die Tandems zusammen und formulieren Probleme und Lernfragen ihres fachwissenschaftlichen Themas. Ihnen wird Literatur zur Verfügung gestellt und es wird auf die Vorlesungsaufzeichnungen verwiesen.

Verstehens-Phase. In der *Verstehens-Phase* eignen sich die Studierenden ausgehend von den Literaturempfehlungen neue Kenntnisse an und tauschen sich mit anderen Studierendentandems und den Dozierenden über weitere Sichtweisen aus. Für diesen Austausch eignen sich Online-Foren, die von den Studierenden aktiv geführt werden müssen. Eine andere Möglichkeit ist eine wöchentliche Online-Konferenz, in der die Dozierenden sowie drei Tandems sich über die Ideen eines Tandems zur Sitzungsgestaltung austauschen. Es empfiehlt sich, vor der dritten Sitzung eine einwöchige Pause einzulegen, um den Studierenden Zeit für die Ausarbeitung ihrer Sitzung zu geben. In dem vorgegeben Modell von Grospietsch et al. (2021a) wird nach der *Analyse-Phase* eine mehrwöchige Pause eingelegt. Sie realisieren das Lehr-Lern-Modell durch Blockveranstaltungen. Die Sitzungen drei und vier werden nicht von den Studierenden moderiert. In der dritten Sitzung erarbeiten sich die Studierenden anhand einer Online-Lerneinheit die Unterrichtsplanung am Beispiel von Graphen und Bäumen und diskutieren anschließend über aufgetretene Schwierigkeiten. In der darauffolgenden Übungs-Sitzung wird das Wissen der Unterrichtsplanung durch die Sequenzplanung erweitert. Anhand des *Vier-Ebenen-Modells* von Hußmann und Prediger (2016) wird das Thema der Stoffdidaktischen Analyse vertieft. Die anknüpfenden Sitzungen werden nun von den Studierenden moderiert. Die Studierenden planen ihre Sitzung so, dass die übrigen Tandem am Beispiel des fachwissenschaftlichen Inhalt Kenntnisse über den dazu verknüpften fachdidaktischen Schwerpunkt aneignen.

Synthese-Phase. Diese Phase wird zu Teilen bereits in die *Verstehens-Phase* integriert. Nach jeder moderierten Sitzung findet eine Übungs-Sitzung statt. Diese hat die

Aufgabe, Erklärungsszenarien zur anfänglichen Problemstellung zu diskutieren und werten. Zu den vorgestellten fachwissenschaftlichen Themen wird weiterhin über mögliche Unterrichtssequenzen und Umsetzungsmöglichkeiten diskutiert und diese festgehalten und gesammelt. Falls es sich bei dem fachdidaktischen Schwerpunkt um eine Unterrichtsmethode handelt, so wird nach weiteren fachwissenschaftlichen Themen und Problemen gesucht, auf die sich die Methoden anwenden lassen. In den Abschlussitzungen 25 und 26 werden zunächst alle fachdidaktischen und fachwissenschaftlichen Themen rekapituliert und reflektiert. Außerdem werden die gesammelten Unterrichtsszenarien strukturiert und reflektiert. Diese werden den Studierenden abschließend zur Verfügung gestellt. Die Studierenden erwerben somit nicht nur fachdidaktische Kenntnisse, die sie mit fachwissenschaftlichen und bildungswissenschaftlichen Kenntnissen in Verbindung bringen, sondern erhalten Ideen, wie sie das Gelernte schulpraktisch umsetzen können.

6. Diskussion und Ausblick

„Beim Seminar ‚Humanbiologie Unterrichtsthemen‘ machen erste Evaluationsergebnisse deutlich, dass die Lehramtsstudierenden das eigene Durchlaufen des Lehr-Lern-Modells Drei-Phasen-Ansatz der Problembearbeitung als sehr positiv und hilfreich für die spätere Berufspraxis empfinden.“ (Grospietsch et al., 2021a)

Problembasiertes Lernen bietet als konstruktivistisches Lehr-Lern-Modell für die Hochschullehre großes Potenzial. Die Lehramts-Studierenden lernen mithilfe eines Ansatzes, den sie in ihrem späteren Berufsalltag ebenfalls aufgreifen und nutzen können. Damit wird der Diskrepanz zwischen traditionell rezipierend ausgerichteten Lehrformen und den Lerninhalten, dass Unterricht möglichst aktivierend gestaltet werden soll, entgegengewirkt.

Der Wandel, dass Schulunterricht vermindert frontal gestaltet werden soll, ist allgemein bekannt. Daraus resultierend wurden die Inhalte der Lehrkräfteausbildung angepasst (KMK, 2004; KMK, 2008). Der frontale Charakter der Vorlesungen, in denen den Studierenden diese Inhalte gelehrt werden, wurde jedoch nur kaum verändert. In den letzten Jahren der didaktischen Forschungen rückte dieses Problem in den Fokus. Sowohl die fehlende Vernetzung von fachwissenschaftlichen, bildungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Kenntnissen wurde kritisiert, als auch die Lehrformen und Modulgestaltungen an sich.

Die Lehr-Lern-Konzepte von Grospietsch et al. (2021a) zeigen deutlich, dass die Studierenden konstruktivistische Lehransätze in der Lehrkräfteausbildung als sehr positiv empfinden. Weiterhin bieten die vorgestellten Konzepte eine gute Übertragbarkeit auf andere naturwissenschaftliche Didaktik-Module.

