

**Empfehlungen der
Gesellschaft für Informatik e.V.
zur
Stärkung der
Anwendungsorientierung
in
Diplom-Studiengängen der Informatik
an Universitäten**

Erarbeitet vom Arbeitskreis "Informatik an Hochschulen: Ziele und Wege" im
Fachausschuß 7.1 "Informatik in Studiengängen an Hochschulen" der
Gesellschaft für Informatik e.V.

Verabschiedet durch das Präsidium der Gesellschaft für Informatik e.V. am
25. Juni 1999.

INHALT

PRÄAMBEL	3
1 EINLEITUNG	3
1.1 DAS BERUFLICHE UMFELD VON INFORMATIKERN	3
1.2 DIE AUSBILDUNG AN UNIVERSITÄTEN	4
1.3 DIE FOLGEN	5
1.4 EMPFEHLUNGEN.....	5
2 LEITLINIEN ZUR ANWENDUNGSORIENTIERUNG	6
2.1 LEITLINIEN ZUR FACHBEZOGENEN ANWENDUNGSORIENTIERUNG.....	7
2.1.1 <i>Anwendungswissen im Hauptfach Informatik</i>	7
2.1.2 <i>Anwendungswissen im integrierten Anwendungsfach</i>	8
2.2 LEITLINIEN ZUR BERUFSBEZOGENEN ANWENDUNGSORIENTIERUNG.....	8
2.2.1 <i>Ökonomische, arbeitswissenschaftliche und juristische Grundkompetenzen</i>	9
2.2.1.1 Ökonomische Grundkompetenz.....	9
2.2.1.2 Arbeitswissenschaftliche Grundkompetenz	9
2.2.1.3 Juristische Grundkompetenz.....	9
2.2.2 <i>Soziale Kompetenzen</i>	10
2.2.2.1 Kommunikative Kompetenz und Konfliktfähigkeit	10
2.2.2.2 Strategische Handlungskompetenz	10
2.2.2.3 Fähigkeit und Wille zur Verantwortungsübernahme.....	11
2.2.2.4 Führungskompetenz.....	11
2.2.3 <i>Erwerb der allgemeinen berufsbezogenen Kompetenzen</i>	11
2.3 LEITLINIEN FÜR LEHRENDE.....	11
3 EINBINDUNG IN DEN GESAMTCURRICULAREN RAHMEN	12
3.1 RAHMENVORGABEN.....	12
3.2 SECHS SÄULEN DES INFORMATIK-CURRICULUMS	12
3.2.2 <i>Mathematik</i>	12
3.2.1 <i>Theoretische Informatik</i>	13
3.2.4 <i>Technische Informatik</i>	13
3.2.3 <i>Praktische Informatik</i>	13
3.2.5 <i>Anwendungen der Informatik</i>	14
3.2.6 <i>Allgemeinwissenschaftliche Grundlagenfächer</i>	14
3.3 VERANSTALTUNGSMETHODIKEN.....	14
3.3.1 <i>Klassische informatische Fächer</i>	14
3.3.2 <i>Schwerpunktfächer Informatik</i>	15
3.3.3 <i>Integriertes Anwendungsfach</i>	15
3.3.4 <i>Fächer der berufsbezogenen Anwendungsorientierung</i>	15
3.4 VERANSTALTUNGSFORMEN.....	16
3.4.1 <i>Seminaristische Arbeit in Kleingruppen</i>	16
3.4.2 <i>Seminare</i>	16
3.4.3 <i>Projekte mit integrierten Blockveranstaltungen</i>	16
3.4.4 <i>Berufspraktische Ausbildung</i>	18
3.4.5 <i>Diplomarbeit</i>	18
3.5 NEUGESTALTUNG DES CURRICULUMS.....	18
DER ARBEITSKREIS	22

Präambel

Die Informatik hat sich in den letzten Jahren mit enormem Tempo von einer computer-bezogenen Grundlagenwissenschaft (computer science) zu einer neuartigen Ingenieurwissenschaft entwickelt, die für praktisch jede andere Disziplin zu einer wichtigen Kooperationspartnerin geworden ist. Die moderne Wirtschaft und Gesellschaft sind dadurch wesentlich auf die Informatik angewiesen.

Entsprechend hat sich der Aufgabenbereich für Informatikerinnen und Informatiker beträchtlich erweitert. Als dienstleistende Ingenieurinnen und Ingenieure werden Informatik-Absolventen großenteils im Rahmen der Einbettung von Informatiksystemen in komplexe Strukturen tätig, in denen Mensch und Technik, Unternehmen und Gesellschaft zusammenwirken.

Zusätzlich zu den zentralen Informatik-Kenntnissen und besonderen informatischen Fähigkeiten benötigen Absolventen der universitären Informatikstudiengänge deshalb auch allgemeines und spezifisches Anwendungswissen sowie soziale Fähigkeiten.

Die Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) ist der Ansicht, daß die Informatikausbildung an Universitäten – in stärkerem Maße als bisher – den Wandlungen der Berufsanforderungen für die Mehrheit der Absolventen Rechnung tragen sollte. In Ergänzung ihrer früheren Empfehlungen zur Universitätsausbildung in Informatik – insbesondere in Ergänzung zu “Lehrinhalte und Veranstaltungsformen im Informatikstudium”, Informatik-Spektrum 20,5 (Okt. 1997), S.302-306, und den im Studien- und Forschungsführer Informatik abgedruckten grundlegenden Empfehlungen von 1985) legt sie hiermit Empfehlungen für die Diplomstudiengänge der Informatik an Universitäten vor, die eine Verstärkung der Berufsbezogenheit und der Anwendungsorientierung zum Ziel haben, ohne den Kernbereich der grundlegenden Ausbildung in Informatik und der Mathematik einzuschränken¹. An einigen Universitäten sind entsprechende Anpassungen bereits erfolgt, an vielen weiteren werden sie diskutiert. Diese Ansätze zur Reform sollen unterstützt und weitere angeregt werden.

