

TB
HD

Tübinger Beiträge zur Hochschuldidaktik

Herausgegeben von
Christine Baatz und Regine Richter

Karin Reiber (Hrsg.)

Forschendes Lernen
als hochschuldidaktisches Prinzip –
Grundlegung und Beispiele

Band 3/1
Tübingen 2007

ARBEITSSTELLE
HOCHSCHULDIDAKTIK

EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN



TBHD

Tübinger Beiträge
zur Hochschuldidaktik

Herausgegeben von
Christine Baatz und
Regine Richter

Karin Reiber (Hrsg.)

Forschendes Lernen
als hochschuldidaktisches Prinzip –
Grundlegung und Beispiele

Band 3/1
Tübingen 2007

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in
der Deutschen Nationalbibliographie. Detaillierte biblio-
graphische Daten sind im Internet über
<http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Bitte zitieren Sie dieses Dokument als:
URN: urn:nbn:de:bsz:21-opus-29248
URL: <http://w210.ub.uni-tuebingen.de/dbt/volltexte/2007/2924/>

ISSN: 1861-213X

© Arbeitsstelle Hochschuldidaktik

Eberhard Karls Universität Tübingen
Sigwartstr. 20
72076 Tübingen
Tel.: +49 (0) 70 71–297 77 96
Fax: +49 (0) 7071–25 48 34
hochschuldidaktik@uni-tuebingen.de
www.uni-tuebingen.de/hochschuldidaktik

Dieses Dokument wird bereitgestellt von TOBIAS-lib

Eberhard Karls Universität Tübingen
Wilhelmstr. 32
72074 Tübingen
Tel.: +49 (0) 70 71–297 28 46
Fax: +49 (0) 70 71–29 31 23
edl-publ@ub.uni-tuebingen.de
www.uni-tuebingen.de/ub/elib/tobias.htm

Inhaltsübersicht

1	Grundlegung: Forschendes Lernen als Leitprinzip zeitgemäßer Hochschulbildung <i>Karin Reiber</i>	6
2	Beispiel 1: Forschendes Lernen am Beispiel der Vorlesung »Software-Architektur« <i>Holger Gast</i>	13
3	Beispiel 2: Konzeptskizze für forschendes Lernen im Hauptseminar »Parteien und ihre Konkurrenten« <i>Patricia Graf</i>	19
4	Beispiel 3: Forschendes Lernen in der Lehrveranstaltung »Sportwissenschaftliche Arbeitsmethoden II: Biomechanische Arbeitsmethoden« <i>Markus Gruber</i>	23
5	Beispiel 4: Forschungsseminar für das Hauptstudium Ur- und Frühgeschichte <i>Miriam Noël Haidle</i>	27
6	Beispiel 5: Projektveranstaltung in der Architektur <i>Martin Larcher</i>	31
7	Beispiel 6: Forschendes Lernen in der Biologie <i>Oliver Planz</i>	34
8	Beispiel 7: Forschendes Lernen in einem Versuch des »Computational Physics«-Praktikums <i>Roland Speith</i>	39

Editorial

Im Januar 2003, also vor nunmehr zweieinhalb Jahren, startete in Baden-Württemberg der Zertifikatskurs „Erwerb hochschuldidaktischer Kompetenzen“. Inzwischen haben 275 Lehrende in Tübingen an dem Angebot teilgenommen, 21 davon haben mit dem Gesamtzertifikat abgeschlossen.

Im Rahmen der dritten und letzten Ausbildungsstufe gibt es die Möglichkeit, zu ausgewiesenen hochschuldidaktischen Fragestellungen eine schriftliche Ausarbeitung zu erstellen. Von dieser Möglichkeit im Sinne einer Abschlußarbeit haben viele der Absolventen des Gesamtkurses Gebrauch gemacht. Die hohe Qualität dieser Modularbeiten hat uns veranlaßt, sie der hochschuldidaktisch interessierten Öffentlichkeit zugänglich machen zu wollen. Damit war die Idee einer Zeitschrift geboren.

Tübinger Beiträge zur Hochschuldidaktik – dieser Titel war schnell gefunden. Die Klärung unseres Anliegens auch: Wir möchten den hochschuldidaktischen Diskurs an der Universität Tübingen fördern und über die Universität Tübingen hinaus öffentlich machen. Der hohe Ertragswert der schriftlichen Arbeiten soll transparent werden, Anregungen, Hinweise und dokumentierte Erfahrungen sollen aufgenommen und zugänglich gemacht werden. Darüber hinaus soll die Zeitschrift eine Plattform für qualitätsvolle Beiträge bieten, die sich an hochschuldidaktisch Interessierte wenden, und damit einen Beitrag zur Gestaltung einer guten Lehre leisten.

Die Beiträge sollen Erstlehrenden und Lehrenden, die sich erstmals mit bestimmten didaktischen Herausforderungen konfrontiert sehen, Reflexionsaspekte und praktische Hilfestellungen bieten. In einer Zeit sich verändernder Lernbedingungen sollen jedoch auch erfahrene Lehrende in den *Tübinger Beiträgen zur Hochschuldidaktik* neue Anregungen finden können.

Themen wie die Planung, Vorbereitung und Durchführung von Lehrveranstaltungen, Evaluation, Feedback und Bewertung, alternative Lehr- und Lernformen, Beratungs- und Prüfungssituationen, Struktur- und Curriculumsentwicklung, berufliche Weiterentwicklung, etc. stehen im Zentrum der Beiträge. Die Zeitschrift will einladen, didaktische und wissenschaftliche Fragestellungen in der Hochschullehre als eng miteinander verknüpft zu sehen. Sie bietet einen Ort für fachwissenschaftliche Überlegungen, will jedoch vor allem auch bewußt interdisziplinären Dialog fördern. Damit spiegelt sie die interdisziplinäre Zusammenarbeit, die sich an vielen Stellen aus dem interdisziplinären Austausch im Baden-Württembergischen Zertifikatskurs ergeben hat.

Um unseren Leserinnen und Lesern die abgedruckten Materialien unmittelbar nutzbar zu machen, haben wir uns bewußt für die Veröffentlichung im Internet entschieden. Die *Tübinger Beiträge zur Hochschuldidaktik* erscheinen als Einzelhefte in loser Folge, wobei die Beiträge eines Jahres jeweils zu einem Band zusammengefaßt werden.

Wir hoffen auf viele Leserinnen und Leser unserer Zeitschrift und freuen uns über Ihre Rückmeldungen.

Regine Richter, Christine Baatz

Tübingen, im Juli 2005

Forschendes Lernen als hochschuldidaktisches Prinzip –

Grundlegung und Beispiele

Herausgegeben von
Karin Reiber

Grundlage dieses kleinen Sammelbands ist ein hochschuldidaktisches Seminar zum Thema »Forschendes Lernen«, das im Jahr 2006 an der Universität Tübingen stattgefunden hat. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Workshops erstellten dabei Seminarskizzen für ihre eigenen Lehrveranstaltungen, die die Prinzipien und Charakteristika forschenden Lernens, die zuvor erarbeitet und diskutiert worden waren, aufnahmen und umsetzten. Diese Ergebnisse waren so beeindruckend, dass bereits während des Seminars die Idee entstand, sie auch anderen hochschuldidaktisch Interessierten zugänglich zu machen.

Um den Werkstattcharakter der Skizzen zu erhalten, wurden die Seminarkonzepte und ihre jeweilige Diskussion im Workshop lediglich dokumentiert. Daraus ist nun eine kleine Sammlung von Umsetzungsbeispielen forschenden Lernens in den unterschiedlichsten akademischen Disziplinen entstanden.

Diesen Beiträgen wird eine Einführung in Ursprung und Idee forschenden Lernens und dessen zeitgemäße Umsetzung vorangestellt.

Grundlegung:

Forschendes Lernen als Leitprinzip zeitgemäßer Hochschulbildung

Karin Reiber

Dieser Einleitungsbeitrag führt in den Ansatz des forschenden Lernens ein, indem er zunächst die historische Idee universitärer Bildung beleuchtet und diese vor dem Hintergrund der aktuellen Herausforderungen reinterpretiert. Der Begriff „forschendes Lernen“ wird präzisiert und als Konzept dadurch didaktisch konkretisiert, dass Prinzipien von und Lernarrangements für forschendes Lernen beschrieben werden.

1 Das historische Ideal von Hochschulbildung

Der Ursprung der Idee des forschenden Lernens fällt zusammen mit der Humboldt'schen Idee der Universität: „Universitäten sind in diesem Kontext der gesellschaftliche Ort zur Entwicklung, Diskussion und Aneignung von wissenschaftlichen Erkenntnissen und Methoden“ (Euler 2005, S. 255). Diese Idee von Hochschulbildung ist gekennzeichnet durch drei Charakteristika (vgl. Euler 2005):

- Einheit von Forschung und Lehre: Prozesse der Wissensgewinnung und Wissensvermittlung greifen ineinander und bedingen sich wechselseitig;
- Einheit von Lehren und Lernen: Lehren und Lernen sind als dialogisches Prinzip und diskursiver Prozess in überschaubaren sozialen Gemeinschaften angelegt;
- Einheit der Wissenschaft: alle Disziplinen tragen zu einer umfassenden Bildung bei.

Ausgangspunkt der Idee des forschenden Lernens ist also ein weitreichender Entwurf von universitärer Bildung, der in dieser Konsequenz nie flächendeckend realisiert worden ist (vgl. Aepkers 2002). Auch wenn die Ursprungsidee als Gesamtkonzept für die deutschen Hochschulen in ihrer aktuellen Situation mit sehr hohen Studierendenzahlen nicht tragfähig erscheint, stellt sich die Frage, was als zukunftsweisende Vision dennoch übertragen werden kann.

Das forschende Lernen kann als ein Prinzip von Hochschulbildung betrachtet werden, das „Lernende in Lernsituationen bring(t), in denen sie für sie subjektiv

Neues erforschen und auf diese Weise zu ihrem Lernbesitz machen“ (Bönsch 2000, S. 236). Ausgehend von dieser Arbeitshypothese wird im Folgenden das Konzept des forschenden Lernens vor dem Hintergrund der aktuellen Herausforderungen des tertiären Bildungssektors entfaltet, konturiert und präzisiert.

2 Hochschulbildung im Zeichen von Bologna

Während die universitäre Bildung in ihrem Ursprung auf die Einheit der Wissenschaften ausgerichtet war, untersteht sie jetzt dem Prinzip der Modularisierung. Hochschulbildung zielt heute weniger auf die Förderung der allgemeinen Bildung und Persönlichkeitsentwicklung als auf die Erzeugung von Employability ab, d.h. auf die Vermittlung von Kompetenzen, die im Beschäftigungssystem verwertbar sind. Angesichts des schnellen Verfalls des aktuellen Fachwissens gewinnen Schlüsselqualifikationen eine große Bedeutung (vgl. Huber 2003). Diese fachübergreifenden Fähigkeiten und Fertigkeiten befähigen den Einzelnen, sich neues Wissen zu erschließen, unvorhergesehene Herausforderungen zu bewältigen, die sozialen Lebens- und Arbeitsbeziehungen funktional zu gestalten sowie die eigene Identität auch in wechselnden Kontexten zu sichern.

Die mit dem Bologna-Prozess und dem Ziel „Employability“ verbundene Praxisorientierung kann auf den ersten Blick als purer Gegensatz zu den eingangs skizzierten Prinzipien wissenschaftlicher Bildung betrachtet werden. Folgt man hier jedoch dem Kompetenzbegriff mit seinen Implikationen, lässt sich zu den bildungstheoretischen Grundlagen forschenden Lernens eine Brücke schlagen. „Mit dem Kompetenzbegriff (wird) das Handeln von der puren Reflexion auf eine Verzahnung von Denken und Tun, von Aktion und Reaktion ausgeweitet“ (Euler 2005, S. 259). In der Handlungskompetenz kulminieren profunde Sach- und Fachkenntnis, Einstellungen und Haltungen sowie Fertigkeiten und Fähigkeiten, so dass sie integriert und flexibel in unterschiedlichsten Situationen anwendbar sind. Handlungskompetenz impliziert mit dieser Konnotation von „Bewältigung von Lebenssituationen eine Bezugnahme auf die Praxis“ (Euler 2005, S. 262). Praxisbezug ist hier aber nicht gleichzusetzen mit einer Einübung in die bestehende Lebenswirklichkeit, ohne diese zu hinterfragen. Praxisbezug beinhaltet immer auch die kritische Reflexion gesellschaftlicher Realität und die Weiterentwicklung der vorhandenen Praxen.

Mit diesem Verständnis als Handlungsorientierung wird der Praxisbezug anschlussfähig an das Prinzip „Bildung durch Wissenschaft“, welches darauf abzielt, „Vernunft in die menschlichen Verhältnisse zu bringen“ (Huber 2004, S. 34). Vor diesem Hintergrund ist forschendes Lernen als ein hochschuldidaktisches Prinzip zu konkretisieren, das auf Handlungskompetenz abzielt und die wechselseitige Bezogenheit von Theorie und Praxis impliziert.

3 Forschendes Lernen als Prinzip des Hochschulstudiums

Vor der sich anschließenden didaktischen Präzisierung des Prinzips „forschendes Lernen“ sollen hier zwei Abgrenzungen vorgenommen werden. Die erste ist gegenüber einer Konzeption vorzunehmen, die unter forschendem Lernen in erster Linie „Teilnahme an der vorfindlichen aktuellen Forschung der Disziplin oder als Realisierung potentieller Forschungsaufgaben“ (BAK 1970, S. 11) versteht. Dieser weitreichende Entwurf wäre in jedem Fall wünschenswert, ist aber angesichts hoher Studierendenzahlen einerseits, der materiellen und personellen Ausstattung der Hochschulen andererseits kaum zu realisieren.