Auf Grundlage der Informatikdidaktik der Universität Potsdam wurde herausgearbeitet, dass auch hier bereits konstruktivistische Lehransätze berücksichtigt werden. Diese wurden nach Vorbild des *Problembasierten Lernens* weiter ausgebaut. Es entstand ein Modulplan, der die formalen Modulvorgaben der Universität Potsdam berücksichtigt und der die bisherige Gestaltung der Modulinhalte nach Vorbild des Seminarskonzepts zu „Humanbiologische Unterrichtsthemen“ weiterentwickelt.

Für eine Umsetzung des Modulplans ist nun weiterhin eine konkrete Planung derjenigen Sitzungen notwendig, die nicht von den Studierenden moderiert werden. Konstruktivistische Lehrformen erfordern einen großen Vorbereitungsaufwand

seitens der Lehrenden (Meir, 2016), denn es müssen unter anderem Literatur und Materialien für die Studierenden bereitgestellt werden. Weiterhin stehen die Dozierenden permanent als Coach für alle Studierenden zur Seite und müssen deren Lernprozess überblicken.

Was in dem Lehr-Lern-Modell nicht berücksichtigt wird, ist die Form der Modulprüfung. Um das Konzept möglichst einfach erproben zu können, sollten die formalen Modulvorgaben nicht verändert werden. Jedoch entspricht eine mündliche Prüfung nur in Ansätzen der konstruktivistischen Lerntheorie. Aus diesem Grund sind folgende weiterführende Fragen interessant:

- Welche alternativen Prüfungsformen spiegeln die Leitidee des Konstruktivismus wider?
- Wie ändert sich die Lernmotivation und der Lernzuwachs, wenn das Modul unbenotet ist und während des Semesters Teilleistungen zum Bestehen erbracht werden müssen?

Die Erbringung unbenoteter Teilleistungen ließe sich gut in das entwickelte Modell integrieren. Eine Teilleistung ist die Moderation der Sitzung. Eine weitere könnte die Erstellung eines Unterrichtsentwurfes sein. Beispielsweise wäre eine Aufgabe, einen Unterrichtsentwurf zu einer vorgestellten Unterrichtsmethode mit selbstgewähltem fachwissenschaftlichen Schwerpunkt auszuarbeiten. Da kein Zeitdruck zur Benotung des Moduls vorherrscht, können die Studierenden selbstständig entscheiden, wann sie diesen Unterrichtsentwurf abgeben. Es kann ihnen so die Möglichkeit geboten werden, individuelle Hilfe zu bekommen und auch Teile des Entwurfes bereits Korrekturlesen zu lassen. Zusätzlich könnten die Studierenden korrigierte Unterrichtsentwürfe überarbeiten und erneut abgeben, um so ein eigenes gelungenes Beispiel für einen Unterrichtsentwurf im Repertoire zu haben.

Die ursprünglichen Lehr-Lern-Konzepte von Grospietsch et al. (2021a) sahen vor, dass die Module in Seminarform durchgeführt werden. Im Fazit ihrer Arbeit erwähnen sie selbst, dass eine Übertragbarkeit der Modelle auf Formate wie Vorlesungen näher betrachtet werden sollte. Das hier entstandene Modell für die Informatik bietet eben diese Grundlage zur Überprüfung der Machbarkeit.

Auch ohne die Rahmenbedingungen des vorgestellten Modells für die „Didaktik der Informatik I“ weiter anzupassen, ist eine Erprobung und Evaluation des Modells interessant. Folgende Fragen sollten weiterführend beantwortet werden:

- Erzielen die Studierenden, die sich die Inhalte konstruktivistisch erarbeitet haben, durchschnittlich bessere Modulleistungen als Studierende des bestehenden Modulkonzepts?
- Steigt die Lernmotivation der Studierenden durch den fortlaufenden Bezug zur Schulpraxis?
- Sind die Kompetenzen zur Unterrichtplanung und Unterrichtsgestaltung bei Studierenden des konstruktivistischen Modells stärker ausgebaut?

Diese beschriebenen Forschungsansätze könnten in Zukunft mit qualitativen und quantitativen Studien untersucht werden. Nach der Aufstellung eines neuen Modulkonzeptes am Beispiel der Universität Potsdam im Rahmen dieser Arbeit lässt sich abschließend feststellen, dass ein standortübergreifender Austausch über innovative Lehr-Lern-Konzepte weiter und stärker gefördert werden muss, um die Ausbildung angehender Lehrkräfte fortlaufend zu verbessern.