Die Empfehlungen sind mit der gültigen “Rahmenordnung für die Diplomprüfung im Studiengang Informatik an Universitäten und gleichgestellten Hochschulen” (kurz “Rahmenordnung”) verträglich. Sie lassen sich auf die den Diplomstudiengängen ähnlichen Master-Studiengänge an Universitäten übertragen und können hinsichtlich der Grundideen auch in Bachelor-Studiengängen Anwendung finden. Für letztere sollte die Gesellschaft für Informatik zusätzlich eigene Empfehlungen erarbeiten.

Die vorliegenden Empfehlungen befassen sich vorrangig damit, zu zeigen, wie eine verstärkte Anwendungsorientierung und Berufsbezogenheit erreicht werden kann, wenn die Funktion des Nebenfachs verändert, die Anwendungsorientierung und Berufsbezogenheit von Beginn des Studiums an auch in den Kernveranstaltungen der Informatik und Mathematik stärker berücksichtigt und die ohnehin vorhandenen Tendenzen zu einem umfangreicheren Angebot an Praktika und Projekten intensiviert werden.

Die Empfehlungen treten den Nachweis für diese These an, verzichten jedoch auf detaillierte Angaben zur konkreten Ausformung von Studienplänen – diese bleibt den Hochschulen und ihren spezifischen Profilen überlassen. Die informatischen Inhalte im engeren Sinne sind nicht Hauptgegenstand dieser Empfehlungen.

1 Einleitung

1.1 Das berufliche Umfeld von Informatikern

Die Informatik ist heute ein wichtiger Motor für die technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung. Die von ihr geschaffenen Systeme aus Hard- und Software werden in fast allen Bereichen der Arbeits- und Freizeitwelt eingesetzt. Da die Informatik zudem eine immer bedeutendere Rolle bei der Entwicklung und Vermarktung neuer Produkte und Dienstleistungen und bei der Erschließung neuer Märkte spielt, ist die Qualifikation von Informatikerinnen und Informatikern² zu einem entscheidenden Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Deutschlands geworden.

Nur ein geringer Prozentsatz von Informatik-Absolventen

- erforscht als Wissenschaftler an Universitäten informatische Grundlagen, entwickelt die Disziplin Informatik fort und liefert das wissenschaftliche Handwerkszeug für System- und Anwendungssoftware oder

¹ Die etwa zeitgleich veröffentlichten Empfehlungen der GI zum Themenkomplex “Informatik und Entwicklungsländer” (erarbeitet von der Fachgruppe “Informatik und Dritte Welt” des Fachbereichs 8 “Informatik und Gesellschaft” der GI) stehen in Einklang mit den vorliegenden Empfehlungen. Ihre Umsetzung ist z. B. in Form eines entsprechend ausgestalteten, integrierten Anwendungsfachs denkbar.

² Aus Gründen der Lesbarkeit wird die weibliche Form nicht durchgängig neben der männlichen verwendet.

- entwickelt in Forschungseinrichtungen des Staates oder der Wirtschaft neue informatische Methoden und Werkzeuge.

Der überwiegende Anteil der Informatik-Absolventen arbeitet an der Weiterentwicklung und Anpassung von Anwendungssystemen oder erbringt verschiedenste Dienstleistungen für Anwender.

Die informatische Berufstätigkeit ist in unterschiedlichem Maße von folgenden Faktoren geprägt:

- Informatiker arbeiten in Entwicklerteams und im Team mit Anwendern.
- Informatiker arbeiten oft mit Praktikern zusammen, für die Erkenntnisse der Informatik ein eher niedriges Gewicht haben; zur Zeit haben nur etwa 20% der Computerfachkräfte Informatik studiert.
- Informatiker schaffen überwiegend Systeme, die von der jeweiligen Anwendung mindestens genauso geprägt sind wie von der Informatik.
- Informatiker schaffen viele Systeme, die die Lebenswelten der Nutzer erheblich verändern, insbesondere ist hiervon die Arbeitswelt betroffen. In Zusammenhang mit diesen Systemen entstehen neue Arbeitsplätze, andere werden dadurch überflüssig.

Das bedeutet, daß Informatikerinnen und Informatiker nur dann *erfolgreich* arbeiten können,

- wenn sie in der Lage sind, ihre Informatikkenntnisse in Anwendungskontexte zu übertragen und dort erfolgreich anzuwenden und
- wenn sie über das Informatisch-Fachliche hinausreichende Kompetenzen haben, um nicht an Problemen zu scheitern, die ihren Ursprung weder in der Informatik noch in der Anwendung haben.

1.2 Die Ausbildung an Universitäten

Die Auffassung der Informatik, welche die bisherige Praxis der Informatikausbildung an deutschen Universitäten wohl vor allem geprägt hat, spiegelt sich im Studien- und Forschungsführer Informatik von 1989: Systematisch vermittelt werden den Studierenden in aller Regel nur Informatikinhalte im engeren Sinne.

Dem Gebrauch informatischer Erkenntnisse und Methoden zur Konstruktion von Anwendungssystemen – als Einheit aus Hard-, Software, Systemumgebung unter Berücksichtigung der Belange der vom System Einsatz Betroffenen – kommt somit bislang nur an wenigen Universitäten der notwendige Stellenwert in der Ausbildung zu. Ebenso selten werden über informatische Fachkenntnis hinausweisende allgemeine berufsbezogene Kompetenzen vermittelt, wie dies VDI, VDE, ZVEI und VDMA seit Jahren für Ingenieure fordern.

Für Informatik-Absolventen sind derartige Kompetenzen sogar noch wichtiger. Sie finden sich – anders als Absolventen der klassischen Ingenieurwissenschaften – häufig in einem Umfeld wieder, das von Mitarbeitern geprägt wird, die nicht Informatik studiert, sondern ihre fachliche Qualifikation auf anderem Wege erworben haben. Während Absolventen der klassischen Ingenieurfächer bei der Umsetzung der im Studium erlernten Methoden in die Praxis großer Projekte Anleitung durch berufserfahrene Kollegen erhalten, die im übrigen auch über einen vergleichbaren Ausbildungshintergrund verfügen, müssen Informatikabsolventen häufig ohne eine derartige Unterstützung auskommen. Dabei wird nicht selten von ihnen erwartet, daß sie in der Lage sind, neue informatische Methoden in eine oft historisch gewachsene betriebliche Praxis einzuführen (Transferkompetenz).