Die zweite Abgrenzung bezieht sich auf die „Konturen des Begriffs“, die angesichts seiner „vielfältige(n) Ausbreitung unscharf geworden“ (Huber 2004, S. 32) sind. Forschendes Lernen steht den Konzepten des entdeckenden, problemorientierten, genetischen oder projektorientierten Lernen nahe (vgl. Bönsch 2000 und Huber 2004).

„Gemeinsam ist diesen Termini, dass sie ein Lernen kennzeichnen wollen, das sich im Gegensatz befindet zu rein rezeptivem Lernen, bei dem dargebotene Inhalte aufgenommen, gespeichert und bei Anforderung wiedergegeben werden können. Lernen soll vielmehr aktiv, selbstbestimmt, experimentell, einfallsreich, produktiv sein, Fragen und Probleme selbst finden und Antworten suchen lassen.“ (Bönsch 2000, S. 235)

Mit einer Präzisierung des Begriffs „forschendes Lernen“ soll dieser Unschärfe entgegengewirkt werden, da es sich eben nicht nur um „eine aktivierende Lehrmethode“ und „ein(en) didaktische(n) Trick“ handelt (Huber 2004, S. 32). Diese Klärung stellt eine Suchbewegung dar, zwischen der engen Festlegung auf die „Rein- bzw. Hochform“, wie sie von der Bundesassistentenkonferenz vorgeschlagen wurde, und der Unbestimmtheit, die sich aus einer vorschnellen Parallelisierung und Synonymisierung mit anderen Lernansätzen ergibt.

Hilfreich dafür ist das Stufenmodell von Hilbert Meyer, in dem er fünf Stufen der Praxisforschung unterscheidet,¹ die wiederum auf ein in „der Tradition der Aktionsforschung stehendes dialogisch-kommunikatives Forschungsverständnis“ (Meyer 2003, S. 104) rekurriert:

¹ Von Praxisforschung ist hier deshalb die Rede, weil Meyer sich vor allem auf die praktischen Studienanteile in der Lehrerbildung bezieht. Da das Stufenmodell jedoch als heuristische Struktur übertragbar ist, kann es auch für das Studium an sich verwendet werden.

- Stufe 1: naiv-ganzheitliche Einfühlung von Problem- und Fragestellungen und imitatorische Nachahmung von Forschungshandeln;
- Stufe 2: Forschungshandeln nach Anweisung und Vorschrift begleitet durch kleinschrittige Beratung und Aufsicht;
- Stufe 3: Forschungshandeln beruhend auf der Einsicht in einen Forschungsansatz und auf dem Verständnis einer Methode;
- Stufe 4: selbstständiges Planen, Durchführen, Aus- und Bewerten eines Forschungsvorhabens;
- Stufe 5: Reflexion, kritische Analyse und Bewertung des eigenen Forschungshandelns und anderer Personen (nach Meyer 2003; vgl. auch Boelhauve 2005).

Die Stufen können auch als Kontinuum von „vorwissenschaftlichem Standpunkt“ bis „volle Ausprägung von Wissenschaftlichkeit“ gelesen werden, so dass hochschuldidaktische Konzepte von forschendem Lernen unterschiedlichen Bezugspunkten dieses Kontinuums zugeordnet werden können. Forschendes Lernen im engeren Sinne ist auf Stufe 3 und 4 anzuordnen, bedarf aber vorbereitender Lehr-Lern-Arrangements auf Stufe 2.

4 Lernarrangements für forschendes Lernen

Was zeichnet nun Lernarrangements aus, die Lernen analog zu verstehendem Anwenden von Forschungsregeln und -methoden bzw. eigenständiger Durchführung eines kleineren Forschungsvorhabens inszenieren? Sie lassen sich kennzeichnen als:

- problemorientiert: Ausgangs- und Bezugspunkt des Lernens ist eine Problem- bzw. Fragestellung. Da das für Lernen generell zutrifft, ist für forschendes Lernen zu betonen, dass die Problemstellung einerseits für die Lernenden subjektiv bedeutsam sein soll (vgl. Euler 2005, S. 266). Damit ist nicht Beliebigkeit gemeint. Vielmehr soll die Frage des Lernenden „auf die Gewinnung neuer Erkenntnis gerichtet sein“ (Huber 2004, S. 32). Andererseits sollte die Frage eine „Anlehnung an reale Praxissituationen besitzen“ (Euler 2005, S. 265). Wichtig ist dabei die didaktische Aufbereitung des realen Problems, um eine möglichst gute Passung mit den Lernvoraussetzungen der Studierenden zu erreichen (vgl. Euler 2005).
- systematisch: Zur Lösung des Ausgangsproblems wird zunächst ein Plan entworfen, der reflektiertes Vorgehen sichert (vgl. Bönsch 2000). Idealerweise beinhaltet dieser Plan die Phasen eines Forschungsprozesses und bildet diese ab: Auf der Basis des aktuellen Forschungsstandes wird das Problem zunächst präzise formuliert, werden Untersuchungsmethoden geprüft und ausgewählt

sowie die Untersuchung durchgeführt. Anschließend erfolgt die Auswertung, werden die Ergebnisse eingeordnet, reflektiert und bewertet, zuletzt dokumentiert und präsentiert (vgl. Huber 2003).

- sozial kontextuiert: „Aktivitäten des Erkundens, Probierens, Experimentierens, Recherchierens (...) (können) allein, in Gruppen, gemeinsam oder arbeitsteilig durchgeführt werden“ (Bönsch 2000, S. 236). Da jedoch im forschenden Lernen „Wissenschaft als sozialer Prozess erfahrbar werden“ (Huber 2004, S. 32) soll, müssen die Ergebnisse dieser Arbeitsphasen in die Forschungsgemeinschaft zurückgegeben und in ihr diskutiert werden, d. h. in diesem Fall mit allen Beteiligten der jeweiligen Lehrveranstaltung. Partikuläre Erkenntnisse werden durch den Gesamtzusammenhang ergänzt, validiert und ggf. korrigiert.
- kritisch konstruktiv: Durch die Erfahrung von und Beteiligung an einem umfassend transparenten Forschungsprozess begreifen die Studierenden „den großen Zusammenhang“ (Huber 2004, S. 33): Die gesellschaftliche Verantwortung von Wissenschaft wird hier zumindest spürbar (vgl. Huber 2004).
- mehrdimensional: Forschendes Lernen umfasst die kognitive, emotionale und soziale Seite des Lernens, insofern als der gesamte Spannungsbogen, „der sich vom Ausgangsinteresse, den Fragen und Strukturierungsaufgaben des Anfangs über die Höhen und Tiefen des Prozesses, Glücksgefühle und Ungewissheiten, bis zur selbst (mit-)gefundenen Erkenntnis oder Problemlösung spannt“ (Huber 2004, S. 33) erfahrbar wird.

Konkrete Beispiele für die Gestaltung entsprechender Lernarrangements sind:

- eigenständige Recherche von Forschungsbefunden zu einer Frage und ihre strukturierte Aufbereitung (vgl. Huber 2003);
- Einsatz komplexer Aufgaben, die eine gewisse Offenheit aufweisen, also nicht auf nur eine richtige Lösung hinauslaufen (vgl. Huber 2003);
- Einsatz eingeführter Forschungsmethoden an neuen und überschaubaren Problem- und Fragestellungen (vgl. Huber 2003);
- praktische Problemstellungen werden zum Ausgangspunkt der Suche theoretisch fundierter Lösungen durch Erkundungsprojekte, problemgeleitete Exkursionen oder wissenschaftliche Arbeiten mit Problem- und Fragestellungen der Praxis (vgl. Euler 2005).

Für die Hochschullehre resultiert aus dem Prinzip des forschenden Lernens, dass Lernsituationen entweder als Forschungssituationen oder analog dazu arrangiert werden (vgl. Huber 2003). Das bedeutet, dass der eigentliche Forschungsvorgang sichtbar gemacht wird und nicht nur dessen Resultate.

Diese Lernformen haben natürlich auch Konsequenzen für die Lehrenden. Der Habitus des forschenden Hochschullehrers/der forschenden Hochschullehrerin ist für die Studierenden als Vorbild und Modell von zentraler Bedeutung. Die Lehrperson lebt ihnen gleichsam vor, dass „Wissenschaft im Sinne Humboldts als immer unabgeschlossen, offen, fragwürdig auf(ge)fasst“ (Huber 2004, S. 43) wird. Hier geht es also in erster Linie um eine bestimmte Haltung, die forschend Lehrende charakterisiert. Zweitrangig ist hier die Frage, ob die Lehrenden an genuin eigenen Forschungsvorhaben arbeiten oder sich forschend durch ihr Fachgebiet bewegen und „fremde“ Forschung forschend rezipieren (vgl. Euler 2005).

5 Zusammenfassung

Ausgangspunkt dieser Ausführungen zum forschenden Lernen war die historische Idee der Universität. Angeknüpft wurde an das Ideal von Hochschulbildung als Bildung der gesamten Person und Persönlichkeit im Medium der Wissenschaft. In einer zeitgemäßen Reinterpretation dieses Bildungsideals in Form des forschenden Lernens lässt sich an dieses Bildungsideal anknüpfen und zugleich können aktuelle lernpsychologische und hochschuldidaktische Prinzipien integriert werden.

Forschendes Lernen entspricht insofern der ursprünglichen Idee der Universität, als es dabei nicht um das Verstehen von Theorien geht, sondern um die Beteiligung an der Entstehung und Weiterentwicklung von Theorien. Es geht beim forschenden Lernen damals wie heute darum, das „Theoretisieren zu lernen und die Universität als einen Ort zu verstehen, an dem das Wissen wieder unsicher werden muss“ (Euler 2005, S. 267).

Anschlussfähig ist diese Konzeption von Lernen an aktuelle Beiträge der Lernpsychologie konstruktivistischer Provenienz, die u. a. davon ausgehen, dass Lernen nur dann erfolgreich ist, wenn es situiert in authentischen Problemstellungen und in sozialen Kontexten erfolgt (vgl. Huber 2003). Auch die alte hochschuldidaktische Forderung nach einem *deep level learning* wird dahingehend eingelöst, dass Studierende eigene Fragen stellen, ihr Lernen strukturieren, sich Wissen prinzipien- und regelorientiert aneignen und zugleich metakognitive Kompetenzen erwerben (vgl. Huber 2004).

Literatur

- Aepkers, Michael: Forschendes Lernen – Einem Begriff auf der Spur. In: Aepkers, Michael/Sabine Liebig (Hrsg.): Entdeckendes, forschendes und genetisches Lernen. Hohengehren (Schneider) 2002, S. 69–87.
- Boelhauve, Ursula: Forschendes Lernen – Perspektiven für erziehungswissenschaftliche Praxisstudien. In: Hilligus, Annegret Helen/Hans-Dieter Rinke (Hrsg.): Zentren für Lehrerbildung – Neue Wege im Bereich der Praxisphasen. Münster (LIT) 2005, S. 103–126.
- Bönsch, Manfred: Variable Lernwege. Ein Lehrbuch der Unterrichtsmethoden. Paderborn u. a. (Ferdinand Schöningh), 3., erweiterte und aktualisierte Auflage 2000 (utb für Wissenschaft; Uni-Taschenbücher 1617).
- Bundesassistentenkonferenz (BAK): Forschendes Lernen – Wissenschaftliches Prüfen. Ergebnisse des Ausschusses für Hochschuldidaktik. Bonn (BAK) 1979 (Schriften der Bundesassistentenkonferenz 5).
- Euler, Dieter: Forschendes Lernen. In: Spoun, Sascha/Werner Wunderlich (Hrsg.): Studienziel Persönlichkeit. Beiträge zum Bildungsauftrag der Universität heute. Frankfurt/New York (Campus) 2005, S. 253–272.
- Huber, Ludwig: Forschendes Lernen in Deutschen Hochschulen. Zum Stand der Diskussion. In: Obolenski/Meyer 2003, S. 15–36
- Huber, Ludwig: Forschendes Lernen: 10 Thesen zum Verhältnis von Forschung und Lehre aus der Perspektive des Studiums. In: Die Hochschule 2/2004, S. 29–49.
- Meyer, Hilbert: Skizze eines Stufenmodells zur Analyse von Forschungskompetenz. In: Obolenski/Meyer 2003, S. 99–115.
- Obolenski, Alexandra/Hilbert Meyer (Hrsg.): Forschendes Lernen. Theorie und Praxis einer professionellen LehrerInnenausbildung. Bad Heilbrunn/Obb. (Klinkhardt) 2003.

Beispiel 1:

Forschendes Lernen am Beispiel der Vorlesung »Software-Architektur«

Holger Gast

Die Realisierung großer Software-Systeme ist eine Kernaufgabe der Informatik: Während in kleinen Projekten auch mit ad-hoc Methoden brauchbare Ergebnisse zu erzielen sind, weil sich einige wenige erfahrene Entwickler absprechen und die Details der Gesamtsoftware überblicken können, versagen solche Ansätze mit wachsender Projektgröße. Hier muss die Arbeit auf verschiedene Teams aufgeteilt werden, die weitgehend unabhängig ihre Aufgaben vorantreiben. Diese Organisationsform ist wiederum immer dann besonders geeignet, wenn die Software in unabhängige Komponenten eingeteilt ist, die nur über einige wenige, genau definierte Schnittstellen miteinander in Beziehung treten. Es ergibt sich nun das Problem, die Struktur aus Komponenten und Schnittstellen so zu wählen, dass alle Anforderungen an die Software schließlich erfüllt werden können. Das Gebiet der Software-Architektur beschäftigt sich daher mit den strategischen Entscheidungen, die in dieser frühen Phase großer Software-Projekte in Hinblick auf die Gesamtstruktur der Software getroffen werden müssen.