7. Literaturverzeichnis

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Arndt, H. & FAU University Press ein Imprint der Universität Erlangen-Nürnberg Universitätsbibliothek. (2017). *Systemisches Denken im Fachunterricht (Bd. 2)*. Amsterdam University Press.
- Baumert, J.; Kunter, M. (2011): Das Kompetenzmodell von COACTIV. In: Kunter M., Baumert, J.; Blum, W.; Klusmann, U.; Krauss, S. und Neubrand, M. (Hrsg.): *Professionelle Kompetenzen von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann, S. 29–53.
- Bodenmann, G., Perrez, M. & Schär, M. (2015). *Klassische Lerntheorien: Grundlagen und Anwendungen in Erziehung und Psychotherapie (3. unveränd. Aufl.)*. Hogrefe AG.
- Borowski, A. & Glowinski, I. (2018). Vorwort. In *Kohärenz in der universitären Lehrerbildung: Vernetzung von Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaften*. Universitätsverlag Potsdam, S. 9–13. https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/41426/file/kohaerenz_mono.pdf
- Chi, M. T. H. (2013). Two kinds and four sub-types of misconceived knowledge, ways to change it, and the learning outcomes (Educational psychology handbook series). In S. Vosniadou (Hrsg.), *International handbook of research on conceptual change (2. Aufl., S. 49–70)*. Routledge/Taylor & Francis Group.
- Faulstich, P. (2014). *Menschliches Lernen: Eine Kritisch-Pragmatistische Lerntheorie*. Transcript Verlag, Roswitha Gost, Sigrid Nokel u. Dr. Karin Werner.
- Glowinski, I., Borowski, A., Gillen, J., Schanze, S. & Meien, V. J. (2018). *Kohärenz in der universitären Lehrerbildung: Vernetzung von Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaften*. Universitätsverlag Potsdam. https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/41426/file/kohaerenz_mono.pdf

- Grimminger, A. (2020). Das Mehrspeichermodell von Atkinson und Shiffrin. *Erinnern in Stufen*. GRIN Verlag.
- Grospietsch, F. & Mayer, J. (2018). Lernen mittels professionellem Konzeptwechsel in der Hochschuldidaktik. In M. Meier, K. Ziepprecht & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerbildung in vernetzten Lernumgebungen* (S. 149–162). Waxmann.
- Grospietsch, F. & Mayer, J. (2021). Didaktische Rekonstruktion als Planungs- und Forschungsrahmen nutzen - Fachliche Klärung, Gestaltung und Evaluation einer universitären Lehrveranstaltung zum Thema Gehirn und Lernen. *HLZ-Herausforderung Lehrer*innenbildung*, 4(2), 165–192
- Grospietsch, F., Lins, I., Gimbel, K. & Meier, M. (2021a). Lehrkräftebildung an der Hochschule konstruktivistisch gestalten. In M. Kubsch, S. Sorge, N. Graulich & J. Arnold (Hrsg.), *Lehrkräftebildung neu gedacht - Ein Praxishandbuch für die Lehre in den Naturwissenschaften und deren Didaktiken* (S. 29–39). Waxmann.
- Grospietsch, F., Lins, I., Gimbel, K. & Meier, M. (2021b). Lehrkräftebildung an der Hochschule konstruktivistisch gestalten - Lehr-Lern-Prinzipien, -Modelle und -Settings zu Lernen mittels Konzeptwechsel, Problembasiertem und Situiertem Lernen. [Onlinematerial: Seminarpläne zu den präsentierten Lehrveranstaltungen]. In M. Kubsch, S. Sorge, N. Graulich & J. Arnold (Hrsg.), *Lehrkräftebildung neu gedacht – Ein Praxishandbuch für die Lehre in den Naturwissenschaften und deren Didaktiken* (S. 29–39). Waxmann.
- Helmke, A. (2008). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Kallmeyer Verlag (Seelze/Velber). Neubearb., 1. Auflage.
- Hußmann, S., & Prediger, S. (2016). Specifying and structuring mathematical topics: a four-level approach for combining formal, semantic, concrete, and empirical levels exemplified for exponential growth. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 37(S1), 33–67.
- Jahnke, T. (2008). Rede an Hörerinnen und Hörer der Vorlesung „Einführung in die Mathematikdidaktik“. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, (85), 15-19.

- Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote* (De Gruyter Studium) (5th expanded edition). De Gruyter Oldenbourg.
- Kerres, M. & de Witt, C. (2002). Quo vadis Mediendidaktik? Zur theoretischen Fundierung von Mediendidaktik. *Theoriebildung in Mediendidaktik und Wissensmanagement*, 6 (Theoriebildung in Mediendidaktik), 1–22.
- Kiper, H. (2009). Bildungswissenschaften - Begriff - Profile - Perspektiven - In: *PÄD-Forum: unterrichten erziehen* 37/28 (3), S. 127-13.
- Kubsch, M., Sorge, S., Arnold, J. & Graulich, N. (2021). *Lehrkräftebildung neu gedacht*. Waxmann.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (Hrsg.). (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann.
- Lembens, A., Peschek, W. (2009). Was Fachdidaktiken sind und was sie wollen. *IMST Newsletter* 28/2009.
- Lern-Psychologie.de. (2017). Ansgar A. Plassmann und Prof. Dr. G. Schmitt. Abgerufen am Februar 2022, von <http://www.lern-psychologie.de>.
- Lewalter, D., Schiffhauer, S., Richter-Gebert, J., Bannert, M., Engl, A.-T., Maahs, M., Reißner, M., Ungar, P. & V. Wachter, J.-K. (2018). *Toolbox Lehrerbildung - Berufsfeldbezogene Vernetzung von Fach, Fachdidaktik und Bildungswissenschaft*. Universitätsverlag Potsdam. In Glowinski, I., Borowski, A., Gillen, J., Schanze, S. & Meien, V. J. (Hrsg.), *Kohärenz in der universitären Lehrerbildung Vernetzung von Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaften* (S. 331–353). https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/41426/file/kohaerenz_mono.pdf Abgerufen: März 2022.
- Mangold, R. (2015). *Informationspsychologie: Wahrnehmen und Gestalten in der Medienwelt* (2. Aufl. 2016 Aufl.). Springer.
- Meier, M., Gimbel, K., Roetger, R. & Isaev, V. (2018). *Situiertes Lernen in hochschuldidaktischen Lernumgebungen*. In M. Meier, K. Ziepprecht & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerbildung in vernetzten Lernumgebungen* (S. 51–73). Waxmann.