Eine Umfrage unter allen 42 Einrichtungen an deutschen Universitäten, an denen im WS 95/96 ein Vollstudiengang Diplom-Informatik angeboten wurde, zeigt, daß die Hochschulen ihre Studierenden viel zu wenig auf die beschriebenen vorfindlichen Rahmenbedingungen der beruflichen Praxis vorbereiten:

- Das Studium eines *Nebenfachs* vermittelt in aller Regel nicht, wie informatisches Wissen bei der Lösung von Anwendungsproblemen einzusetzen ist. Das Nebenfach umfaßt mit ca. 17% zwar einen respektablen Teil des Gesamtstudiums, jedoch ist im allgemeinen nicht gesichert, daß es im erforderlichen Maße Wissen über die Anwendungen der Informatik und ihren Einsatz in der Praxis beiträgt. Darüber hinaus findet eine methodische Verknüpfung von Nebenfach- mit informatischem Wissen kaum statt und die meisten Studierenden sind aus eigener Kraft nicht imstande, den einer anwendungsoffenen Haltung förderlichen engen Bezug zwischen Nebenfach und Informatik herzustellen.
- Der *nicht-informatische Pflicht- und Wahlpflichtbereich* macht nur ca. 4% des Gesamtstudiums aus. Das bedeutet, daß es kaum spezifische Lehrveranstaltungen gibt, in denen ökonomische oder juristische Grundkompetenzen oder auch soziale Kompetenzen mit geeigneten, methodisch aufbereiteten Inhalten vermittelt werden, die von *allen* Studierenden gehört werden müssen.
- Der Anteil an *praktisch orientierten Lehrveranstaltungen* (wie etwa Kleingruppenübungen, Praktika oder Projekte im Gegensatz zu Vorlesungen, Seminaren oder Hörsaalübungen) ist mit ca. 10% des Gesamtstudiums bei weitem zu gering, um die genannten Fähigkeiten und Kompetenzen zu erproben und zu festigen.

1.3 Die Folgen

In der beruflichen Praxis aber hindern Termin- und Kostendruck sowie das fehlende schützende universitäre Umfeld Informatik-Absolventen massiv daran, im Studium entstandene Defizite in der Anwendung von Informatikwissen aufzuarbeiten oder fehlende Kompetenzen (etwa im sozialen Bereich) zu erwerben. Als Folge der damit zumeist bleibenden Defizite sind sie nicht in der Lage, nach anerkannten Qualitätsmaßstäben zu arbeiten und professionell verantwortlich zu handeln.

Dies hat eine Reihe außerordentlich ernster Konsequenzen.

Das Leistungsvermögen von Unternehmen wird zunehmend beeinträchtigt,

- weil es zu wenige Informatiker gibt, die die Anforderungen der Wirtschaft in angemessener Zeit und zu angemessenen Kosten befriedigen können,
- weil zu häufig Projekte an fehlenden sozialen, betriebswirtschaftlichen oder juristischen Kompetenzen der Informatiker scheitern,
- weil Anwendungssysteme nicht so konzipiert werden, daß die computerisierten Arbeitsabläufe den Bedürfnissen der Nutzer entsprechen und ihnen in ihrer Arbeit genügend Freiraum lassen,
- weil die unter Verstoß gegen informatische Prinzipien erstellten Systeme immense Kosten bei Erstellung, Anpassung und Erweiterung verursachen³,
- weil es Informatikern an Befähigung und Bereitschaft zur Übernahme von Führungsaufgaben mangelt.

Die Informatik-Absolventen selbst sehen ihre ohnehin schwierigen Aufgaben durch das Fehlen allgemeiner berufsbezogener Kompetenzen mit zusätzlichen gravierenden Problemen belastet, so daß häufig ein Scheitern ihrer Projekte vorprogrammiert ist.

Nicht zuletzt wird der Ruf der Informatik zunehmend beschädigt, wenn Informatiker nicht mit der erforderlichen Professionalität auftreten, sich auf unrealistische Projekte oder Projekte unter nicht akzeptablen Bedingungen einlassen oder ungeeignete Methoden in ihrer Projektarbeit einsetzen.

Unternehmen und Firmen, die Informatik-Absolventen einstellen, ist diese Problematik bewußt: Seit einigen Jahren bereits zieht sich die Forderung, daß Informatik-Absolventen neben informatischem Fachwissen auch über solche Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen sollen, die über das Informatisch-Fachliche hinausweisen, durch fachwissenschaftliche Veröffentlichungen und Stellungnahmen von Führungskräften aus der Wirtschaft. Darüber hinaus belegen Jahresauswertungen von Stellenangeboten, welche Zusatzkenntnisse und -fähigkeiten Arbeitgeber in der DV-Branche heute bei der Einstellung neuer Mitarbeiter verlangen: wirtschaftswissenschaftliche Zusatzkenntnisse in Verbindung mit Anwendungswissen aus dem spezifischen Bereich des zukünftigen Arbeitsgebiets, sprachliche Kenntnisse, soziale Kompetenzen sowie insbesondere die Fähigkeit zur Teamarbeit⁴. In nicht wenigen Firmen sind soziale Kompetenzen bereits heute unabdingbare Voraussetzungen für eine Einstellung.

1.4 Empfehlungen

Die Wissenschaft Informatik, die vielfältigen Anwendungsfelder, in denen ihre Methoden und Produkte eingesetzt werden, und die berufliche Praxis von Informatikern haben sich rasant weiterentwickelt, seit die Gesellschaft für Informatik ihre letzten Empfehlungen für den Studiengang Diplom-Informatik an Universitäten veröffentlicht hat⁵.