1 Konzeption der Veranstaltung

Die Einbettung der Software-Architektur in das Informatikstudium stellt eine Herausforderung dar: Wesentlich für ein tiefgehendes Verständnis des Themas ist die Erfahrung mit größeren Software-Systemen, die jedoch naturgemäß im konventionellen Vorlesungsbetrieb schwer zu vermitteln ist, während in Praktika umgekehrt die konzeptuellen Überlegungen nicht vertieft werden können. Die in diesem Beitrag konzipierte Vorlesung zur Software-Architektur sucht daher mit Hilfe des forschenden Lernens einen Mittelweg: Die konzeptuelle Basis des Themas wird in einer zweistündigen Vorlesung dargestellt, begleitend bearbeiten die Studierenden in kleinen Teams Projekte zu praxisnahen Problemstellungen. Während konventionelle Übungsaufgaben anhand kleiner Beispiele den Vorlesungsstoff vertiefen, sind die Projekte der „Software-Architektur“ auf 2 bis 3 Wochen angesetzt und inhaltlich komplementär zur Vorlesung ausgerichtet, indem sie den Fokus auf die kon-

krete Realisierung von Konzepten legen. Die Studierenden durchlaufen bei jedem Projekt den gesamten Prozess von der Planung bis zur Implementierung der Software und bekommen so im Laufe des Semesters mehrfach die Möglichkeit, die Auswirkungen ihrer Architektur-Entscheidungen auf das entstehende Programm zu untersuchen und die gewonnenen Erfahrungen in nachfolgende Projekte zu übernehmen.

Inhaltlich wird die Vorlesung die etablierten Ansätze der Software-Architektur (vgl. Bass et al. 2003; Garlan/Shaw 1994; Kruchten 1995; Garlan 2000), aber auch deren Grundlagen im Software-Design und der klassischen Software-Technik (z. B. Parnas 1972; Meyer 1992; Meyer 1997) behandeln. Dabei sollen auch – im Sinne forschenden Lernens – die historische Entwicklung der verschiedenen Ansätze und ihre Gemeinsamkeiten herausgearbeitet werden, denn gerade diese gemeinsamen, grundsätzlichen Einsichten überdauern technologische Fortschritte. Ein Schwerpunkt liegt in der Vorstellung von Patterns auf der Architektur- und Design-Ebene (Buschmann 1996; Gamma 1995), die in kondensierter Form die *best practices* des Gebiets zusammenfassen und damit den Studierenden Hilfestellungen für die spätere berufliche Arbeit an die Hand geben.

Software-Design und Programmierung auf der Ebene einzelner Klassen und Module sind kein genuiner Teil der Software-Architektur, sondern werden üblicherweise späteren Projektphasen zugeordnet. Ihre Einbeziehung in die Vorlesung ist durch zwei Überlegungen motiviert: Zum einen werden die wenigsten Studierenden in ihrer beruflichen Praxis tatsächlich mit Architektur-Entscheidungen am Projektanfang konfrontiert sein, sondern stattdessen bestehende Software weiterentwickeln und dazu deren Design und Architektur nachvollziehen. Zum anderen bringen viele Studierende die für Architekturentscheidungen notwendige Programmiererfahrung nicht aus dem bisherigen Studium mit und können die konzeptuellen Überlegungen nur dann nachvollziehen, wenn sie gleichzeitig die Gelegenheit zur detaillierten Ausarbeitung erhalten.

Die Lernziele der Veranstaltung sind somit die folgenden: Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Struktur von Software sowohl auf der Design- als auch der Architektur-Ebene zu beschreiben, zu analysieren und zu bewerten. Sie sollen ihre eigenen Entscheidungen bei der Softwareerstellung reflektieren und Alternativen abwägen können. Schließlich sollen sie gängige Muster für das Software-Design und die Software-Architektur kennen und in konkreten Projekten anwenden und umsetzen können.

2 Forschendes Lernen in der »Software-Architektur«

Bei der Erstellung von Software gibt es üblicherweise nicht den einzigen „richtigen“ Weg zur Lösung eines gegebenen Problems: Abhängig von bereits existieren-

der Software, von der verwendeten Programmiersprache und dem bevorzugten Programmierparadigma können unterschiedliche Lösungen vorgeschlagen und umgesetzt werden. Diese relative Ergebnisoffenheit des Entwurfsprozesses darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass es etablierte Bewertungsnormen für das Ergebnis gibt – beispielsweise sollen Ausfallsicherheit, Wartbarkeit und Erweiterbarkeit der Software mit möglichst minimalem Entwicklungsaufwand erreicht werden. Für die Vermittlung des Gebiets der Software-Architektur bietet es sich daher an, die verschiedenen möglichen Wege an prototypischen Problemstellungen in kleinen Projekten zu verfolgen und vergleichend zu bewerten. Der Ansatz des forschenden Lernens gibt dieser Projektarbeit einen konzeptuellen Rahmen und zeigt Voraussetzungen für eine erfolgreiche Durchführung auf. Dabei steht jedoch weniger die humanistische Grundkonzeption (Euler 2005: Kapitel 2), als vielmehr die Vermittlung von Handlungskompetenz (Euler 2004: Abschnitt 4.1; Huber 2005: These 3.b) im Vordergrund.

Im forschenden Lernen wird zunächst die Aufgabenstellung der Einzelprojekte so gewählt, dass sie subjektiv bedeutsam, herausfordernd und praxisrelevant ist. Diese Kriterien werden beispielsweise von solchen Problemen erfüllt, die von existierender Software bereits gelöst sind: Der Verdacht einer rein akademischen Übungsaufgabe ist ausgeräumt und die Herausforderung besteht gerade darin, eine ähnlich gute Realisierung zu finden. Zwei Beispiele illustrieren diesen Ansatz. Eine Tabellenkalkulation wie das Produkt Excel von Microsoft bietet im Wesentlichen die Möglichkeit, die Felder einer Tabelle durch Formeln miteinander in Beziehung zu setzen. Wenn sich ein Feld ändert, so werden alle Formeln, die sich darauf beziehen, neu berechnet, wodurch sich weitere Felder ändern können und der Prozess von neuem beginnt. Das zentrale Problem der Software-Lösung ist also die Behandlung der Abhängigkeiten zwischen Feldern. Diese Einsicht legt eine *event-based invocation*-Architektur (Garlan/Shaw 1994) nahe, die auf der Ebene des Designs durch das Observer-Pattern (Gamma et al. 1995) umgesetzt werden kann. Für eine minimale Lösung der Aufgabe reicht es dann aus, ein geeignetes Modell für die Table-Klasse der Swing-Bibliothek aus dem Sun-JDK (2006) bereitzustellen. Eine Herausforderung besteht darin, auch die Möglichkeiten für fette und kursive Schrift sowie hinterlegte und umrandete Zellen zu realisieren. Ein zweites mögliches Projekt ist ein Terminkalender mit Online-Kommunikationsmöglichkeiten zur Terminvereinbarung. Hier müssen eine graphische Benutzeroberfläche, die lokale Datenhaltung und der Datenaustausch über das Netzwerk realisiert werden. Die Benutzeroberfläche ist dabei konzeptuell unabhängig vom Datentransport über das Netzwerk, weshalb sich eine Architektur mit Layers (Garlan/Shaw 1994) anbietet, bei der eine Ebene nur auf die direkt unter ihr liegende zugreift. Auch hier ist eine minimale Funktionalität relativ schnell zu erreichen, die Studierenden können sich aber der Herausforderung eines möglichen Alltagseinsatzes stellen. In beiden Fällen sind die ausgewählten Architekturen nicht die einzig möglichen: Die Tabellenkalkulation kann auch als *blackboard* (Garlan/Shaw 1994) realisiert werden und die Terminverwaltung lässt sich auch *event-based* verstehen. In der Veranstaltung „Software-

Architektur“ soll es daher primär darum gehen, die Auswahlkriterien transparent zu machen.

Die Organisationsform der Projekte soll weiterhin ergebnisoffenes Handeln und die kritische Reflexion der existierenden Praxis (Euler 2005: Abschnitt 4.1.b), und hier vor allem der eigenen Programmierpraxis, ermöglichen. Die zu erstellende Software ist daher nur grob umrissen und die Studierenden haben die Möglichkeit, ihre eigenen Vorstellungen und Erfahrungen mit existierenden Programmen einzubringen. Auch die Auswahl von geeigneten Architektur- und Designelementen aus der Vorlesung bleibt den Studierenden selbst überlassen, zum Zeitpunkt der Aufgabenstellung werden immer mehrere Alternativen bereitstehen. Zur kritischen Reflexion des eigenen Handelns beinhaltet die Abgabe zu einem Projekt nicht nur das erstellte Programm selbst, sondern auch eine kurze mündliche Präsentation seiner Struktur und der getroffenen Entscheidungen. Wie Huber (2002: These 2b) bemerkt, geht es „beim forschenden Lernen nicht notwendig um praktische Ergebnisse (Produkte), sondern zunächst um theoretische Einsichten“. Diese Akzentuierung kommt den oben genannten Lernzielen der Software-Architektur entgegen.

Die Abgabe des Projektes erfolgt daher persönlich beim Tutor, der weiterhin die Aufgabe hat, ein kurzes Feedback zur Umsetzung der Konzepte und zur Struktur des Programms selbst zu geben: Ist das Programm verständlich und erweiterbar? Wo wurde die gewählte Architektur verletzt und durch ad-hoc Entscheidungen umgangen? Diese Bemerkungen sollen dazu dienen, die Software-Struktur im nächsten Projekt zu verbessern und so die Lernziele der Vorlesung zu realisieren. Sie sollen auch die Lernfortschritte gegenüber der vorherigen Abgabe deutlich machen und zur weitergehenden Umsetzung der vorgestellten Architektur- und Designkonzepte anregen. Organisatorisch muss der konventionelle Übungsbetrieb aufgegeben werden, da eine wöchentliche zweistündige Übungsgruppe das Zeitbudget der Studierenden und Tutoren belastet, ohne einen wesentlichen Zuwachs an Einsicht über die Architektur zu bringen. Bewertet wird bei der Abgabe, im Sinne der Fokussierung auf theoretische Einsichten, nicht der Funktionsumfang der erstellten Software, sondern die gewählte Software-Struktur, ihre Umsetzung im Programm, sowie die Erklärung des eigenen Vorgehens.

3 Diskussion

Die vorgeschlagene Vorlesung „Software-Architektur“ stellt an Studierende und Tutoren Anforderungen, wie sie im normalen Übungsbetrieb zu einer Vorlesung nicht vorkommen: Werden dort kleine Übungsaufgaben direkt entlang des Vorlesungsstoffes gestellt und Musterlösungen in der Übungsstunde durchgerechnet, so geschieht hier die Arbeit in den Projekten und die Bewertung vergleichsweise eigenverantwortlich und fasst den Vorlesungsstoff mehrerer Wochen zusammen.

Die Studierenden müssen daher ihr Vorgehen planen und die Gesamtaufgabe, durchaus im Sinne einer Selbstkompetenz (Euler 2005: Abschnitt 4.1), in kleinere Einheiten einteilen. Die Beurteilung der Software-Struktur, zunächst durch die Studierenden selbst, dann durch den Tutor, ist selten Gegenstand regulärer Veranstaltungen. Für die Tutoren ist daher eine umfangreiche Programmiererfahrung und eine kritische Distanz zum eigenen Programm unerlässlich; diese Voraussetzungen müssen durch eine intensive Vorbereitung bereits vor dem Semester ergänzt werden.

Eine grundsätzliche Problematik ergibt sich aus dem Zeitaufwand, den die Realisierung schon kleiner Software-Projekte mit sich bringt. Die Vorgabe eines Rahmenprogramms, wie sie in vielen Vorlesungen üblich ist, widerspricht dem ergebnisoffenen Ansatz, mit dem allein die Auswirkungen von Architektur-Entscheidungen aufgezeigt werden können. Die grundlegende Frage, inwiefern komplexe Lernsituationen für den Erkenntnisgewinn im forschenden Lernen förderlich oder vielmehr in Hinblick auf eine mögliche Überforderung hinderlich sind (Euler 2005: Abschnitt 4.2), hat daher für die geplante Vorlesung eine klare Antwort: Projekte können nur durch didaktische Reduktion der Aufgabenstellung überhaupt zum Abschluss gebracht werden.

Eine alternative Konzeption der Veranstaltung bestand darin, ein und dasselbe Problem mit mehr als einem Ansatz zu lösen und die Lösungen zu vergleichen. Ein solches Vorgehen erlaubt in beinahe idealer Weise die (rückblickende) Evaluation alternativer Architekturen und trägt damit wesentlich zur Erreichung der Lernziele bei. Gegen diesen Ansatz sprechen jedoch drei gewichtige Gründe: Zum einen besteht die Gefahr, dass letztlich – und sei es nur aus Unüberlegtheit – doch Elemente der vorhergehenden Lösung übernommen werden, was eine klare Umsetzung der gewählten Architektur erschwert. Weiterhin ist die Motivation, ein subjektiv bereits als gelöst eingestuftes Problem erneut anzugehen, gering. Schließlich ist es beinahe unmöglich, ein einziges Problem zu finden, das sich mit verschiedenen Architekturen gleich gut lösen lässt: Es ist ja gerade eines der Ziele der Software-Architektur, Hilfestellungen für die Auswahl einer geeigneten Software-Struktur für ein konkretes Problem zu geben.