- Meir, S. (2016). 2. Didaktischer Hintergrund Lerntheorien. S. 10–11. https://lehrerfortbildung-bw.de/st_digital/elearning/moodle/praxis/einfuehrung/material/2_meir_9-19.pdf. Abgerufen: Februar 2022.
- Mörrtl-Hafizovic, D., Hartinger, A. & Fölling-Albers, M. (2006). Akzeptanz situierter Lern-erfahrungen in der Lehrerbildung. In J. Seifried & J. Abel (Hrsg.), Empirische Lehrerbildungsforschung – Stand und Perspektiven (S. 63–83). Waxmann.
- Reinmann-Rothmeier, G., Vohle, F., Adler, F. & Faust, H. (2003). Didaktische Innovation durch Blended Learning: Leitlinien anhand eines Beispiels aus der Hochschule (Lernen mit neuen Medien) (1., Aufl.). Hogrefe AG.
- Reinhold, F., Ziernwald, L., Reiss, K. & Hillmayr, D. (2017). Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe: Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit (1. Aufl.). Waxmann.
- Riese, J., Reinhold, P. (2008). Entwicklung und Validierung eines Instruments zur Messung professioneller Handlungskompetenz bei (angehenden) Physiklehrkräften. In: Lehrerbildung auf dem Prüfstand 1 (2008) 2, S. 625-640.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2004). Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2008). Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung.
- Seufert, S., & Meier, C. (2016). Digitale Transformation: Vom Blended Learning zum digitalisierten Leistungsprozess ‚Lehren und Lernen‘. In 24. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW) 2016, 29.08.-01.09.2016, Innsbruck.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), S. 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching. *Foundations of the new reform*. *Harvard educational review*, 57(1), S. 1-22.
- Studien- und Prüfungsordnung (2013). Fachspezifische Studien- und Prüfungsordnung für das Bachelor- und Masterstudium im Studienbereich

Bildungswissenschaften für das Lehramt für die Sekundarstufen I und II (allgemeinbildende Fächer) an der Universität Potsdam. Amtlichen Bekanntmachungen Nr. 11, S. 696 – 708.

Studien- und Prüfungsordnung (2020). Fachspezifische Studien- und Prüfungsordnung für das Bachelorstudium im Fach Informatik für das Lehramt für die Sekundarstufen I und II (allgemeinbildende Fächer) an der Universität Potsdam. Amtlichen Bekanntmachungen Nr. 6, S. 239 – 243.

Sweller, J. (2005). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In R. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (Cambridge Handbooks in Psychology, pp. 19-30). Cambridge: Cambridge University Press.

Thissen, F. (1997): Das Lernen neu erfinden. Grundlagen einer konstruktivistischen Multimedia-Didaktik. In Beck, U., Sommer, W. (Hrsg.), *LearnTec '97*. Tagungsband. Karlsruhe, S. 69–79. <http://teachsam.de/pdf/thissen.pdf>. Abgerufen: März 2022.

Wilhelm, M. & Brovelli, D. (2009). Problembasiertes Lernen (PBL) in der Lehrpersonenbildung: Der Drei-Phasen-Ansatz der Naturwissenschaften. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 27(2), 195–203.

8. Anhang

8.1. Modulübersicht der Bildungswissenschaften der Universität Potsdam

Bachelorstudium	
Modulname	Anbietende Lehreinheit
Schulpädagogik und Didaktik	Erziehungswissenschaft
Lernen und Entwicklung im sozialen Kontext	Psychologie
Grundlagen der Inklusionspädagogik	Inklusionspädagogik
Schultheorie und Bildungsforschung	Erziehungswissenschaft

Tabelle 3: Modulübersicht der Bildungswissenschaft. Eigene Darstellung. [Studien- und Prüfungsordnung, 2013]

8.2. Exemplarische Studienverläufe Lehramt Informatik

Studienverlauf Bachelor of Education - Lehramt Informatik (Mathematik als Kombinationsfach)

1. Fachsemester	2. Fachsemester	3. Fachsemester	4. Fachsemester	5. Fachsemester	6. Fachsemester	Kompetenzbereich
INF-1010 6 LP	INF-3010 6 LP	INF-1060 6 LP	INF-1021 6 LP	INF-1031 6 LP	INF-1050 6 LP	Fachwissen Informatik 60 LP
INF-1020 6 LP	INF-1011 6 LP	INF-1030 6 LP		WPM* INF-1080 INF-2031 INF-2061 6 LP		
			INF-DDI-1 (V+Ü) 6 LP		INF-DDI-1 (SPS) 3 LP	Fachdidaktik Informatik 9 LP
12 LP	12 LP	12 LP	12 LP	12 LP	9 LP	69 LP

* Das Wahlpflichtmodul kann wahlweise auch im SoSe (INF-1040, INF-2010, INF-2030, INF-2040) besucht werden.