Insbesondere in der informatischen Praxis ist seitdem eine ganzheitliche Sicht von Technik und ihrer Nutzung zum integralen Bestandteil der Arbeit von Informatikerinnen und Informatikern geworden, gekennzeichnet durch die untrennbare Verbindung zwischen der Informatik und ihren Anwendungen.

³ So lassen sich beispielsweise Mängel in der System-Analyse, die erst bei der Implementierung bemerkt werden – wenn überhaupt – nur noch mit einem Vielfachen des ursprünglichen Aufwands beseitigen; ähnliche Folgen zeitigen Schnittstellen, die in der Designphase falsch konzipiert wurden, da sich dann System-Anpassungen und -Erweiterungen nicht auf den eigentlich betroffenen engen Bereich des Systems begrenzen lassen.

⁴ K.-H. Minks, G.-W. Bathke, B. Filaretow: Absolventenreport Informatik. Reihe Bildung-Wissenschaft-Aktuell, 16/93. Hrsg: Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft. Bonn 1993
Zu ähnlichen Ergebnissen gelangt eine Stellenmarktanalyse auf Grundlage von knapp 40.000 ausgewerteten Stellenanzeigen. Vgl. Computer Data Institut (CDI): CDI-Stellenmarktanalyse 1993. CDI GmbH. München 1993

⁵ Gesellschaft für Informatik: Empfehlung zur Ausbildung von Diplom-Informatikern an wissenschaftlichen Hochschulen. Informatik-Spektrum 1985 (8): 164-165

Die vorliegenden Empfehlungen wollen die – bislang im wesentlichen auf das Informatisch-Fachliche beschränkte – Ausbildung an Universitäten an die aus der Weiterentwicklung der Informatik und ihrer Praxis resultierenden geänderten Anforderungen anpassen.

Vor diesem Hintergrund und mit dem Ziel, die Informatik-Absolventen besser auf die berufliche Praxis vorzubereiten, ist die Gesellschaft für Informatik der Überzeugung, daß

- die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen der Informatik und ihren Anwendungen verstärkt in informatische Lehrveranstaltungen einfließen sollten,
- Prinzipien, Methoden und Verfahren für die Anwendungen der Informatik in anwendungsorientierten Spezial-Lehrveranstaltungen gelehrt werden sollten und
- allgemeine berufsbezogene Kompetenzen als Ausbildungsziel benannt und ihre Vermittlung in die informatische Ausbildung integriert werden sollten,
- verstärkt Projekt- und Praktikumsphasen in das informatische Curriculum aufgenommen werden sollten.

Die vorliegenden Empfehlungen machen deutlich, welche Anpassungen des Informatik-Curriculums erforderlich sind, um den geänderten Anforderungen an die Qualifikation von Informatik-Absolventen Rechnung zu tragen. Darüber hinaus geben sie Hilfestellung und Anregungen für die notwendigen Reformen.

2 Leitlinien zur Anwendungsorientierung

Die neuen Anforderungen an die informatische Ausbildung an Universitäten resultieren zum einen aus der Weiterentwicklung der Wissenschaft Informatik selbst, zum anderen aus der beruflichen Praxis in den informatischen Anwendungsfeldern, die sich zunehmend komplexer und heterogener gestalten. Deshalb wird empfohlen, die “klassische” Informatikausbildung um gleichrangig zu behandelnde, anwendungsspezifische Lehrinhalte zu erweitern.

Die “klassische” Gliederung des informatischen Curriculums in die Ausbildungsgebiete Praktische, Technische, Theoretische Informatik und Mathematik ist dazu um die neuen Gebiete “Anwendungen der Informatik” und “Allgemeinwissenschaftliche Grundlagenfächer” zu ergänzen. Diese verankern die im Rahmen der Anwendungsorientierung der Informatik neu hinzukommenden Lehr- und Lerninhalte in der informatischen Fachgliederung und bündeln entsprechende, bereits existierende Einzelaktivitäten – etwa im Fachgebiet Informatik und Gesellschaft.

Zu den Lehrinhalten des anwendungsorientierten Informatik-Curriculums gehören damit Inhalte aus den folgenden vier Bereichen:

- Informatik im engeren Sinne
Hierzu zählen die “klassischen” informatischen Ausbildungsgebiete Theoretische, Technische und Praktische Informatik.
- Mathematik
- Informatische Anwendungsfelder
Hierunter fallen Wissens- und Berufsfelder, in denen informatische Kenntnisse, Methoden und Produkte Anwendung finden (z. B. Ingenieur- oder Naturwissenschaften, Medizin, Wirtschafts- oder Verwaltungswissenschaften). Die informatischen Anwendungsfelder werden dem neuen Ausbildungsgebiet Anwendungen der Informatik zugeordnet.
- Allgemeinwissenschaftliche Grundlagenfächer
Diese beinhalten diejenigen Fächer, deren Grundkenntnisse und Methoden zum Aufbau der in den Anwendungskontexten der informatischen Praxis erforderlichen Fähigkeiten und Kompetenzen benötigt werden, z. B. kommunikative Kompetenz, Fähigkeit zur Teamarbeit, juristische Kompetenz.

Im folgenden werden die diesen Empfehlungen zugrunde liegenden Leitlinien für ein *anwendungsorientiertes Informatik-Curriculum* näher erläutert: Aufgrund ihrer Bedeutung für die verstärkt anwendungsorientierte Ausrichtung der Informatik-Ausbildung werden die spezifischen Erfordernisse der fachbezogenen Anwendungsorientierung im Kontext von Haupt- und Anwendungsfachausbildung an den Anfang gestellt und in Form von Leitlinien beschrieben (Abschnitt 2.1). Hieran schließen sich Leitlinien zur berufsbezogenen Anwendungsorientierung an, in denen die neben der informatischen Kernkompetenz für die informatische Praxis relevanten Kompetenzen näher beschrieben werden, (Abschnitt 2.2). Abschnitt 2.3 enthält Leitlinien für die in diesem Kontext veränderten Anforderungen an Lehrende.