Literatur

- Bass, Len; Paul Clements; Rick Kazman. *Software Architecture in Practice*. 2. Auflage. Addison-Wesley 2003.
- Beck, Kent. *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison-Wesley 1999.
- Buschmann, Frank; Regine Meunier; Hans Rohnert; Peter Sommerlad. *Pattern-Oriented Software Architecture*. Wiley & Sons 1996.
- Euler, Dieter. „Forschendes Lernen“. Spoun, Sascha/Werner Wunderlich (Hrsg.): *Studienziel Persönlichkeit. Beiträge zum Bildungsauftrag der Universität heute*. Frankfurt/New York (Campus) 2005.
- Gamma, Erich; Richard Helm; Ralph Johnson; John Vlissides. *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley 1995.
- Garlan, David. “Software Architecture: A Roadmap”. In: A. Finkelstein (Ed.). *The Future of Software Engineering*. ACM Press 2000.
- Garlan, David; Mary Shaw. “An Introduction to Software Architecture”. Technischer Bericht CMU-CS-94-166. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 1994.
- Huber, Ludwig. “Forschendes Lernen: 10 Thesen zum Verhältnis von Forschung und Lehre aus der Perspektive des Studiums”. *Die Hochschule* 2, 2004.
- Kruchten, Philippe. “Architectural Blueprints – The ‘4+1’ View Model of Software Architecture”. *IEEE Software* 12:6, 1995.
- Meyer, Bertrand. “Applying ‘Design by Contract’”. *IEEE Computer* 25:10, 1992.
- Meyer, Bertrand. *Object-Oriented Software Construction*. 2. Auflage. Prentice-Hall 1997.
- Parnas, David. L. “On the Criteria To Be Used in Decomposing Systems into Modules”. *Communications of the ACM* 15:12, 1972.
- Sun. *Java Platform, Standard Edition*. <http://java.sun.com/javase>, 2006.

Beispiel 2:

Konzeptskizze für forschendes Lernen im Hauptseminar »Parteien und ihre Konkurrenten«

Patricia Graf

1 Rahmenbedingungen des Seminars

Bei der folgenden Konzeptskizze handelt es sich um einen Entwurf für ein politikwissenschaftliches Seminar im Hauptstudium, das im Sommersemester 2007 am Institut für Politikwissenschaft der Universität Tübingen stattfinden soll. Das Seminar ist dem Bereich „Politische Soziologie Lateinamerikas“ zugeordnet. In diesem Bereich werden sowohl akteurstheoretische Thematiken wie etwa die Rolle indigener Bewegungen als auch entwicklungspolitische Themen behandelt.

In dem Seminar „Parteien und ihre Konkurrenten“ wird untersucht, welche Rolle Akteure, die sich nicht innerhalb von Parteien organisieren, aber dennoch am politischen Prozess aktiv mitwirken, im politischen System spielen. Damit wird der Tendenz Rechnung getragen, dass Parteien in den letzten Jahren immer mehr Konkurrenz durch einzelne Persönlichkeiten oder soziale Bewegungen erhalten haben. Diese nehmen zunehmend auch an Wahlen teil und gründen zu diesem Zweck teilweise auch eigene Gruppierungen, sogenannte „Wahlvereine“, die sich nach der Wahl bald wieder auflösen. Es gilt zu fragen, welche Prozesse zu den genannten Phänomenen geführt haben. Woher speist sich die Legitimation der genannten Gruppen? Ferner sind die Ziele der Gruppierungen/Akteure von Interesse. Ein wichtiger Punkt ist die Organisation der Gruppierungen. Wie sind sie aufgebaut? Können sich von ihrem Aufbau her Prognosen über ihre Überlebenschancen im politischen Prozess machen lassen? In welchem Verhältnis stehen die Akteure/Gruppierungen zu politischen Parteien? In dem Seminar sollen die Studierenden zunächst einen theoretischen Rahmen erarbeiten, mit dem die geschilderten Phänomene erfasst werden können, und diesen dann auf verschiedene Länder anwenden. Das Seminar ist sowohl für Studierende im Hauptstudium, die sich bereits auf Politik in Lateinamerika spezialisiert haben, als auch für Studierende jenseits des Regionalschwerpunktes zugänglich.

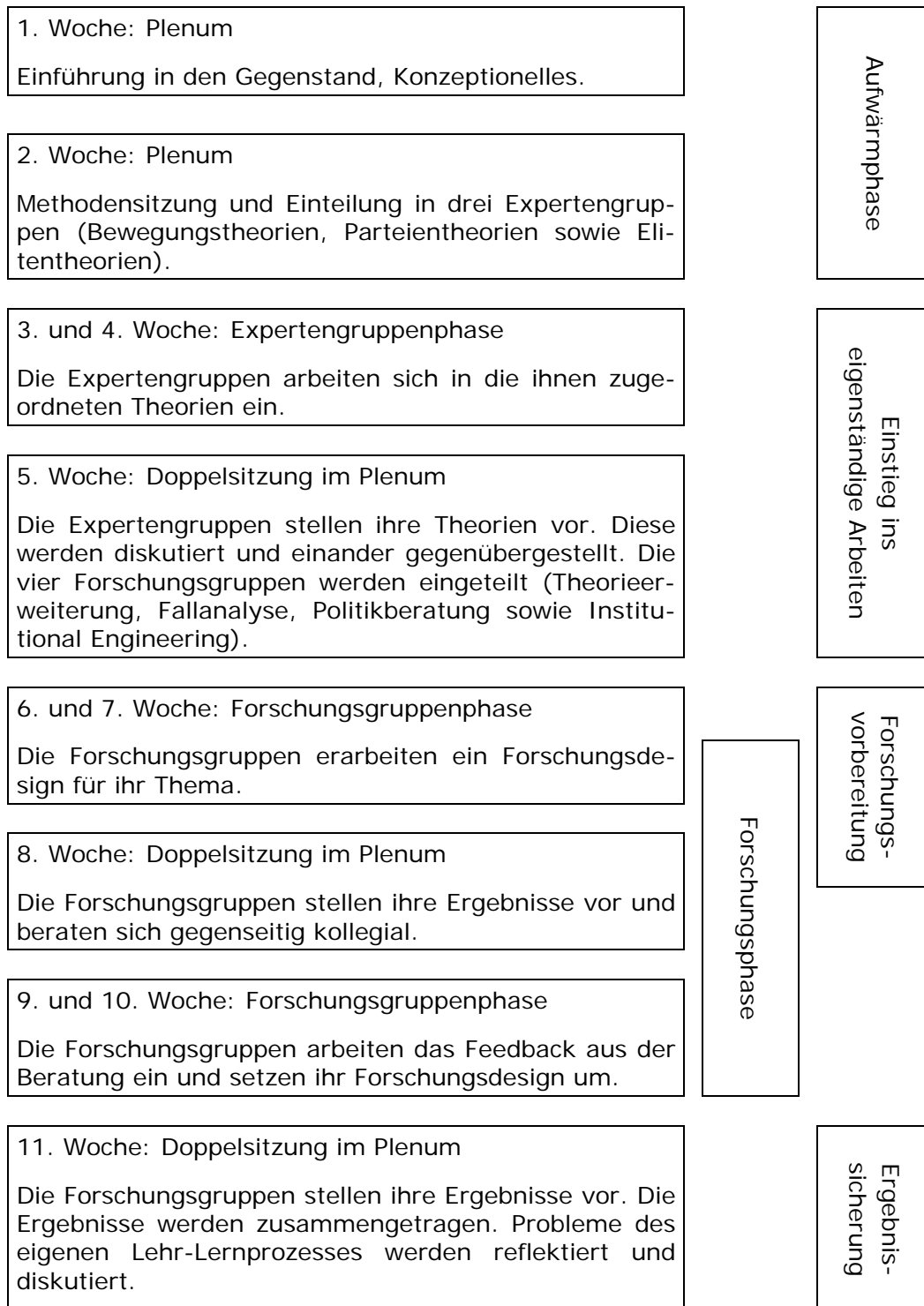
2 Einführung in das Seminarkonzept

Ziel der Veranstaltung ist es, anhand eines vorgegebenen Themas die Studierenden an den Prozess eigenständigen politikwissenschaftlichen Forschens heranzuführen. Die Eigenständigkeit soll dabei durch die Auflösung des traditionellen Seminarkonzepts der angeleiteten Arbeit in Großgruppen erreicht werden. Stattdessen liegt dem Seminar die Methode des Gruppenpuzzles zugrunde. Für das gesamte Seminar stehen 14 Lehr-Lerneinheiten à 90 Minuten zur Verfügung. Das Seminar wird außerdem durch eine Internetplattform begleitet, auf der alle Ergebnisse des Seminars gesichert werden. In der ersten Sitzung sollen die Studierenden zum einen auf das neuartige Lehr-Lernkonzept vorbereitet werden. Zum anderen wird die Lehrende thematisch in den Seminarsgegenstand einführen.

Die zweite Sitzung dient einer Wiederholung von Methoden und Herangehensweisen und Möglichkeiten des politikwissenschaftlichen Forschungsprozesses. Bereits in dieser Sitzung werden im Seminar drei Expertengruppen gebildet zu Bewegungstheorien, Parteientheorien sowie Elitentheorien, wobei jede Gruppe nur eine Theorie bearbeitet. Die Aufgabe der Expertengruppen besteht darin, sich so gut wie möglich Kenntnisse über Prämissen und Funktionsweise der Theorien zu verschaffen und diese für die anderen Seminarteilnehmer aufzubereiten. Dafür haben die Expertengruppen zwei Wochen lang Zeit. Während dieser Zeit findet kein Seminar statt, jedoch müssen sich die Gruppen mindest einmal die Woche treffen und darüber auch ein Protokoll erstellen. Über dieses Protokoll sowie die Sprechstunde kann die Lehrende die Kontroll- und Korrekturfunktion wahrnehmen.

In der dritten Woche findet eine doppelte Seminarsitzung à 180 Minuten statt. In dieser stellen die Expertengruppen zum einen in Referatsform ihre Ergebnisse vor. Zum anderen tauschen sie im Plenum ihre Erfahrungen aus. Bereits in dieser Sitzung werden Forschungsgruppen gebildet zu den Themen Theorieerweiterung, Fallanalyse, Politikberatung sowie Institutional Engineering. Aufgabe der Forschungsgruppen ist es, das Thema „Parteien und ihre Konkurrenten“ anhand der genannten Arbeitsaufgaben zu bearbeiten und dabei die erarbeiteten Theorien anzuwenden. Es sollte deshalb in jeder Forschungsgruppe mindestens ein Experte jeder Theorie sitzen. Beim Thema Theorieerweiterung ist gemeint, dass die Studierenden versuchen, eine Fusion zweier Theorien ihrer Wahl, etwa der Parteientheorie und der Theorie der Sozialen Bewegungen, zu erstellen. Die Forschungsgruppe, die sich mit der Fallanalyse beschäftigt, soll eine oder mehrere Theorien auf ein vorher mit der Dozentin abgesprochenes Land anwenden. Beim Thema Politikberatung geht es dagegen darum, aus der Sichtweise der Theorien heraus Handlungsanweisungen bezüglich des Themas auszusprechen. Die Gruppe zum Institutional Engineering schließlich sollte überlegen, inwiefern ein Zusammenhang zwischen Institutionen wie Wahlsystem und Wahlrecht und der Situation der Parteien besteht oder wie Institutionen reformiert werden müssten, um der neuen Situation Rechnung zu tragen.

Konzeptskizze zum Seminar »Parteien und ihre Konkurrenten«



Die Forschungsgruppen haben zwei Wochen Zeit, um sich in die Themen einzuarbeiten. Während dieser Zeit finden keine Seminarsitzungen statt, jedoch sollen die Gruppen sich regelmäßig treffen und dies auch protokollieren. Nach zwei Wochen können sie erste Ergebnisse und Probleme in einer Art Kolloquium vorstellen. Dazu sind 180 Minuten Seminarsitzung vorgesehen. Diese Sitzung dient dazu, den Forschungsgruppen Feedback zu geben, sie zu beraten und bisher aufgetauchte Probleme eventuell zu korrigieren. Dies findet in Form der kollegialen Beratung statt, d. h. jede Gruppe trägt vor dem Plenum vor und holt sich auch von diesem Beratung. Die Lehrende hat ebenfalls eine Beratungs-, vor allem aber eine Moderationsfunktion inne. Nach dieser Sitzung arbeiten die Gruppen nochmals zwei Wochen an ihrem jeweiligen Thema und stellen dies dann in einer letzten 240-minütigen Sitzung vor. Die letzte Stunde der Sitzung ist dafür vorgesehen, alle Ergebnisse zusammenzutragen, zu reflektieren, aber auch den eigenen Arbeitsprozess und die Art des Lernens bewusst zu machen.

3 Bezugspunkte zum forschenden Lernen

Die Seminarkonzeption ist in mehreren Punkten dem Konzept des forschenden Lernens verbunden. Zum einen gibt sie den Studierenden nochmals konkret Instrumente in die Hand, selbst ein Thema zu untersuchen. Zum anderen bietet es die Möglichkeit, diese erworbenen Fähigkeiten gleich umzusetzen. Dazu steigen die Studierenden in einer fortgeschrittenen Phase des Forschungsprozesses ein, d. h. es werden ihnen bereits detektierte Problemfelder eines Themas präsentiert, die bearbeitet werden sollen. Es ist außerdem ihre eigene Ausgestaltung des Themas gefragt. Auch mit der Wahl ihrer Forschungsgruppe müssen sie eine aktive Entscheidung über den eigenen Lernprozess treffen. Des Weiteren ist das Seminarkonzept berufsfeldorientiert: mit den Forschungsgruppen bietet es den Studierenden Einblick in verschiedene politikwissenschaftliche Berufs- und Tätigkeitsfelder. Damit wird auch der möglichen Homogenität der Gruppe Rechnung getragen, die möglicherweise aus Studierenden mit unterschiedlichen Interessen bezüglich Theorie und Praxis besteht.