Studienverlauf Bachelor of Education - Lehramt Informatik (Mathematik nicht als Kombinationsfach)

1. Fachsemester	2. Fachsemester	3. Fachsemester	4. Fachsemester	5. Fachsemester	6. Fachsemester	Kompetenzbereich
INF-1010 6 LP	INF-6010 6 LP	INF-1020 6 LP	INF-1050 6 LP	INF-1060 6 LP	INF-1021 6 LP	Fachwissen Informatik/ Mathematik 60 LP
MAT-1100 6 LP	INF-1011 6 LP	MAT-1101 6 LP		INF-1030 6 LP		
			INF-DDI-1 (V+Ü) 6 LP		INF-DDI-1 (SPS) 3 LP	Fachdidaktik Informatik 9 LP
12 LP	12 LP	12 LP	12 LP	12 LP	9 LP	69 LP

* Das Wahlpflichtmodul kann wahlweise auch im SoSe besucht werden.

Abbildung 6: Exemplarische Studienverläufe für das Lehramt Informatik [Studien- und Prüfungsordnung, 2020, S. 243]

8.3. Übersicht Methodische Umsetzung zum Situierten Lernen

	Beispiel 1: ‚Aktuelle Themen der Genetik im Unterricht‘	Beispiel 2: ‚Experimentieren diagnostizieren‘
Komplexes Ausgangsproblem	<p><i>Relevanz aktueller Forschung in der Genetik im Biologieunterricht?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Warum? Was braucht es (Lernende & Lehrende)? Wie vermitteln? • Planung und Durchführung einer Unterrichtseinheit zu einem aktuellen molekularbiologischen Forschungsthema unter Rückgriff molekularbiologischer Arbeitsweisen 	<p><i>Hürden beim offenen Experimentieren im (Fach-)Unterricht?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche (Lernende)? Was braucht es (Lehrende)? Wie überwinden? • Betreuung einer Schüler/innen-Kleingruppe bei einem Experiment unter Anwendung fachmethodischen Wissens und fachbezogener Diagnosekompetenz im Bereich Experimentieren
► Lösungsansatz A – <i>Unterschiedliche Professionswissensbereiche einbeziehen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • fachdidaktische Aufbereitung spezieller Fachinhalte: Anbindung an das Kerncurriculum, didaktische Reduktion, Verknüpfung der fachlichen Inhalte und der Umsetzung molekularbiologischer Arbeitstechniken für den Schulunterricht 	<ul style="list-style-type: none"> • fachliche Aufarbeitung fachmethodischer Qualitätskriterien naturwissenschaftlicher Experimente im Schulkontext: fachdidaktische Umsetzung von Experimentalunterricht, Urteilsfehler, Diagnose von typischen Hürden von Lernenden beim Experimentieren
Authentizität	<ul style="list-style-type: none"> • wissenschaftliche Laborarbeit selbst erfahren und anwenden • Erarbeitung und Reflexion von Schülervorstellungen zum Thema Genetik mit Blick auf deren Bedeutung für die Beschäftigung mit aktuellen Forschungsgegenständen im Unterricht 	<ul style="list-style-type: none"> • eigene Experimentierkompetenz erfahren, anwenden und reflektieren • Aufbau und Vertiefung der diagnostischen Fähigkeit zu Hürden beim Experimentieren mittels Gesprächsausschnitt-, Cartoon- und/oder Videovignetten zu/mit realen Unterrichtsszenen
Multiple Perspektiven	<ul style="list-style-type: none"> • explizite Thematisierung fachwissenschaftlicher und fachdidaktischer Lerninhalte im Rahmen von aufeinander abgestimmten fachwissenschaftlichen Labortagen und daran anschließenden fachdidaktischen Vertiefungssitzungen • Fachwissenschaftler/innen und Fachdidaktiker/innen sind Lehrende für die jeweiligen Lerninhalte 	<ul style="list-style-type: none"> • didaktisch induzierte Perspektivwechsel in der Förderung und Anwendung eigener Experimentierfähigkeiten in einer universitären Praxisseinheit (Lernender) sowie Anwendung diagnostischer Fähigkeiten in Experimentierprozessen in vignettengestützten Übungseinheiten (Lehrender) und praktischen Lehr-Lern-Labor-Einheiten mit Reflexionsschleifen (Lernender und Lehrender)
► Lösungsansatz B – <i>Wissen praxisnah anwenden</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung und Erprobung der geplanten Unterrichtseinheit in der eigenen Seminargruppe im universitären Laborsetting (Science Bridge e. V., Lehr-Lern-Labor) 	<ul style="list-style-type: none"> • Hospitation und z. T. Betreuung einer Schüler/innen-Kleingruppe in einem Experimentiermodul der Experimentier-Werkstatt Biologie (FLOX, Lehr-Lern-Labor) in wechselnden Rollen (Beobachter/in, Betreuer/in)

Abbildung 7: Methodische Umsetzung von Implementationsmerkmalen zum situierten Lernen in zwei verzahnten Lehr-Lern-Settings. [Grospietsch et al., 2021, S.36]

8.4. Anforderungen der KMK für Informatik

Die Studienabsolventinnen und -absolventen verfügen über anschlussfähiges fachwissenschaftliches und fachdidaktisches Wissen in Informatik, das es ihnen ermöglicht, gezielte Vermittlungs-, Lern- und Bildungsprozesse im Fach Informatik zu gestalten und neue fachliche und fächerverbindende Entwicklungen selbstständig in den Unterricht und in die Schulentwicklung einzubringen. Sie