2.1 Leitlinien zur fachbezogenen Anwendungsorientierung

Die Verankerung der Anwendungsorientierung im informatischen Curriculum erfordert einen methodischen Dreischritt entlang der anwendungsspezifischen Wissensarten:

- Allgemeines und spezifisches Anwendungswissen muß erworben werden.
Allgemeines Anwendungswissen bezeichnet hier solches Wissen, das in mehreren oder sogar allen informatischen Anwendungsfeldern eine Rolle spielt (z. B. Fragen der Zuverlässigkeit und Robustheit). Spezifisches Anwendungswissen ist entsprechend nur in einem spezifischen Anwendungsfeld von Bedeutung (z. B. Fragen der Archivierung von Verträgen mit Blick auf ein Vertragsarchivierungssystem).
- Der Erwerb insbesondere spezifischen Anwendungswissens muß erlernt werden.
Hier muß im Sinne einer Vorgehensmethodik exemplarisch gelernt werden, wie man als Informatikerin oder Informatiker in kurzer Zeit neues (insbesondere anwendungsspezifisches) Wissen erwirbt.
- Der Einsatz informatischen Wissens im Anwendungsfeld muß erprobt und unter Anleitung geübt werden.

Diese Grundsätze gelten im übrigen auch für "klassische" informatische Lernkontexte.

2.1.1 Anwendungswissen im Hauptfach Informatik

Allgemeines, in vielfältigen Anwendungskontexten benötigtes Anwendungswissen sollte grundsätzlich in *allen*, insbesondere den zu den "klassischen" Ausbildungsgebieten gehörigen Lehrveranstaltungen des informatischen Curriculums vermittelt werden.

Dies erfordert im einzelnen:

- die themenbezogene Integration von Lehrinhalten aus Bereichen des allgemeinen Anwendungswissens in Lehrveranstaltungen der "klassischen" Informatik
Beispielsweise können Fragen der Datensicherheit und des Datenschutzes in Lehrveranstaltungen über Systemsoftware oder Netzprotokolle behandelt werden. Sie können aber etwa auch im Rahmen eines Datenbank-Praktikums thematisiert werden, in dem von Studierenden realisierte Datenbanken auf ihre Robustheit gegenüber unberechtigtem Zugriff von außen untersucht werden.
- eine entsprechende Auswahl des Lehrstoffs
Die Stoffauswahl sollte – wo immer möglich – so erfolgen, daß anwendungsbezogene Fragestellungen im Vordergrund der Lehrveranstaltungen stehen. Beispielsweise sollten nach Absicherung der theoretischen Grundlagen von Systemen Fragen der Nutzerfreundlichkeit und Zuverlässigkeit von Systemen ausführlich diskutiert werden.
- eine entsprechende Aufbereitung des Lehrstoffs
Der Lehrstoff sollte so aufbereitet werden, daß den Studierenden der Zugang erleichtert wird. Hierbei sollten die theoretische Fundierung des vermittelten Wissens und seine Verwendung im Einsatzkontext gleichrangig behandelt werden.
- die inhaltliche Abstimmung von Pflichtlehrveranstaltungen in Grund- und Hauptstudium
Um Raum für die Integration anwendungsorientierter Lehrinhalte in "klassische" Lehrveranstaltungen zu bekommen, muß das "klassische Curriculum" gestrafft und verdichtet werden. Dies erfordert eine intensive veranstaltungsübergreifende Abstimmung der Lehrenden hinsichtlich der zu vermittelnden informatischen und anwendungsspezifischen Inhalte, des Zeitpunktes der Vermittlung, des jeweiligen Vermittlungsumfanges und der Vermittlungstiefe. Eine solche Abstimmung wird nur unter Beteiligung aller Dozentinnen und Dozenten zu leisten sein, die Pflichtveranstaltungen anbieten.

Ziel der Integration von allgemeinem Anwendungswissen in "klassische" informatische Lehrveranstaltungen ist es, bei den Studierenden die Bereitschaft zu entwickeln, sich einerseits mit der Anwendung des erlernten informatischen Wissens, andererseits den Anwendungswissenschaften selbst auseinanderzusetzen. Auch wenn dies in nur relativ geringem Umfang geschehen kann, ist die Verankerung des allgemeinen Anwendungswissens in den "klassischen" informatischen Lehrveranstaltungen doch von zentraler Bedeutung. Eine frühzeitige und durchgängige Integration in das "kerninformatische" Curriculum erlaubt eine verstärkte Anwendungsorientierung ohne wesentliche Abstriche bei der Vermittlung der informatischen Lehrinhalte. Und sie kann die anwendungs-offene Haltung hervorbringen, ohne die sich informatische Kernkompetenz in der Praxis nicht voll entfalten kann. Die Fragestellungen, anhand derer anwendungsorientiertes Wissen gelehrt wird, aber auch das Umfeld, in dem dieses Wissen erworben und erprobt wird, sollten möglichst praxisnah gestaltet sein, um Studierenden den Einsatz des Erlernten in der späteren beruflichen Praxis zu erleichtern.

Die Möglichkeiten, die der universitäre Rahmen in diesem Sinne bietet, sind jedoch beschränkt. Deswegen sollte – wo immer möglich – eine berufspraktische Ausbildung (Praxissemester) von wenigstens vier Monaten Dauer in das informatische Curriculum integriert werden, das in der Industrie, der Wirtschaft oder in einer außeruniversitären Forschungseinrichtung abgeleistet wird, fest in den Studienablauf integriert ist und intensiv von Hochschulangehörigen betreut wird (vgl. Abschnitt 3.4.4). Im Rahmen dieses Praxissemesters sollten Studierende unmittelbar die Möglichkeit haben, sich mit den Anforderungen der von Anwendungen geprägten Berufspraxis auseinandersetzen, in der von wirtschaftlichem Interesse geprägte Abhängigkeiten, Termin- und Kostendruck eine wesentliche Rolle spielen.

2.1.2 Anwendungswissen im integrierten Anwendungsfach

Spezifisches, überwiegend in nur einem bestimmten Anwendungsfeld der Informatik benötigtes Anwendungswissen sollte in speziell auf dieses Anwendungsfeld zugeschnittenen Lehrveranstaltungen gelehrt werden.