Durch die Auflösung der klassischen Seminarstruktur gewinnen die Studierenden Freiheit, die sie ihrem Forschungsprojekt widmen können. Sie müssen die Zeiten, in denen keine Seminarsitzungen stattfinden, durch eigenes kollektives Zeitmanagement planen. Die Kolloquiumssitzung sowie die Protokolle bieten dagegen Rückbindung an die Gruppe und stellen damit einen angeleiteten Lehr-Lernprozess sicher. Die Internetplattform, die das Seminar begleitet, wirkt zusätzlich als Ankerpunkt, da auf ihr alle Seminarergebnisse gesammelt werden und kommentiert werden können. Damit ist der gesamte Lehr-Lernprozess für alle transparent. Das Seminar bietet damit eine gute Vorbereitung auf den Arbeitsprozess der Master- bzw. Magisterabschlussarbeit.

Beispiel 3:

Forschendes Lernen in der Lehrveranstaltung »Sportwissenschaftliche Arbeitsmethoden II: Biomechanische Arbeitsmethoden«

Markus Gruber

1 Ziele und Rahmenbedingungen des Seminars

Ziel des Seminars ist es, dass die Teilnehmer/innen nach der Veranstaltung in der Lage sind, eine empirische Untersuchung mit den gängigen biomechanischen Methoden zu entwickeln und durchzuführen.

Die Veranstaltung wird als Übung mit einem zweitägigen experimentellen Block angeboten. In der Veranstaltung wird in den ersten Stunden eine theoriebasierte Fragestellung erarbeitet sowie über grundsätzliche Annahmen zu naturwissenschaftlichen Messungen diskutiert. In den folgenden Stunden werden die dazu notwendigen Methoden erarbeitet und in ein Untersuchungsdesign integriert. Danach erfolgt die praktisch experimentelle Phase (Workshop). Im Labor werden die entsprechenden Messungen durchgeführt und danach ausgewertet. In den abschließenden Stunden werden die Ergebnisse vorgestellt und auf dem bisherigen Stand des Wissens diskutiert. Die Studierenden erstellen ein Manuskript, das den Richtlinien einer zu wählenden deutschsprachigen Zeitschrift entsprechen soll. Jeder Teilnehmer schreibt einen definierten Textbaustein. Dieser Textbaustein entspricht der schriftlichen Prüfungsleistung für dieses Seminar.

Die Wahlpflichtveranstaltung empfiehlt sich für alle Studierenden, die eine empirische Arbeit in einem naturwissenschaftlichen Fachbereich ablegen möchten.

Die Lernziele des Seminars sollen durch die Durchführungsform in einer Mischung aus Theorie und praktischem Experimentieren erarbeitet werden. Die offene Form der Veranstaltung erfordert von den Teilnehmern Teamfähigkeit auf der einen Seite, und auf der anderen Seite selbständiges Handeln.

2 Aufbau des Seminars

Der Aufbau des Seminars ist nachfolgend in tabellarischer Form dargestellt. Die Termine 1 und 2 sowie 11 und 12 finden während des Semesters in jeweils einer Doppelstunde statt. Die Termine 3 bis 10 werden als zweitägiger Block angeboten. Die zeitliche Planung muss auf den aufbauenden Charakter des Seminars Rücksicht nehmen. So muss z. B. zwischen den Terminen 10 und 11 sowie 11 und 12 ausreichend Zeit sein, um die im Blockseminar experimentell erhobenen Daten auswerten zu können bzw. die Resultate diskutieren zu können. Entsprechend muss den Referenten eine längere Zeitspanne zur Verfügung stehen, um den experimentellen Block vorzubereiten.

Tabelle 1: Aufbau des Seminars

TERMIN	THEMA	INHALT
1	Einführung	<ul style="list-style-type: none">▪ Semesterverlauf vorstellen▪ Lernziele und -inhalte erarbeiten▪ Themenvergabe▪ theoretische Texte austeilen
2	Problemanalyse	<ul style="list-style-type: none">▪ Literaturstudium▪ Auswahl an Untersuchungen▪ referieren▪ Diskussion des empirischen Zugangs
3–6	Methodenkenntnisse	<ul style="list-style-type: none">▪ Das Experiment, die Messung▪ Dynamometrische Verfahren▪ Kinemetrische Verfahren▪ Elektromyographische Verfahren
7–8	Untersuchungskonzeption	<ul style="list-style-type: none">▪ Hypothesenbildung▪ Aufbau des Experiments
9–10	Untersuchungsdurchführung	<ul style="list-style-type: none">▪ Durchführung des Experiments
11	Datenanalyse	<ul style="list-style-type: none">▪ Auswertung▪ Ergebnisdarstellung▪ Statistik
12	Ausarbeitung	<ul style="list-style-type: none">▪ Diskussion▪ Formatierung

3 Bezugspunkte zum forschenden Lernen

Die Veranstaltung eignet sich thematisch außerordentlich gut für ein Konzept, das forschendes Lernen ermöglicht. Spezifische Methoden werden in einem Experiment eingesetzt, um wissenschaftliche Erkenntnis zu gewinnen. Durch die Verbindung von wissenschaftlichen Theorien und experimentellen Inhalten erkennen die Studierenden sehr schnell die Notwendigkeit, Sachverhalte zu hinterfragen und werden dadurch forschend tätig. Die Studierenden kommen in dieser Veranstaltung oft zum ersten Mal in ihrem Studium mit einem forschenden Ansatz in Berührung. Zusammenhänge müssen nicht mehr als gegeben akzeptiert werden, sondern können, ja müssen sogar hinterfragt werden.

4 Vorbereitung von Seiten des Dozierenden

Die Forschungsfrage muss für dieses Seminar vorbereitet werden (wissenschaftlich theoretische Texte sind entsprechend auszuwählen und den Studierenden in der ersten Stunde auszuteilen). Dies ist notwendig, da die Lernziele die Kenntnis aller in der Bewegungswissenschaft üblichen Methoden beinhalten. Denkbar wäre aber auch, eine noch nicht festgelegte Fragestellung in den ersten Stunden zusammen mit den Studierenden zu entwickeln. Dazu wäre aber ein spezifisches theoretisches Vorwissen auf Seiten der Studierenden notwendig, das in dieser Form für diese Veranstaltung nicht vorliegt. Der Dozierende ist während des Semesters stark mit der Betreuung der einzelnen Gruppen beschäftigt. Ein Referatsthema wird immer von einer Kleingruppe bestehend aus zwei bis vier Studierenden bearbeitet. Die Experimente müssen vorbereitet und besprochen werden. Die Datenanalyse erfordert die Kenntnis einer speziellen Software; Unterlagen, die für die Diskussion der Ergebnisse notwendig sind, sollten den Studierenden zur Verfügung stehen.

5 Probleme bei der Durchführung

Die einzelnen Referatsthemen unterscheiden sich teilweise stark hinsichtlich ihres Arbeitsaufwands. Diesem Umstand kann man nicht immer Rechnung tragen, indem man die Themen personell unterschiedlich stark besetzt. So ist z. B. die Vorbereitung der Experimente und die Auswertung der Daten sehr zeitintensiv. Im Bachelor-Studiengang wird für diese Veranstaltung eine schriftliche Prüfungsleistung verlangt. Aus diesem Grund müssen die Textbausteine, die am Ende zu einem Manuskript verarbeitet werden, den Teilnehmern/-innen eindeutig zugeordnet werden können.

6 Fazit

Diese Veranstaltungsform erfordert von den Lehrenden wie auch von den Studierenden ein erhebliches Engagement. Sie wird von den Teilnehmern/innen als offen empfunden und motiviert, selbständig bzw. im Team Ideen zu entwickeln. Insbesondere eignet sich diese Lehr/Lernform außerordentlich gut, um die Studierenden auf ihre wissenschaftliche Qualifikationsarbeit vorzubereiten.

Beispiel 4:

Forschungsseminar für das Hauptstudium Ur- und Frühgeschichte

Miriam Noël Haidle

Archäologische Forschungen befassen sich zu einem Großteil mit der Gewinnung von Primärdaten: Ausgrabungen, Erfassung der Artefaktinventare in Katalogen und Datenbanken, beschreibende Analyse der Daten. Die einzelnen Primärdaten weisen in der Regel eine niedrige Aussagefähigkeit auf, daher muss mit großen Datenmengen gearbeitet werden. Außerdem sind die Primärquellen – sowohl die Fundplätze als auch die einzelnen Artefakte – zum einen individuell, zum anderen in ihrem Informationswert vielschichtig, so dass eine vollkommen standardisierte Datenerhebung nicht existiert. Sie ist einerseits von spezifischen Fragestellungen, andererseits von den Qualitäten des Inventars und der Grabungsdokumentation abhängig.

Die Studierenden sehen sich in der Regel erstmals bei der Examensarbeit mit einem archäologischen Inventar – Steingeräte, Tier- oder Menschenknochen, Keramikscherben etc. – konfrontiert, das sie selbständig auswerten sollen. Während des Grundstudiums werden zwar bereits einführende Kurse in die Material- und Formenkunde angeboten, die durch Zeichenkurse ergänzt werden. Im Hauptstudium können gewöhnlich erste Auswertungskurse besucht werden, in denen in der Regel jedoch nur Teilbereiche eines Inventars in vorgegebener Weise bearbeitet werden, was meist bei der Datenaufnahme nach einer von der Kursleitung bestimmten Fragestellung und mit einem festgelegten Aufnahmeschema beginnt und endet. Etliche Studierende verspüren daher vor allem zu Beginn ihrer Magisterarbeiten eine große Unsicherheit im Umgang mit dem ersten ‚eigenen‘ Material. Dies führt einerseits auf Seiten der Studierenden zu einem verstärkten Herumprobieren und damit zu einer Verlängerung der für die Examensarbeit aufgewendeten Zeit. Die Lehrenden andererseits müssen mehr Zeit und Energie für Einzelberatungen aufbringen. Beiderseits wird die Betreuungssituation als nicht zufriedenstellend empfunden.

Abhilfe könnte hier zumindest teilweise ein Forschungsseminar für das Hauptstudium schaffen, in dem die Studierenden in der Gruppe selbständiges Arbeiten von der Formulierung der Fragestellung über die Erstellung eines Aufnahmesystems, die Datenaufnahme, eine kleine Auswertung bis zur Präsentation von Forschungsergebnissen üben (Tab. 1). Die Teilnehmendenzahl des Kurses sollte 20

nicht überschreiten. Im Kurs wird ein kleines Inventar von ca. 100 Steingeräten oder vergleichbar kleiner Mengen anderer archäologischer Quellen wie Keramik, Faunenreste oder menschliche Skelette hauptsächlich in Kleingruppen zu 3 bis 5 Personen bearbeitet. Es steht für alle Gruppen das gleiche Inventar zur Verfügung, für das jede Gruppe ihre eigene Fragestellung entwickelt. In jeder Gruppe werden zudem Experten bestimmt, die für die verschiedenen Bereiche A) Erstellung eines Aufnahmesystems, B) Aufbau einer Datenbank, C) beschreibende statistische Analyse und D) graphische Darstellung der Ergebnisse vorrangig zuständig sind. Jede Kleingruppe arbeitet für sich am Inventar von der Fragestellung bis zur Präsentation der Gruppenergebnisse. Selbst organisierte Expertenrunden mit Teilnehmenden aus jeder Kleingruppe helfen bei der Suche nach Lösungen für bestimmte Arbeitsschritte. Während der Gruppenarbeitsphasen werden die wöchentlichen, je nach Bedarf jedoch abgekürzten Kurssitzungen beibehalten als Möglichkeit der Beratung durch die Kursleitung. Die Gruppenphasen werden durch Plenumssphasen umrahmt, in denen die Gruppenphasen durch gezielten Input initiiert bzw. abschließend die Ergebnisse diskutiert und verbessert werden.

Der skizzierte Kurs eignet sich sowohl für ‚alte‘ Magisterstudiengänge als auch für neue modularisierte Studiengänge. Als Prüfungsleistung ist eine individuelle Ergebnissicherung in Form eines Artikelmanuskripts für eine wissenschaftliche Zeitschrift vorgesehen auf der Grundlage der in der Gruppe erarbeiteten Auswertungen.