- können informatische Sachverhalte in verschiedenen Anwendungsbezügen und Sachzusammenhängen sowie gesellschaftliche Auswirkungen erfassen, bewerten und erklären,
- verfügen über erste Erfahrungen, die Langlebigkeit und Übertragbarkeit der zentralen informatischen Fachkonzepte verständlich für alle Schülerinnen und Schüler zu erklären,
- kennen die verschiedenen Sichtweisen der Informatik mit ihren spezifischen Zugängen zur Erkenntnisgewinnung, wie Konstruieren, Beweisen und empirische Methoden,
- können Bezüge zwischen ihrem Fachwissen und der Schulinformatik herstellen, Unterrichtskonzepte und -medien auch für heterogene Lerngruppen fachlich gestalten, inhaltlich bewerten, neuere informatische Forschung in Übersichtsdarstellungen verfolgen und neue Themen adressatengerecht in den Unterricht einbringen,
- können fachdidaktische Konzepte und empirische Befunde informatikbezogener Lehr-Lernforschung und Diagnosewerkzeuge nutzen, um individuelle Denkwege und Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern je nach ihren persönlichen Voraussetzungen, Vorerfahrungen und Fähigkeiten zu analysieren, Schülerinnen und Schüler für das Lernen von Informatik zu motivieren sowie individuelle Lernfortschritte zu fördern und zu bewerten,
- können in ersten Ansätzen die Darstellung und Erklärung von informatischen Unterrichtsinhalten methodisch, ggf. zieldifferent und in Abstimmung mit anderen pädagogischen Fachkräften an die Bedürfnisse einer heterogenen Schülerschaft anpassen; sie verwenden dazu insbesondere eine reflektierte, konsistente Auswahl informatischer Fachbegriffe,
- kennen Möglichkeiten zur Illustration von informatischen Prinzipien, welche die visuelle, auditive und haptische Wahrnehmung ansprechen und Regeln für leichte Sprache,
- verfügen über ausreichende praktische Kompetenz für den Einsatz von schulrelevanter Hard- und Software, sie können insbesondere die Möglichkeiten, die sich durch den Einsatz von assistiven Technologien im Informatikunterricht eröffnen, einschätzen und bewerten,
- verfügen über erste reflektierte Erfahrungen in der kompetenzorientierten Planung und Durchführung von Informatikunterricht und kennen die Grundlagen der Leistungsdiagnose und Leistungsbeurteilung im Fach,
- kennen unterschiedliche außerschulische Förderangebote (Informatikwettbewerbe, Kurse etc.) und ermutigen ihre Schülerinnen und Schüler je nach ihren individuellen Fähigkeiten zur Teilnahme,
- sind in der Lage, Entwicklungen im Bereich Digitalisierung aus fachlicher und fachdidaktischer Sicht angemessen zu rezipieren sowie Möglichkeiten und Grenzen der Digitalisierung kritisch zu reflektieren. Sie können die daraus gewonnenen Erkenntnisse in fachdidaktischen Kontexten nutzen sowie in die Weiterentwicklung unterrichtlicher und curricularer Konzepte einbringen. Sie sind sensibilisiert für die Chancen digitaler Lernmedien hinsichtlich Barrierefreiheit und nutzen digitale Medien auch zur Differenzierung und individuellen Förderung im Unterricht.

Abbildung 8: Fachspezifisches Kompetenzprofil. [KMK, 2008, S. 35]

Studium für LÄ der Sek. I	erweitert im Studium für LA an Gym/Sek. II
Formale Sprachen und Automaten	
<ul style="list-style-type: none"> • Grammatiken als Generatoren von Sprachen • Automaten als Akzeptoren von Sprachen • endliche Automaten • Berechenbarkeit und ihre Grenzen 	<p><i>Größerer Vertiefungsgrad der für Sek. I genannten Inhaltsbereiche, dazu:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kellerautomaten und Turing-Maschinen • Chomsky-Hierarchie • Berechenbarkeits- und Komplexitätsklassen
Algorithmen und Datenstrukturen	
<ul style="list-style-type: none"> • Zeit- und Platzkomplexität von Algorithmen • Asymptotisches Wachstum von Komplexität • Sortier- und Suchverfahren • Algorithmische Prinzipien: Teile und Herrsche, systematische Suche • Entwurf einfacher Algorithmen • Abstrakte Datentypen und ihre Realisierung durch Datenstrukturen (Listen, Bäume) 	<p><i>Größerer Vertiefungsgrad der für Sek. I genannten Inhaltsbereiche, dazu:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Graphenalgorithmen • Verteilte Algorithmen, nebenläufige Prozesse • Fortgeschrittene Datenstrukturen (balancierte Bäume, Hash-Tabelle) • NP-Vollständigkeit und Reduktionen
Datenmodellierung und Datenbanksysteme	
<ul style="list-style-type: none"> • Datenmodellierung und Datenbankentwurf • Relationales Modell • Anfragesprachen: Relationenalgebra, SQL • Strukturelle und domänenspezifische Integrität • Relationale Entwurfstheorie: Funktionale Abhängigkeiten, Normalformen 	<p><i>Größerer Vertiefungsgrad der für Sek. I genannten Inhaltsbereiche, dazu:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Transaktionsmanagement • Formale Semantik von Anfragesprachen
Programmierung und Softwaretechnik	
<ul style="list-style-type: none"> • Programmierparadigmen und -sprachen • Vorgehensmodelle für den Entwurf großer Softwaresysteme • Methoden und Sprachen für den objektorientierten Entwurf • Software-Testmethoden • Techniken zur Sicherung der Barrierefreiheit von Hard- und Softwareprodukten 	<p><i>Größerer Vertiefungsgrad der für Sek. I genannten Inhaltsbereiche, dazu:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Syntax und Semantik von Programmiersprachen • Spezifikation und Verifikation von Programmen • Architekturschemata, Entwurfsmuster
Rechnerstrukturen und Betriebssysteme	
<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung von Information durch Daten, Codierungen • Aufbau und Funktionsweise von Rechnern und Rechnernetzen • Grundlagen von Betriebssystemen • Sicherheit 	<p><i>Größerer Vertiefungsgrad der für Sek. I genannten Inhaltsbereiche, dazu:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen von Schaltkreisen • Netzstrukturen und Basistechnologien • Protokollarchitektur • Grundlagen der Kryptographie