Aufbauend auf der Vermittlung des anwendungsspezifischen Grundlagen- und Vertiefungswissens ist die Verknüpfung des erworbenen anwendungsspezifischen mit informatischem Wissen – etwa bei der Behandlung der Frage, wie informatische Methoden zur Lösung von Problemen dieses Anwendungsfelds einsetzbar sind und welche anwendungsspezifischen Schwierigkeiten damit verbunden sind – von ausschlaggebender Bedeutung für die Festigung der in den “klassischen” Informatik-Lehrveranstaltungen erworbenen anwendungsoffenen Haltung der Studierenden.

An das in der Rahmenordnung Informatik verankerte *Nebenfach* werden bislang keine derartigen inhaltlichen Anforderungen gestellt, es ist üblicherweise aus einem vorgegebenen Katalog oder aber ganz frei wählbar. Entsprechend ist es den Studierenden selbst überlassen, ob sie ein Nebenfach aus dem Bereich der informatischen Anwendungen wählen, und sogar dann bleibt offen, ob im Rahmen der Nebenfach-Ausbildung die methodische Verknüpfung des Anwendungs- mit informatischen Wissen erfolgt. Damit ist im Rahmen der klassischen Nebenfach-Konzeption eine Verknüpfung von informatischem mit spezifischem Anwendungswissen nicht sichergestellt.

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen sollte die Vermittlung von spezifischem Anwendungswissen im Rahmen eines integrierten Anwendungsfachs erfolgen. Dieses stellt sicher, daß Anwendungs- und informatisches Wissen integriert vermittelt und die Lehrinhalte auch methodisch verschränkt werden.

Für das integrierte Anwendungsfach wird folgendes dreistufige Verfahren vorgeschlagen:

- Vermittlung von Grundlagen aus einem exemplarischen Anwendungsfeld der Informatik
- Vermittlung vertiefender Kenntnisse über weiterführende Lehrveranstaltungen aus diesem Anwendungsfeld
- Verknüpfung des anwendungsspezifischen mit informatischem Wissen

Grundlegende und vertiefende Lehrveranstaltungen des integrierten Anwendungsfachs, in denen *spezifisches Anwendungswissen* vermittelt wird, sollten von Angehörigen der Anwendungswissenschaft angeboten und hinsichtlich der Lehrinhalte und ihrer Präsentation im Vorfeld mit Angehörigen der Informatik abgestimmt und auf die Bedürfnisse der Informatik-Studierenden zugeschnitten werden.

Diejenigen Lehrveranstaltungen des integrierten Anwendungsfachs, in denen die *Verknüpfung von informatischem mit anwendungsspezifischem Wissen* erfolgen soll, bedürfen einer besonders engen fachübergreifenden Kooperation. Sie sollten in direkter Zusammenarbeit von Lehrenden der Anwendungswissenschaft und der Informatik vorbereitet und durchgeführt werden.

Zur Anwendung, Erprobung und Vertiefung des Anwendungswissens besonders geeignet sind qualifiziert betreute Projektlehrveranstaltungen. Sie fördern den informatischen wie den anwendungsspezifischen Blick auf die Probleme und Unwägbarkeiten, denen sich Informatiker bei der Bearbeitung einer praxisrelevanten Aufgabenstellung stellen müssen und bieten so ein praxisnahes Übungsfeld. Insbesondere können Studierende in diesem Kontext erfahren, daß sich informatische und anwendungsbezogene Aspekte nicht gesondert betrachten lassen, sondern untrennbar miteinander verflochten sind.

2.2 Leitlinien zur berufsbezogenen Anwendungsorientierung

Die Arbeitssituationen erwerbstätiger Informatikerinnen und Informatiker sind gekennzeichnet durch die stark wachsende Komplexität der einzelnen Anwendungen, durch die immer größere Vielfalt der Anwendungsbereiche und durch Teams, in denen Entscheider, Entwickler, Anwender und Nutzer häufig über kein oder nur geringes informatisches Wissen verfügen. Ein solches Umfeld erfordert von Informatik-Absolventen verstärkt anwendungs- und berufsbezogene Fähigkeiten und Kompetenzen sowie ihre Bereitschaft, sich auf vorfindliche Rahmenbedingungen und fremde Denk- und Arbeitsstrukturen in unterschiedlichen Arbeitsteams einzulassen.

Im folgenden werden die allgemeinen berufsbezogenen Kompetenzen näher beschrieben, die Informatik-Studierende bereits im Rahmen ihrer universitären Ausbildung erwerben und einüben sollten.

2.2.1 Ökonomische, arbeitswissenschaftliche und juristische Grundkompetenzen

2.2.1.1 *Ökonomische Grundkompetenz*

Die Planung, Entwicklung und Nutzung *aller* Informatik-Systeme findet unter wirtschaftlichen Rahmenbedingungen statt.

Aufgabe der Informatik in Betrieben und Organisationen ist die Unterstützung durch Informatik-Systeme in den Bereichen Planung und Entscheidung, Administration, Produktionssteuerung u. a.

Kenntnisse aus folgenden Bereichen der Betriebswirtschaft sind daher für Informatikerinnen und Informatiker von besonderer Bedeutung:

- Unternehmensaufbau und –management, Geschäfts- und Steuerungsprozesse, Finanzplanung und -organisation
- Produktion, Kostenschätzung und -kontrolle
- Vertrieb, Service und Marketing
- Marktbeobachtung und -analyse, Planung,

2.2.1.2 *Arbeitswissenschaftliche Grundkompetenz*

Informatik-Systeme gestalten Arbeitsplätze, dadurch greifen sie in bestehende Arbeitskulturen ein. Informatikerinnen und Informatiker benötigen daher Kenntnisse darüber, wie und mit welchen Konsequenzen sie Veränderungen in der Arbeitswelt (mit-) verursachen, um diese Veränderungen fach- und sachgerecht gestalten zu können⁶. Hierzu bedarf es insbesondere auch der Bereitschaft, die berechtigten Interessen der verschiedenen Betroffenenengruppen zu verstehen und zu berücksichtigen.