Der Kurs ist entsprechend dem Aufbau eines kleinen Forschungsprojektes gegliedert. Dabei wechseln sich Plenumssphasen des Inputs und der Überprüfung der bisher erreichten Ergebnisse mit freien Phasen zur selbständigen Arbeit ab. Eine Kombination aus selbständigen Forschungs- und geleiteten Überprüfungsphasen ist sinnvoll, damit sich mögliche Fehlgänge und ihre Konsequenzen nicht bis zum Ende des Kurses aufsummieren, sondern zeitnah korrigiert werden können. Dadurch werden zwar kleinere Rückschläge erfahrbar, aber vollständige Fehlschläge und damit tiefere Frustrationen werden vermieden. Forschendes Lernen findet in der Kleingruppe bzw. in den Expertenrunden statt und umfasst drei Ebenen:

1. die Auswertung eines archäologischen Inventars: Die Teilnehmenden vollziehen nach, wie sich welche Aussagen aus Fundkomplexen gewinnen lassen;
2. die Bedeutung von Fragestellungen und die Grenzen ihrer Beantwortung: Die Teilnehmenden erfahren in der eigenen Gruppe und im Vergleich mit anderen Gruppen, wie Fragestellungen den Aufbau einer Fundauswertung beeinflussen und welche Informationen evtl. zusätzlich notwendig gewesen wären, um ihre Frage zu beantworten;
3. den Aufbau und die Organisation eines kleinen Forschungsprojektes: Die Teilnehmenden durchlaufen eine Fundauswertung vom Anfang der Fragestellung bis zur Fertigstellung eines Manuskripts. Im vorgegebenen Ablaufrahmen können sie Vorgehensvarianten erproben.

Die Arbeit in Klein- und Expertengruppen fördert die Teamarbeit, lässt Erfahrungen in verschiedenen Gruppen zu und führt zum Austausch von Wissen und Fähigkeiten jenseits der Schiene Dozent/Dozentin und Studierende. Das selbständige Lernen der Studierenden wird dadurch unterstützt. Da eine Gruppenbewertung aus verschiedenen Gründen jedoch problematisch ist, wird die Prüfungsleistung durch eine individuelle Zusammenfassung der Ergebnisse erbracht.

Tabelle 1: Gliederung des Forschungsseminars

Ur- und Frühgeschichte: Auswertung eines Artefaktinventars (Forschungsseminar für das Hauptstudium)			
Sit- zung	Inhalt	Gruppenform	Methodik
1 2	Einführung in das Seminar, Vorstellung Artefaktmaterial, Bildung von Kleingruppen, Bestimmung von Experten/-innen (für Datenaufnahme, Datenerfassung, statistische Auswertung, Graphik, Interpretation), Festlegung Fragestellung	Plenum	Hauptsächlich Input mit kleinen Aktivitätselementen
3 4	Entwicklung von Aufnahmeschemata für die Datenerhebung, an Fragestellung angepasst	Selbständige Kleingruppen u. Expertengruppen A und B	Literaturrecherche, selbstorganisiertes Entwerfen eines Aufnahmeschemas, Entwicklung kleine Datenbank
5	Vorstellung und Korrektur der entwickelten Aufnahmeschemata, Initiierung Datenaufnahme	Plenum	Gruppenpräsentation, Diskussion der einzelnen Schemata
6 7	Datenaufnahme	Selbständige Kleingruppen	Selbstorganisierte Arbeit an Fundmaterial, Aufnahme in DB
8	Abschluss Datenaufnahme, Probleme?	Plenum	Erfahrungsberichte, Diskussion
9	Einführung in die Auswertung der Daten	Plenum	Hauptsächlich Input mit kleinen Aktivitätselementen
10 11	Auswertung der Daten, kleine beschreibende Statistik, Graphiken	Selbständige Kleingruppen u. Expertengruppen C und D	Selbstorganisierte Arbeit mit Datenbank, Auswertung mit Bezug auf Fragestellung
12	Präsentation der Gruppenergebnisse in Kurzvorträgen	Plenum	Präsentation, Diskussion
13	Einführung in das Schreiben von Artikeln (individuelle Ergebnissicherung = Prüfungsleistung)	Plenum	Hauptsächlich Input mit kleinen Aktivitätselementen
14	Abschluss des Seminars: Problembesprechung, Schlussdiskussion, Evaluation	Plenum	Diskussion, Feedback, schriftliche Evaluation

Beispiel 5: Projektveranstaltung in der Architektur

Martin Larcher

Das Institut für Massivbau und Baustofftechnologie der Universität Karlsruhe (TH) bietet für Studierende des Bauingenieurwesens verschiedene Lehrveranstaltungen an, die sie befähigen sollen, Stahlbeton- und Spannbetonbauten zu bemessen – und damit den Nachweis der Standsicherheit zu erbringen. In der Ausbildung werden dabei Berechnungsprogramme, die in der Praxis weit verbreitet sind, nur am Rande behandelt.

Das Ziel der geplanten Projektveranstaltung ist, den Studierenden an einem Praxisbeispiel forschend einen Zugang zu dem Berechnungsprogramm SOFiSTiK zu ermöglichen. Richtungsweisend sind die Leitlinien des forschenden Lernens: die Selbstständigkeit der Teilnehmenden, die Notwendigkeit einer klaren Problemstellung, die zu lösen ist, das Ziel des Erkenntnisgewinns der Teilnehmenden und die Offenheit des Prozesses und der Ergebnisse. Begleitend zum Projekt sollen verschiedene soziale Kompetenzen wie Gruppenarbeit, das Präsentieren von Inhalten und die Projektarbeit eingeübt und reflektiert werden. Die Erfahrung mit den Studierenden zeigt, dass am Ende des Studiums hier meist Defizite festzustellen sind.

Da es schwierig ist, aus diesem Projekt eine prüfungsrelevante Veranstaltung zu machen und diese im Rahmen der Studienordnung zu verankern, wird das Projekt als eine freiwillige Zusatzveranstaltung angeboten, an deren Ende den Studierenden die Teilnahme bescheinigt wird. Die Nachfrage nach Themen für Diplomarbeiten zeigt, dass ein reges Interesse von den Studierenden an Erfahrungen in praxisrelevanten Berechnungsprogrammen herrscht. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die maximale Zahl von ca. 12 Teilnehmenden schnell erreicht sein wird. Die Veranstaltung selbst soll als einwöchige Blockveranstaltung in den Semesterferien durchgeführt werden. Dies hält den Aufwand für die beiden betreuenden Lehrenden in einem überschaubaren Rahmen und fordert die Studierenden in ihrem Engagement.

Folgende Fragen sind vor der Durchführung zu klären:

- Ist bei den Studierenden ein Interesse für eine solche Veranstaltung vorhanden?
- Ist die Bearbeitung des Problems in der angegebenen Zeit möglich?
- Ist das Interesse des Instituts vorhanden?
- Sind die entsprechenden PC mit der erforderlichen Software vorhanden?

Voraussetzung für eine Teilnahme am Projekt ist die Offenheit, sich in der Gruppe zu engagieren und sich auf den noch offenen Prozess einzulassen, in dem der Lernerfolg insgesamt in sehr hohem Maße vom Einsatz des Einzelnen abhängt. Fachlich ist ein Grundwissen im Stahlbeton erforderlich. Zusätzliches Wissen in der von den Berechnungsverfahren verwendeten Methode der Finiten Elemente und im Spannbeton ist sinnvoll, aber nicht unbedingt notwendig, da dieses auch im Verlauf des Projekts erarbeitet werden kann.

Für forschendes Lernen ist eine Problemstellung notwendig, deren Bearbeitung zum Erkenntnisgewinn führen kann. Es stellt sich somit die Frage nach einer zu untersuchenden Baustruktur, die für die Studierenden einen besonderen Reiz ausübt. Das Bauwerk muss aber auch so einfach zu modellieren sein, dass die Bearbeitung innerhalb der vorhandenen Zeit möglich ist. Hierfür sind verschiedene Bauwerke denkbar, wie die Fußgängerbrücke über den Adenauerring in Karlsruhe unweit des Institutsgebäudes, die Bahnsteigüberdachung des Hauptbahnhofs Heidelberg oder die Büchenauerbrücke in Bruchsal. Während für die Fußgängerbrücke die Untersuchung der dynamischen Belastung der Brücke interessant ist – hier müssen Schwingungsuntersuchungen durchgeführt werden – sind bei der Bahnsteigüberdachung und bei der Brücke in Bruchsal die statischen Belastungen von Interesse. Die Ergebnisse der Berechnung sollen in einem Abschlussworkshop im Institut allen Interessierten präsentiert werden.

Der Ablauf des Projekts ist folgendermaßen gedacht:

- Als Start soll ein lockeres Kennenlernen der Teilnehmenden initiiert werden, um eine effektive Gruppenarbeit zu ermöglichen.
- Eine circa zweistündige Einführung in die Themen Finite Elemente und Spannbeton soll die Grundlage für die Weiterarbeit legen. Diese soll so aktivierend wie möglich gestaltet werden, um eine große Motivation zu erzeugen. Es sollen des Weiteren Grundfunktionen des Programms SOFiSTiK gezeigt werden, um den Lernprozess zu stimulieren.
- Die zu verwendenden Unterlagen werden vorgestellt. Dies sind insbesondere Pläne, Literatur und eventuell vorhandene Statiken. Diese Unterlagen sollen nicht erklärt werden, da die Studierenden sich selbstständig in das Problem einarbeiten sollen.
- Den Teilnehmenden wird nun die Möglichkeit gegeben, die Tragstruktur des Bauwerkes zu verstehen.
- Eine Einführung in die Projektmethode soll das weitere Vorgehen erklären. Hier soll neben der Vorstellung des klassischen vierphasigen Projektablaufs auch auf die Phasen des in der Baupraxis üblichen Projektverfahrens der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) hingewiesen werden.
- Die Studierenden sollen einen Projektplan erstellen, aus dem die Phasen der

Weiterarbeit und die Arbeitsformen ersichtlich werden. Von Seiten der Lehrenden werden folgende Vorgaben für die Planung gegeben: Es soll eine bestimmte Zahl von Zwischenpräsentationen stattfinden, in denen die Arbeitsgruppen ihre Ergebnisse präsentieren und ein inhaltliches Feedback der Lehrenden bekommen. Bei diesen Zwischenpräsentationen soll den Lehrenden auch die Möglichkeit gegeben werden, sowohl inhaltliche als auch methodische Impulse für die Weiterarbeit zu geben. Außerdem soll bei den Zwischenpräsentationen didaktisch an den sozialen Kompetenzen gearbeitet werden. Ideen dafür sind der Einsatz von erlebnispädagogischen Elementen zur Gruppenarbeit und ein Feedback der gesamten Gruppe zu den vorgetragenen Präsentationen.

- Ab diesem Zeitpunkt stehen die Lehrenden dem Teilnehmenden zur Beratung zur Verfügung. Die Offenheit des Prozesses erfordert eine Sensibilität von Seiten der Lehrenden für die ablaufenden Prozesse, um rechtzeitig eingreifen zu können, falls sich die Gruppe methodisch oder inhaltlich so weit vom Projektziel entfernt, dass eine erfolgreiche Beendigung des Projektes nicht möglich erscheint.
- Ziel des Projektes soll es sein, eine Präsentation mit den Ergebnissen der Berechnung zu erstellen, die im Institut vorgetragen wird.

Der Reiz dieses Projektes liegt in der sehr weitgehenden Offenheit des Prozesses. Der Prozess kann vorher nicht genau geplant werden und stellt deswegen eine besonders hohe Anforderung an die Betreuung.

Anknüpfungspunkte an das forschende Lernen sind in vielfältiger Art vorhanden. Die Projektveranstaltung dient der Entwicklung und Förderung sowohl von sozialen als auch von technischen Handlungskompetenzen. So werden einerseits Teamarbeit und Präsentieren geübt, andererseits wird den Studierenden der Umgang mit einem in der Praxis üblichen Berechnungsprogramm nahe gebracht. Lernen findet dabei nicht durch das Vermitteln von Kenntnissen in dem Berechnungsprogramm statt, sondern durch die eigenständige Problemlösung mit dem Programm. Das gestellte Problem schließt an die Erfahrungen der Studierenden an, mittels Handrechnungen eine Bemessung zu erstellen. Ob das gewählte Bauwerk mit den heutigen Normen überhaupt noch zulässig ist, ob also eine Bemessung durchführbar ist, wird erst die Bearbeitung der Studierenden zeigen. Die Aufgabe stellt so eine herausfordernde Problemstellung dar, die die Studierenden zu eigenständigem Arbeiten und Forschen anregen soll.

Beispiel 6: Forschendes Lernen in der Biologie

Oliver Planz

1 Beschreibung der Lehrveranstaltung

Bei dem hier vorgestellten Konzept handelt es sich um ein vierwöchiges, ganztägiges Laborpraktikum. Die Teilnehmer sollten aus den Studiengängen Biologie oder Biochemie mit einem Schwerpunkt in Immunologie/Zellbiologie kommen. Die Veranstaltung wurde für 6 bis 8 Teilnehmer konzipiert, die sich im Hauptstudium befinden. Im Hinblick auf die Umgestaltung der Studiengänge auf gestufte Studienstrukturen und Modularisierung eignet sich die Veranstaltung sehr gut als Blockmodul im dritten Jahr des Bachelor-Studienganges Biologie oder Biochemie.

Die Veranstaltung ist hervorragend geeignet, um forschendes Lernen im Studium zu praktizieren, da die Organisationsform der Veranstaltung sehr eng an relevante wissenschaftliche Fragestellungen des Institutes oder der Arbeitsgruppe gebunden sein kann. Prinzipiell kann eine Problemstellung wie folgt beschrieben werden: „Für unsere wissenschaftlichen Untersuchungen im Institut/in der Arbeitsgruppe benötigen wir dringend einen monoklonalen Antikörper, der bisher nicht zur Verfügung steht bzw. nicht kommerziell erhältlich ist. Daher möchten wir mit Ihnen in diesem Praktikum solch einen Antikörper herstellen. Für die Betreuung von 6 bis 8 Teilnehmern werden zeitweise 2 bis 3 Assistenten benötigt.“ Der personelle Aufwand für die Betreuung des Praktikums ist somit relativ hoch. Allerdings steht dagegen, dass bei erfolgreicher Durchführung des Praktikums monoklonale Antikörper generiert werden können, die für die Forschungsarbeiten im Institut/in der Arbeitsgruppe benötigt werden. Daher ist ein hoher Grad an Motivation der Assistenten bei der Betreuung der Lehrveranstaltung gegeben; die Teilnehmer werden bis zu einem gewissen Maß in die Arbeitsgruppe integriert und nicht als lästiges Anhängsel in einem grauen Pflichtprogramm wahrgenommen, was dem Konzept des forschenden Lernens entgegenstehen würde. Die Hauptaufgabe des Leiters dieser Lehrveranstaltung sollte die didaktische Verknüpfung der einzelnen Abschnitte des Praktikums sein.