Abbildung 9: Studieninhalte der Informatik. [KMK, 2008, S.36]

Informatik, Mensch und Gesellschaft
<ul style="list-style-type: none">• Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion, Ergonomie und Zugänglichkeit von Informatiksystemen, Grundlagen von assistiven Softwaretechnologien• Einsatz von Symbolsystemen, die die Wahrnehmung und Kommunikation unterstützen und fördern, z. B. Morse-Code, Braille-Schrift, angemessene Gestaltung der Benutzungsoberfläche• Datenschutz• Urheberrecht und Persönlichkeitsrechte bei digitalen Medien• Informationelle Selbstbestimmung• Schüler und virtuelle Welten• Rolle von Informatiksystemen für die gesellschaftliche und soziale Teilhabe
Fachdidaktik Informatik
<ul style="list-style-type: none">• Grundsätze und Standards für den Informatikunterricht• Planung, Organisation und Durchführung von Informatikunterricht• didaktische (Re-)Konstruktion fachlichen Wissens, insbesondere didaktische Reduktion (Beispiele)• Kenntnis, Analyse und didaktische Aufbereitung von verschiedenen Kontexten zur Motivation aller Schülerinnen und Schüler• Methoden, Techniken und Medien zur Erschließung informatischer Inhalte, so dass die visuelle, auditive und haptische Wahrnehmung angesprochen und die Regeln für leichte Sprache beachtet werden• historische und aktuelle Unterrichtsansätze und typische Unterrichtsmethoden und -techniken der Informatik• Analyse und Bewertung von Lehr- und Lernprozessen im Informatikunterricht unter Berücksichtigung der individuellen Voraussetzungen und Fähigkeiten aller Schülerinnen und Schüler

Abbildung 10: Studieninhalte der Informatik. [KMK, 2008, S.37]

8.5. Modulbeschreibung „Didaktik der Informatik I“

<p>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls</p>	<p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundsätze und Standards für den Informatikunterricht, Planung, Organisation und Durchführung von Informatikunterricht • Didaktische (Re-) Konstruktion fachlichen Wissens, insbesondere didaktische Reduktion (Beispiele) • Historische und aktuelle Unterrichtsansätze und typische Unterrichtsmethoden und -techniken der Informatik, Methoden, Techniken und Medien zur Vermittlung informatischer Inhalte, sodass die visuelle, auditive und haptische Wahrnehmung angesprochen und die Regeln für leichte Sprache beachtet werden • Äußere und innere Bedingungen von Unterricht • Berücksichtigung von Heterogenität, individuellen Voraussetzungen und Fähigkeiten • Methoden der Unterrichtsbeobachtung und -auswertung, Unterrichtsplanung, Evaluation von Unterricht (Selbst- und Fremdwahrnehmung) <p>Qualifikationsziele</p> <p>Die Studierenden können die Wurzeln der Informatik, die Entstehungsgeschichte des Schulfachs Informatik und die Entwicklung der Fachdidaktik erläutern. Sie können Informatikunterricht hinsichtlich unterschiedlicher Unterrichtsziele einordnen. Sie erläutern das Grundmodell für Informatikunterricht in Sekundarstufe I und II. Sie erklären Zweck, Begründung und Ziel des ideenorientierten Unterrichts und können fundamentale Ideen der Informatik benennen und begründen. Sie können Ziele und Zugänge des Anfangsunterrichts in Informatik klassifizieren und bewerten. Sie kennen Ursprung und Merkmale von Projektunterricht, können die spezifischen Eigenschaften von Projektunterricht in der Informatik beschreiben, beherrschen Methoden der Themenwahl, Organisation, Leistungsbewertung aus pädagogischer und informatischer Sicht.</p> <p>Die Studierenden lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterricht in verschiedenen Klassen und Stufen zu beobachten, zu analysieren, auszuwerten und zu diskutieren. • Unterricht hinsichtlich fachwissenschaftlicher und didaktischer Analyse von Gegenständen vorzubereiten. • Unterrichten im Kleinen (<u>Microteaching</u>) und im Großen (an der Partnerschule). <p>Sie erhalten einen Einblick in die Wirklichkeit des Informatikunterrichts und</p> <ul style="list-style-type: none"> • entwickeln erste Fähigkeiten zur kriteriengeleiteten Analyse und Beurteilung von kompetenzorientiertem Fachunterricht, • analysieren äußere und innere Unterrichtsbedingungen als Grundlage der Unterrichtsplanung, • nehmen eine fachdidaktischen Perspektive bei der adressatengerechten Auswahl und Begründung von Unterrichtsinhalten ein, • begründen Unterrichtsplanung didaktisch-methodisch in einem schriftlichen Unterrichtsentwurf und • reflektieren mentoriert eigene Lehrerfahrungen, • verstehen Grundbegriffe und Fragestellungen der Medienpädagogik und nutzen diese in reflexiver Weise, • analysieren und bewerten Praxisbeispiele für medienpädagogisches Handeln (im Unterricht) vor dem Hintergrund von Theorie und Empirie.
--	---

Tabelle 4: Modulbeschreibung "Didaktik der Informatik I". Eigene Darstellung nach universitätsinternem Modulkatalog.