Informatiker sollten daher in ihrer täglichen Arbeit, insbesondere bei der Gestaltung und Realisierung von Informatik-Systemen, darauf hinwirken, daß sich die ergonomischen und physiologischen Arbeitsbedingungen von Beschäftigten nicht verschlechtern und Standards sozialer Angemessenheit (Arbeitsinhalte, -aufgaben, -umgebung; Kooperation) nicht beeinträchtigt werden. Dazu gehört auch, daß die Handlungsspielräume der Beschäftigten erhalten bleiben und sie auch weiterhin die Möglichkeit haben, neue Fähigkeiten zu erwerben und in Kooperation mit anderen ihre Persönlichkeit zu erhalten und zu entwickeln.

Um diese Forderungen angemessen berücksichtigen zu können, sind Kenntnisse aus dem Bereich der Arbeitswissenschaft, insbesondere der folgenden Gebiete, für die Ausbildung von Informatikerinnen und Informatikern erforderlich:

- Analyse, Bewertung und Gestaltung von Arbeitstätigkeiten; diese Kenntnisse bilden die Voraussetzung für deren arbeitswissenschaftlich angemessene Veränderung
- Analyse und Gestaltung von Arbeitsmitteln, insbesondere Software-Ergonomie
- Themen aus dem Spannungsfeld zwischen Informatik einerseits und Arbeitspolitik, Arbeitspsychologie und Industriesoziologie andererseits (z. B. Globalisierung, Informationsgesellschaft, Neue Arbeits- und Organisationsformen wie Telearbeit und virtuelle Unternehmen, etc.)

2.2.1.3 *Juristische Grundkompetenz*

In ihrer beruflichen Tätigkeit müssen Informatikerinnen und Informatiker vielfach rechtsverbindliche Dokumente wie Rahmenvereinbarungen, projektspezifische Verträge, Lizenz- oder Nutzungsverträge (mit) aushandeln oder zumindest berücksichtigen. Aber auch Kenntnisse des Urheberrechts, der Produkthaftung und nicht zuletzt des Computerstrafrechts entscheiden in Softwareprojekten oft über Erfolg oder Mißerfolg des gesamten Projekts. Darüber hinaus wird von Informatikerinnen und Informatikern auch die Kenntnis einschlägiger Normen und Standards erwartet (DIN, ISO, EN, ...).

Vor dem Hintergrund dieser Anforderungen sind Kenntnisse der folgenden rechtlichen Regelungen und Standards relevant:

- Computerstrafrecht
- Telekommunikations- und Medienrecht
- Signaturgesetz und -verordnung
- Allgemeiner und bereichsspezifischer Datenschutz, IT-Sicherheitsrecht
- Freedom of Information-Gesetzgebung (Informationszugangsgesetze z. B. im Umweltbereich)

⁶ Vgl. Art. 4, "Sachkompetenz", der zur Satzung der GI gehörigen Ethischen Leitlinien der Gesellschaft für Informatik

- Gewerblicher Rechtsschutz, insbesondere Urheber- und Patentrecht
- Produkthaftung im Zusammenhang mit Entwicklung und Vertrieb bzw. Nutzung von Computerhard- und -software
- Normen und Standards (DIN, EN, ISO)

2.2.2 Soziale Kompetenzen⁷

Informatiker benötigen soziale Kompetenzen, weil sie fast immer sehr eng mit anderen Menschen zusammenarbeiten und die von ihnen geschaffenen Systeme nicht selten die Lebens- und Arbeitsbedingungen vieler Menschen nachhaltig verändern. Solche Arbeitszusammenhänge erfordern intensive und nachhaltige Kommunikation sowohl im Team selbst als auch in der Zusammenarbeit mit Auftraggebern und späteren Nutzern. Untersuchungen zeigen, daß der Arbeitsanteil mit sozialen Bezügen (z. B. Informationsaustausch bei Sitzungen, Beratungen) ca. 40 % umfaßt und damit dem Gesamtanteil aller übrigen Entwicklungstätigkeiten entspricht⁸.

Es liegt auf der Hand, daß Informatikerinnen und Informatiker ihre Arbeit allein mit informatischer Fachkompetenz im engeren Sinne nicht bewältigen können. Hinzukommen müssen vielmehr

- Kommunikative Kompetenz und Konfliktfähigkeit
- Strategische Handlungskompetenz
- Fähigkeit und Wille zur Verantwortungsübernahme
- Führungskompetenz

2.2.2.1 Kommunikative Kompetenz und Konfliktfähigkeit

Informatikerinnen und Informatiker benötigen kommunikative Kompetenz beispielsweise, um Ideen und Lösungsvorschläge schriftlich oder mündlich überzeugend zu präsentieren, abweichende Positionen ihrer Partner zu erkennen und in eine sach- und interessengerechte Lösung zu integrieren. Von besonderer Bedeutung ist dabei, daß Informatikerinnen und Informatiker auch mit solchen Auftraggebern und Nutzern diskutieren und verhandeln können, denen informatische Sprech- und Denkweisen nicht geläufig sind.

Erfahrungsgemäß kann aber selbst hervorragende kommunikative Kompetenz nicht verhindern, daß in Informatikprojekten schwerwiegende Konflikte auftreten. Um diese Konflikte zu lösen, die häufig über Erfolg oder Mißerfolg eines Projekts entscheiden, müssen Informatikerinnen und Informatiker lernen, in kontroversen Diskussionen zielorientiert zu argumentieren, mit Kritik sachlich umzugehen und vorhandene Mißverständnisse zwischen Gesprächspartnern frühzeitig zu erkennen und abzubauen.

Die hierfür erforderlichen (Grund-) Kenntnisse über Verhandlungs-, Präsentations- und Argumentationstechnik, über Gesprächsmoderation, Konfliktmanagement, Rhetorik, über Kommunikation und ihre typischen Störungen sollten in Veranstaltungen der (Arbeits- und Führungs-) Psychologie sowie der Soziologie vermittelt werden.