In den meisten dieser Lehrveranstaltungen wurden erfolgreich monoklonale Antikörper generiert, die teilweise seit Jahren routinemäßig im Labor für Forschungszwecke eingesetzt werden. Dieses Konzept einer Lehrveranstaltung zeigt einen

hohen Synergismus zwischen Forschung und Lehre und unterstützt das Humboldtsche Konzept der Einheit von Forschung und Lehre.

2 Struktur der Lehrveranstaltung

Die Kernidee der Veranstaltung ist es, monoklonale Antikörper zu generieren. Die praktischen Tätigkeiten sollen mit theoretischen Einheiten kombiniert werden, so dass den Teilnehmern die theoretischen Grundlagen für ihre praktischen Arbeiten vermittelt werden.

In der Einführungseinheit am ersten Tag der Lehrveranstaltung werden die Teilnehmer mit der Problemstellung vertraut gemacht. Bereits in dieser frühen Phase des Praktikums empfiehlt sich ein ‚Theorieblock‘, der auf den Hintergrund Bezug nimmt, warum gerade gegen das bestimmte Protein ein monoklonaler Antikörper benötigt wird. Weiterhin sollten am ersten Praktikumstag die theoretischen Grundlagen zur Herstellung monoklonaler Antikörper mit den Teilnehmern erarbeitet werden. Hierfür bieten sich verschiedenste didaktische Methoden an.

Bereits am zweiten Tag der Lehrveranstaltung sollen die Teilnehmer unter Anleitung Milzzellen mit Hybridomazellen fusionieren. Die Milzzellen wurden aus Mäusen isoliert, die mehrmals mit dem spezifischen Antigen immunisiert wurden. Nach erfolgreicher Fusion dauert es 7 bis 10 Tage, bis Hybridomakulturen wachsen und die Spezifität der sekretierten Antikörper getestet werden kann.

In der Folgezeit (3 Tage in der ersten und ca. 3 Tage in der zweiten Woche) werden die Teilnehmer mit den Labormethoden vertraut gemacht. Weiterhin sollten theoretische Grundlagen erarbeitet und verfestigt werden. Für beide Prozesse bietet sich eine Vielzahl didaktischer Methoden an. Wahrscheinlich muss bereits am Ende der zweiten Woche mit dem Testen der Hybridomaüberstände begonnen werden. Als eine geeignete Labormethode bietet sich ein Antigen-spezifischer ELISA-Test an. Dieser ermöglicht die Testung einer Vielzahl von Kulturüberständen pro Tag. Weiterhin sind die Western-Blot-Analyse sowie der IgG-Nachweis als biologische Nachweismethoden geeignet. Hybridomakulturen, die in einem der Tests ‚positiv‘ getestet werden und daher den spezifischen Antikörper sezernieren, werden von den Teilnehmern protokolliert und in größere Kulturgefäße überführt. Diejenigen Kulturen, die zweimal ‚negativ‘ getestet wurden, werden vernichtet.

Am letzten Praktikumstag (vierte Woche, Tag 5) werden die Teilnehmer ihre Ergebnisse im Plenum präsentieren. Das Plenum setzt sich aus dem Leiter der Lehrveranstaltung, den Teilnehmern und den Assistenten/innen zusammen. Insbesondere die Teilnahme der Assistenten/innen kann das Interesse des Instituts bzw. der Arbeitsgruppe an den Ergebnissen der Teilnehmenden der Lehrveranstaltung demonstrieren und unterstützt das Konzept des forschenden Lernens. Die Ergebnisse werden diskutiert und anschließend wird gemeinsam eine Gesamtauswertung aller Ergebnisse durchgeführt.

Tabelle 1: Inhalt und Struktur der Lehrveranstaltung

Thema:	Herstellung monoklonaler Antikörper
Form:	Laborpraktikum
Zeitraum:	4 Wochen ganztägig
Fakultät:	Biologie, Schwerpunkt Immunologie und Zellbiologie
Zielgruppe	6 Studierende; Hauptstudium
Lernziel:	Verständnis für die Rolle, Funktion und Herstellung monoklonaler Antikörper

Struktur des Laborpraktikums

Woche 1	
Tag 1	<p>Seminar ganztägig</p> <p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Was sind Antikörper? ▪ Was ist die biologische Funktion von Antikörpern? ▪ Wie werden monoklonale Antikörper (mAk.) hergestellt? ▪ Literatur zum Thema <p>Problemstellung: Es werden mAk. benötigt, die gegen das Protein xy gerichtet sind.</p> <p>Auftrag: Stellen Sie diese in unserem Labor her.</p> <p>Einteilung der Studierenden in 3 Gruppen.</p>
Tag 2–5	<p>Beginn der Experimente.</p> <p>Praktische Arbeiten und theoretische Einheiten im Wechsel.</p>

Woche 2	Praxis: Erlernen von Screening-Methoden
----------------	---

Woche 3	Praxis: Screening, Auswertung, Dokumentation
----------------	--

Woche 4	
Tag 1–4	Praxis: Screening, Auswertung, Dokumentation
Tag 5	<p>Seminar ganztägig</p> <p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gruppenpräsentation der Ergebnisse ▪ Diskussion der Ergebnisse ▪ Zusammenführung der Ergebnisse ▪ Gesamtauswertung ▪ Reflexion der Lehrveranstaltung

3 Lernziele

Die Lernziele dieser Lehrveranstaltung lassen sich in kognitive, psychomotorische und affektive Lernziele unterscheiden (siehe Tabelle 2), wobei die kognitiven Lernziele hauptsächlich durch theoretische Untereinheiten erreicht werden. Es sollte ein besonderer Schwerpunkt auf die Auswahl didaktischer Methoden gelegt werden, um den Teilnehmern auch in diesen Einheiten ein aktives Lernen zu ermöglichen. Die psychomotorischen Lernziele werden durch die praktischen Arbeiten erreicht. Allgemein lässt sich während des vierwöchigen Praktikums eine deutliche Progression der ‚handwerklichen‘ Fähigkeiten bei den Teilnehmern feststellen, was eine essentielle Voraussetzung für steriles Arbeiten mit Zellkulturen ist. Die affektiven Lernziele werden durch die Kombination der theoretischen Einheiten mit den praktischen Einheiten erreicht. Nur wenn z. B. die Teilnehmer wissen, dass eine bestimmte Substanz ein gewisses Gefahrenpotential besitzt, können sie im Labor damit verantwortungsbewusst umgehen.

Tabelle 2: Kognitive, psychomotorische und affektive Lernziele

<p>Lernziele</p> <p>Die Teilnehmer sollen</p> <p><i>Kognitiv</i></p> <ul style="list-style-type: none">▪ die Grundlagen der humoralen Immunantwort kennen.▪ die Definition von monoklonalen Antikörpern wissen.▪ die Methode zur Herstellung monoklonaler Antikörper beschreiben können.▪ die Methoden zum Screening nennen können. <p><i>Psychomotorisch</i></p> <ul style="list-style-type: none">▪ eine Fusion durchführen können.▪ die Nachweismethoden praktisch durchführen können. <p><i>Affektiv</i></p> <ul style="list-style-type: none">▪ lernen im Team zu arbeiten.▪ lernen verantwortungsbewusst im Labor zu arbeiten.

4 Reflexion der Lehrveranstaltung

Die Lehrveranstaltung setzt ein gewisses Maß an Planung und Organisation voraus. Während bei den theoretischen Einheiten die Planung im Vordergrund steht, die durch den Leiter der Lehrveranstaltung erfolgen sollte, ist es durchaus möglich, dass die Organisation der praktischen Laborarbeit durch die Assistenten/innen durchgeführt werden kann. Dennoch obliegt dem Leiter die zeitliche Koordination beider Einheiten.

Bereits bei der Einführung soll durch die Problemstellung Interesse an dem Thema geweckt werden, da Motivation der Teilnehmer stark zu dem Erfolg der Lehrveranstaltung beitragen kann. Die theoretischen Einheiten, insbesondere in der ersten Woche der Lehrveranstaltung, dienen dazu, dass die Teilnehmer in das Thema einsteigen können. Durch das relativ freie Arbeiten hauptsächlich in der dritten und vierten Praktikumswoche sollen die Teilnehmer lernen, ihre Laborarbeit zu organisieren. Die Rolle der Assistenten/innen ist hierbei eine gezielte Steuerung der Forschungsaufgaben, so dass die Kontrolle gegeben ist und der Freiraum gewährt werden kann.

Wie bereits erwähnt, ist die Organisation der Lehrveranstaltung verhältnismäßig aufwendig. Dem muss entgegengestellt werden, dass eine Vielzahl von Lernzielen in dieser Veranstaltung erreicht werden kann. Weiterhin sollte angemerkt werden, dass in den meisten dieser Praktika Antikörper generiert werden, die dem Labor zur Verfügung stehen. Der Nutzen für die Teilnehmer, aber auch für die Durchführenden dieser Lehrveranstaltung überwiegt somit den Aufwand.

Diese Lehrveranstaltung umfasst alle Phasen eines Forschungsprozesses: Durch die Problemstellung wird der Forschungsstand gesichtet, die Fragestellung entwickelt und gleichzeitig das Problem eingegrenzt. Bei der Erstellung des Forschungsplans (Praktikumsplans) können die Lernenden aktiv eingebunden werden. Es werden Methoden gewählt, Untersuchungen durchgeführt und ausgewertet, Erkenntnisse eingeordnet und bewertet, die Ergebnisse dargestellt und interpretiert. Die beschriebene Lehrveranstaltung realisiert somit in relativ umfassender Weise das Konzept des forschenden Lernens. Die Einheit von Forschung und Lehre, ein Ideal der Hochschulbildung, wird durch das dialogische Prinzip und den diskursiven Prozess von Lehren und Lernen während der gesamten Lehrveranstaltung gefördert. Daraus erfolgt, dass die Prozesse der Wissensgewinnung und Wissensvermittlung ineinander übergreifen und sich gegenseitig bedingen.

Beispiel 7:

Forschendes Lernen in einem Versuch des »Computational Physics«-Praktikums

Roland Speith

1 Kontext und Hintergrund

1.1 Die Lehrveranstaltung

Das Praktikum "Computational Physics" ist die zentrale Veranstaltung für das Wahlfach "Computational Physics" im Physik-Diplomstudium und für den Studienschwerpunkt (Vertiefungsfach) „Wissenschaftliches Rechnen“, einem fakultätsübergreifenden Diplomstudiengang in den Bereichen Mathematik, Informatik oder Physik an der Universität Tübingen. Sowohl für das Wahlfach als auch für den Studienschwerpunkt ist die Lehrveranstaltung prüfungsrelevant.

1.2 Voraussetzungen der Teilnehmenden

Die teilnehmenden Studierenden müssen das Vordiplom in ihrem jeweiligen Fach abgelegt haben. Grundkenntnisse in einer Programmiersprache (möglichst Fortran oder C/C++) sind notwendig; Kenntnisse der physikalischen Hintergründe (etwa in der Quantenmechanik) sind für manche Versuche von Vorteil.

1.3 Inhalt und Ziele

Es sollen numerische Verfahren und ihr Einsatz zur Berechnung verschiedener physikalischer Anwendungen aus den Bereichen Astrophysik, Theoretische Physik und Experimentalphysik vermittelt und geübt werden.

1.4 Ablauf und vorgegebener Rahmen

Das Praktikum beinhaltet (derzeit) sieben Versuche bzw. Projekte, die sich jeweils über einen Zeitraum von zwei bis drei Wochen erstrecken. Jedes Projekt besteht aus einer einführenden Vorlesungsreihe (je eine Vorlesungsstunde pro Woche) und

den praktischen Aufgaben. Die Übungen finden nach Vereinbarung jeweils ganztägig innerhalb der gleichen Woche in einem extra für die Veranstaltung reservierten Computerpool statt. Erfahrungsgemäß beträgt die Anzahl der Teilnehmenden in der Regel zwischen 10 und 20 Personen; eine Beschränkung der Anzahl besteht derzeit nicht. Unter der Anleitung der beteiligten Dozierenden sollen in dieser Zeit die Programmierung und Auswertung der Praktikumsaufgaben durchgeführt werden, wobei sich die Studierenden in Gruppen von zwei Personen zusammenschließen können. Zu jedem Versuch muss von jeder Gruppe ein Protokoll verfasst werden. Am Ende der gesamten Lehrveranstaltung muss jeder Teilnehmende einen Seminarvortrag zu einem Vertiefungsthema halten.

2 Konzept zur Anwendung von forschendem Lernen: Das »N-Körper-Problem«

In der folgenden Konzeptstudie soll ein möglicher Einsatz von forschendem Lernen in dem ersten Versuch des Praktikums skizziert werden. Dieser Versuch ist das Einstiegsprojekt in die Lehrveranstaltung und umfasst daher drei Wochen.