8.6. Seminarplan zum Problembasiertem Lernen

Termin	Sitzung	Fachdidaktischer Schwerpunkt	Humanbiologischer Inhalt
	1	Vorbesprechung und Themeneinwahl	
	Analyse-Phase		
I	2	Unterrichtskonzept <i>Problembasiertes Lernen</i> (fortan <i>PBL</i>) – Einführung - Problemfrage („Wie können Schülerinnen und Schüler zu mehr Systemdenken in Bezug auf humanbiologische Unterrichtsthemen angeleitet werden?“) wird anhand von Unterrichtsbeispielen erarbeitet	
	Verstehens-Phase		
	3	Systemdenken - Begriff <i>Systemdenken</i> wird am Beispiel des Verdauungssystems erläutert und es wird geklärt, inwiefern Systemdenken mit <i>PBL</i> zusammenhängt	Verdauungssystem
II	4	(Un-)vernetzte Schülervorstellungen - vertikale und horizontale Wissensvernetzung, Basiskonzepte und Organisationsebenen werden am Beispiel des Kreislaufsystems (Herz/Gefäße) erläutert	Kreislaufsystem (Herz/Gefäße)
	5	Jojo-Methode - mittels <i>Jojo-Methode</i> und am Beispiel des Atemsystems wird verdeutlicht, wie der Wechsel zwischen Organisationsebenen methodisch unterstützt werden kann	Atemsystem
	6	Komplexität von Problemen - Möglichkeiten zur Regulation der Problemkomplexität werden am Beispiel der Sinnesorgane erläutert und es wird definiert, was ‚geeignete‘ Probleme für <i>PBL</i> sind	Sinnesorgane (inklusive Haut)
III	7	Mysterys - Mysterys werden als Methode des <i>PBL</i> eingeführt und unterschiedliche Mystery-Maps (u.a. zum Nervensystem) werden hinsichtlich ihrer Komplexität verglichen und beurteilt	Nervensystem
	8	Egg-Race - Egg-Races werden als Methode des <i>PBL</i> vorgestellt und durch ein von den Studierenden konzipiertes Beispiel zum Bewegungssystem erprobt und reflektiert	Bewegungssystem
	9	Projektarbeit - Schritte des <i>Siebensprungs</i> werden vorgestellt. Am Beispiel des endokrinen Systems wird erläutert, inwiefern darauf basierend eine Projektarbeit geplant werden kann	Endokrines System
IV	10	Simulationen - Eignung und Einsatzmöglichkeiten von Simulationen für <i>PBL</i> werden am Beispiel einer Simulation zum Immunsystem diskutiert und reflektiert	Immunsystem (Blut)
	11	Dokumentationen - Eignung und Einsatzmöglichkeiten von Dokumentationen für <i>PBL</i> werden am Beispiel einer Dokumentation zum Harnsystem („ <i>Jenke-Experiment</i> “) diskutiert und reflektiert	Harnsystem
	12	Außerschulische Lernorte - Eignung und Integration von außerschulischen Lernorten in <i>PBL</i> werden am Beispiel eines digital entwickelten außerschulischen Lernorts im Kontext <i>Genitalsystem/Sexualerziehung</i> diskutiert und reflektiert	Genitalsystem
	Synthese-Phase		
V	13	Nachbesprechung - humanbiologische Inhalte und fachdidaktische Schwerpunkte werden vor dem Hintergrund der Problemfrage rekapituliert und reflektiert - Erklärungsszenarien zur anfänglichen Problemfrage werden formuliert und bewertet - authentische Probleme zu den einzelnen humanbiologischen Inhalten werden dokumentiert	

Anmerkung: Im Vorfeld zu den Terminen II-V finden vorbereitende Sprechstunden mit den präsentierenden Studierendendandems statt (im Umfang von insgesamt 2 SWS, zu den Terminen II-IV in Sechsergruppen).

Abbildung 11: Seminarplan zum Problembasierten Unterricht. [Grospietsch et al., 2021b, S.4]

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, Anika Cichalla, dass die vorliegende Arbeit „Ein konstruktivistisches Modell für die Didaktik der Informatik im Bachelorstudium“ ohne Hilfe Dritter und ohne Zuhilfenahme anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen sind als solche kenntlich gemacht.

Weiterhin versichere ich, dass weder ich noch andere diese Arbeit bereits in der vorliegenden oder in einer abgewandelten Form als Leistungsnachweis in einer anderen Veranstaltung verwendet haben.

Die „Richtlinie zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis für Studierende an der Universität Potsdam (Plagiatsrichtlinie) - Vom 20. Oktober 2010“, habe ich zur Kenntnis genommen.

Es handelt sich bei dieser Arbeit um meinen ersten Versuch.

Ort, Datum

Unterschrift