2.1 Kernidee

Das inhaltliche Lernziel des Versuches zum „N-Körper-Problem“ besteht in der Untersuchung von Zeitintegrationsverfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen. Dieses Ziel wird über den Umweg einer Fragestellung aus der Astrophysik erreicht, die eine physikalische Motivation für die Beschäftigung mit den mathematischen Verfahren darstellen soll. Die leitende Fragestellung lautet: Wie entwickelt sich ein Kugelsternhaufen mit der Zeit? Zur Einführung und zur Motivation wird vom Lehrenden im Plenum zuerst das astrophysikalische Objekt des Kugelsternhaufens (eine dichte Ansammlung von tausenden von Sternen) mit seinen speziellen Eigenschaften, etwa anhand von Beobachtungsdaten, vorgestellt. Eine Diskussion über Möglichkeiten zur Untersuchung dieser Objekte wird schnell auf das Ergebnis führen, dass ein wesentliches Hilfsmittel zur Beantwortung der Leitfrage numerische Computersimulationen sind.

2.2 Durchführung in Auftrags- und Prozess-Zyklen

Der Versuch wird in einer Reihe von Auftrags- und Prozess-Zyklen durchgeführt, bei denen die Analyse der Problemstellung und der sich daraus ergebenden Arbeitsaufträge überwiegend im Plenum erfolgt, möglicherweise durch Diskussionen oder als Zusammenfassungen von Gruppenarbeit.

Die anschließende Bearbeitung der Teilaufträge und ihre Auswertung soll jeweils in Einzelarbeit oder Zweiergruppen erfolgen. Je nach konkreter Aufgabe wird dies am Computer in den Übungen zwischen den Vorlesungsstunden durchgeführt. Die Ergebnisse der Teilaufträge werden wieder im Plenum erörtert, da sie auf den jeweils nächsten Auftrags- und Prozess-Zyklus führen sollen.

Die einzelnen Zyklen im Detail:

1. Zyklus: Ausgangsfrage/Anfangsproblemstellung:

- Welche physikalischen Prozesse sind wesentlich für die Entwicklung eines Kugelsternhaufens? (Antwort: nur die Gravitation).
- Wie können diese Prozesse modelliert werden? (Antwort: Lösung der Gravitationswechselwirkung – Aufstellen der entsprechenden Bewegungsgleichungen – Diskussion geeigneter numerischer Verfahren zu ihrer Lösung).

Die Erarbeitung der ersten Antworten soll in der Gruppe erfolgen, möglicherweise unter Mitwirkung des Lehrenden, um ein Ausufern zu verhindern. Die Diskussion der numerischen Methoden erfolgt am Besten durch den Lehrenden. Eine Reihe verschiedener geeigneter Algorithmen wird als Stoffsammlung zur Verfügung gestellt (in Form eines Skriptes o. ä.) und an dieser Stelle vorgestellt und näher erläutert.

2. Zyklus: Programmierung und Test der einzelnen Algorithmen:

Die Ausgangsfragestellung hier lautet:

- Was sind die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren?

Die einzelnen Teilaufgaben bestehen darin,

1. die Algorithmen zu programmieren,
2. ein geeignetes Testproblem zu entwerfen (das 2-Körper-Problem),
3. Kontrollvariablen zu identifizieren (etwa Gesamtenergieerhaltung, Drehimpulserhaltung, etc.),
4. Testrechnungen durchzuführen,
5. die Verfahren miteinander zu vergleichen.

Punkt 2 und 3 der Teilaufgaben werden während einer Vorlesungsstunde bearbeitet und dann im Plenum festgelegt. Alle anderen Teilaufgaben sind wesentlicher Bestandteil der Übungen.

3. Zyklus: Anwendung auf das physikalische Objekt:

In diesem letzten Aufgabenzyklus erfolgt die Simulation des Modells eines Kugelsternhaufens. Aufgabenschritte im Einzelnen sind:

- eine Anfangsverteilung zu erstellen. Diese wird entweder zur Verfügung gestellt oder es werden entsprechende Methoden aufgezeigt, wie Anfangsverteilungen gemäß der vorgegebenen Beobachtungsdaten modelliert werden können.
- Die Simulation durchzuführen und auszuwerten.
- Eventuell auftretende Schwierigkeiten zu erkennen (insbesondere enge Begegnungen von Sternen, die sich nachteilig auf die Rechnung auswirken) und Strategien zu ihrer Beseitigung einzusetzen (insbesondere die Untersuchung von Zeitschrittsteuerungen).

2.3 Zusammenführung und Abschluss

Zum Abschluss des Versuches kann eine Präsentation und Diskussion der wichtigsten Ergebnisse im Plenum erfolgen. Gemäß der äußeren Vorgaben für die Veranstaltung muss jede Zweiergruppe außerdem ein Protokoll zu dem Versuch verfassen. Die Protokolle sollen folgendes enthalten:

- eine kurze Zusammenfassung der Aufgabenstellungen und der Arbeiten,
- die Dokumentation der wesentlichen Ergebnisse, mit aussagefähigen Plots,
- die erstellten Computerprogramme.

3 Reflexion

Die Lernziele der Lehrveranstaltung bestehen nicht nur in der Vermittlung von Fachkompetenz – in dem vorgestellten Versuch speziell dem Erlernen verschiedener numerischer Verfahren zur Zeitintegration – sondern auch im Training weiterer Schlüsselkompetenzen. Insbesondere sind dies Handlungskompetenzen:

- Fertigkeiten im Programmieren.
- Die Fähigkeit, verschiedene numerische Methoden zu vergleichen, zu bewerten und anzuwenden.
- Ein gegebenes physikalisches Problem so zu analysieren, dass aus der Vielzahl möglicher numerischer Methoden die zu seiner Lösung geeignetste ausgewählt werden kann.

Insbesondere letzteres wird hier durch den Ansatz des forschenden Lernens unterstützt, insofern, als in der Ausgangsfragestellung nicht die numerischen Verfahren – das eigentliche inhaltliche Lernziel – im Vordergrund stehen, sondern eine physikalische Fragestellung, die beantwortet werden soll, wozu geeignete Wege und Hilfsmittel gefunden werden müssen. Dies entspricht in besonderem Maße der späteren beruflichen Praxis in der Physik und spiegelt weitgehend den fast vollständigen Zyklus der verschiedenen Phasen eines konkreten Forschungsprojektes wider. Zu Beginn steht die Festlegung der übergeordneten Fragestellung (hier die zeitliche Entwicklung eines Kugelsternhaufens) unter Vorgabe des aktuellen Forschungsstandes. Es erfolgt die Eingrenzung und Konkretisierung des Forschungsplans und die Auswahl der prinzipiellen Methode (numerische Simulationen) und der ersten Ansätze zur Durchführung (Auswahl der konkreten numerischen Algorithmen, Erstellen eines entsprechenden Computerprogrammes). Die Programmierung, die anschließende Untersuchung in Form von Computersimulationen und die Auswertung der Ergebnisse soll eigenständig erfolgen, desgleichen die Darstellung, Bewertung und Interpretation der gefundenen Resultate. Dies ermöglicht eine kritische Reflexion des Vorgefundenen (hier der verschiedenen, scheinbar gleichwertigen numerischen Verfahren, aber auch der Verlässlichkeit von Computersimulationen im Allgemeinen). Diese Hinführung zur kritischen Reflexion ist typisch im Kontext des forschenden Lernens. Des Weiteren wird so geübt, geeignete Schlüsse und Folgerungen für die nächsten Schritte des Projektes zu ziehen, hier etwa die Entscheidung, welche Verfahren für die spezielle Anwendung zu verwerfen oder zu verändern sind und welche Veränderungen vorgenommen werden sollen, bevor eine neuerliche Untersuchung erfolgen kann. Dieses Vorgehen unterstützt experimentelle Verhaltensweisen und fördert eine forschende Einstellung, was genau der Haltung forschenden Lernens entspricht. Neben Handlungskompetenzen werden in der Veranstaltung auch Selbst- und Sozialkompetenzen gefördert:

- Die Übungen erfordern Selbstorganisation und eigenverantwortliches Arbeiten, da ein Großteil des Projektes in Eigenarbeit unter Selbstbestimmung von Ort, Zeit, Umfang des eingesetzten Arbeitsaufwandes etc. erfolgt.
- Die Arbeit in Teams wird unterstützt. Die jeweiligen Zweiergruppen müssen sich selbst organisieren und beide Mitglieder sind entsprechend für das Gesamtergebnis des jeweiligen Teams verantwortlich.
- Ein Großteil der Hilfe beim Programmieren erfolgt während der Übungen wechselseitig durch andere Teilnehmende.

Vor allem der letzte Punkt ist im Hinblick auf die Förderung sozialer Verantwortung hervorzuheben. Hier kann sich der Lehrende die bereits vorhandenen Fähigkeiten in der Gruppe zu Nutze machen, um die zum Teil sehr unterschiedlichen Vorkenntnisse der Studierenden im Programmieren auszugleichen. Oft ergeben sich entsprechende Hilfestellungen in der Gruppe sogar ohne Zutun des Betreuenden, andernfalls reicht es in der Regel, entsprechende Kompetenzen zu Beginn zu identifizieren und bekanntzumachen.

Während die beschriebene Veranstaltungskonzeption also vielerlei Vorzüge aufweist, gilt es jedoch auch, bereits bei der Planung eventuelle Probleme zu berücksichtigen. Als mögliche Nachteile des skizzierten Ansatzes mit forschendem Lernen werden vor allem zwei Punkte gesehen:

- Der Zeitrahmen insbesondere der verhältnismäßig geringe Anteil an Vorlesungsstunden, der für Plenumsarbeit zur Verfügung steht, reicht möglicherweise nicht, um die Studierenden alle Fragenstellungen völlig selbstständig erarbeiten zu lassen.
- Daher kann es gerade zu Beginn des Projekts nötig werden, dass der Lehrende kontinuierlich enge und fokussierende Eingriffe in den Prozess vornehmen muss, um ein zu großes, zeitraubendes Abweichen von den wesentlichen Lernzielen zu vermeiden.

Zusammenfassend lassen sich eine Reihe didaktischer Implikationen des forschenden Lernens in dem vorgestellten Konzept finden: Es liegt durch die astrophysikalische Fragestellung, die in erweiterter Form Inhalt aktueller Forschung ist, eine praxisbezogene und herausfordernde Problemstellung vor, die die Klammer bildet für die eigentlichen Lernziele. Es findet ein zunehmender Grad an Selbststeuerung und an Selbstbestimmung der Lernenden statt. Dabei erfolgt die Problemlösung situationsbezogen als experimenteller, sich entwickelnder Prozess, da zwar gewisse Zielvorgaben gemacht werden, für die konkrete Umsetzung aber im Wesentlichen nur offene Anregungen gegeben werden. Insgesamt erfordert das Projekt eine wechselseitige Beziehung zwischen Theorie (Numerik, Astrophysik) und Praxis (eigene Computerprogramme und Durchführung von Simulationen mit anschließenden Auswertungen).

Anschrift der Autorinnen und Autoren:

Holger Gast
Arbeitsbereich Programmiersprachen und Übersetzer
Wilhelm-Schickard-Institut für Informatik
Sand 13
72076 Tübingen
<http://www-pu.informatik.uni-tuebingen.de/users/gast/gast@informatik.uni-tuebingen.de>

Patricia Graf, M. A.
Institut für Politikwissenschaft
Abteilung für Politik in Lateinamerika und Entwicklungspolitik
Melanchthonstr. 36
72074 Tübingen
patricia.graf@uni-tuebingen.de
<http://www.politikwissenschaft-lateinamerika.de/Graf.html>

Dr. Markus Gruber
Institut für Sport und Sportwissenschaft
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
markus.gruber@sport.uni-freiburg.de

PD Dr. Miriam Noël Haidle
Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters
Abteilung Ältere Urgeschichte und Quartärökologie
Schloss, Burgsteige 11
72070 Tübingen
miriam.haidle@uni-tuebingen.de
www.urgeschichte.uni-tuebingen.de

Dipl.-Ing. Martin Larcher
Institut für Massivbau und Baustofftechnologie
Universität Karlsruhe (TH)
76128 Karlsruhe
martin@larcher.de

Prof. Dr. rer. nat. Oliver Planz
Friedrich-Loeffler-Institut
Paul-Ehrlich-Str. 28
72076 Tübingen
oliver.planz@uni-tuebingen.de

Dr. Roland Speith
Institut für Astronomie und Astrophysik
Abteilung Theoretische Astrophysik
Universität Tübingen
Auf der Morgenstelle 10
72076 Tübingen
speith@tat.physik.uni-tuebingen.de
<http://www.tat.physik.uni-tuebingen.de/~speith/>

Anschrift der Herausgeberin des Bandes:

Prof. Dr. Karin Reiber

Steinlachallee 14
72072 Tübingen
karin@dr-reiber.de
www.dr-reiber.de

Anschrift der Herausgeberinnen:

Regine Richter

Leiterin der Arbeitsstelle Hochschuldidaktik

Kontakt:

Arbeitsstelle Hochschuldidaktik
Eberhard Karls Universität Tübingen
Sigwartstr. 20
72076 Tübingen
+49 (0) 70 71-297 77 96
+49 (0) 7071-25 48 34
regine.richter@uni-tuebingen.de
www.uni-tuebingen.de/hochschuldidaktik

Christine Baatz

Wissenschaftliche Angestellte am Seminar für Englische Philologie

Kontakt:

Seminar für Englische Philologie
Eberhard Karls Universität Tübingen
Wilhelmstr. 50
72074 Tübingen
+49 (0) 70 71-297 42 81
+49 (0) 7071-57 60
christine.baatz@uni-tuebingen.de
www.uni-tuebingen.de/angl-med/staff.htm