2.2.2.2 Strategische Handlungskompetenz

Als zentrale Projektmanagementfähigkeit benötigen Informatikerinnen und Informatiker unter anderem die Fähigkeit, die Mitglieder der von ihnen geleiteten Teams ihren Kenntnissen und Fähigkeiten entsprechend einzusetzen, Hindernisse, die der erfolgreichen Durchführung des Projekts im Wege stehen, zu überwinden und innerhalb gegebener Fristen Lösungen zu erarbeiten, die allgemein anerkannten Qualitätsstandards genügen und von allen Beteiligten akzeptiert werden können. Dies setzt voraus, daß Informatikerinnen und Informatiker wissen, wie Entscheidungen in Unternehmen zustande kommen, wer zu beteiligen und einzubeziehen ist und wie sie selbst zielgerichtet daran mitwirken können. Das gilt für Entscheidungsprozesse bei Auftraggebern von Projekten ebenso wie für die Meinungsbildung in Fachabteilungen oder dem Entwicklerteam. Dabei kommt erfahrungsgemäß den durch die Stärken und Schwächen der beteiligten Personen geprägten tatsächlichen Entscheidungswegen nicht selten ein höherer Stellenwert zu als den organisatorisch festgelegten.

Hierfür erforderlich sind Grundkenntnisse der BWL (Unternehmensaufbau und –management, Geschäfts- und Steuerungsprozesse, s. o.), Psychologie und Soziologie, die im Rahmen von Projekten (Teamarbeit, Rollenspiele) eingeübt, vertieft und erweitert werden.

⁷ Anregungen zu diesem Abschnitt sind entnommen aus ① Lutterbeck B., Stransfeld R.: Ethik in der Informatik – Vom Appell zum Handeln. In Coy W., Nake F., Pflüger J.-M., Rolf A., Seetzen J., Siefkes D., Stransfeld R. (Hrsg.): Sichtweisen der Informatik. Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig, Wiesbaden, 1992; ② Wetz F., Ortmann R. G.: Das Softwareprojekt: Projektmanagement in der Praxis. Campus Verlag GmbH, Frankfurt/Main, 1992.

⁸ Hesse W., Frese M.: Zur Arbeitssituation in der Software-Entwicklung. In Informatik Forschung und Entwicklung (9): S. 179-191, 1994

2.2.2.3 Fähigkeit und Wille zur Verantwortungsübernahme

Als unmittelbare Folge von Informatikprojekten können mit dem Erreichen der angestrebten Ziele auch negative Auswirkungen für einzelne Personen oder gesellschaftliche Gruppen entstehen. Dabei kann es sich beispielsweise um den Verlust von Arbeitsplätzen, um die mit unentdeckten Programmfehlern verbundenen Risiken (z. B. in medizinischer Software) oder auch um die Gefährdung des informationellen Selbstbestimmungsrechts von Einzelpersonen oder Personengruppen handeln. Informatikerinnen und Informatiker sollten daher für mögliche negative Auswirkungen eines geplanten Projekts oder Produkts sensibilisiert sein und so früh wie möglich versuchen, möglichen negativen Folgen durch Entwurfsentscheidungen entgegen zu wirken. Hierzu müssen sie in der Lage sein, mögliche Einwände zu erkennen, Handlungsbedarf zu beurteilen und wenn möglich, alternative Lösungswege zu erarbeiten und zu bewerten.

Eine solche Haltung setzt voraus, daß im Studium entsprechende Wertmaßstäbe, die Fähigkeit zur Bewertung von Vorhaben und ihren Zielen sowie insbesondere der Wille zur Verantwortungsübernahme entwickelt worden sind. Da sich für den einzelnen sehr ernste Konflikte ergeben können, sollten Informatikerinnen und Informatiker in ihrem Studium auch lernen, wie sie im Gewissenskonflikt zwischen möglicher Abkehr von eigenen Überzeugungen und drohendem Verlust eines Auftrages oder gar des Arbeitsplatzes bestehen können. Diesen Zielen förderlich sein können Erkenntnisse und Methoden insbesondere der praktischen Philosophie, z. B. der (Verantwortungs-) Ethik.

2.2.2.4 Führungskompetenz

Unternehmen aus Wirtschaft und Industrie beklagen oft, daß junge, fachlich gut ausgebildete Informatik-Absolventen von Universitäten kaum Bereitschaft zeigen, Führungsaufgaben zu übernehmen. Dabei ist die Erwartung berechtigt, daß Informatiker auf Grund der zentralen Rolle der Informatik in nahezu allen Bereichen von Wirtschaft und Gesellschaft, derartigen Aufgaben gewachsen sein sollten.

Führungskompetenz ist im Bereich der Projektarbeit in Forschungs- und Entwicklungsteams erforderlich, sie ist aber auch eine notwendige Voraussetzung für die Übernahme von Verantwortung im Rahmen von Leitungsaufgaben höherer Leitungsebenen. Führungskompetenz integriert zwei Aspekte: Voraussetzung ist zum einen die innere Bereitschaft zur Übernahme von Leitungsverantwortung, zum anderen muß die Befähigung zur sachgerechten Ausführung von Führungsaufgaben vorliegen.

Auch wenn der Erwerb von Führungskompetenz nur in Ansätzen in der Ausbildung vermittelt werden kann und die persönliche Veranlagung eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt, sollten – wo immer im Studienprozeß möglich – diesbezügliche Akzente gesetzt werden.

2.2.3 Erwerb der allgemeinen berufsbezogenen Kompetenzen

Die in den vorgehenden Abschnitten beschriebenen allgemeinen berufsbezogenen Kompetenzen können nur sehr eingeschränkt im Rahmen von Vorlesungen, Seminaren oder Hörsaalübungen gelehrt und von den Studierenden als Faktenwissen erlernt werden; vielmehr müssen sie in der Hauptsache in kleineren Gruppen durch stetes Üben, praktisches Erproben und unter kundiger Supervision erworben werden, z. B. Erwerb von Konfliktfähigkeit in berufsbezogenen diskursiv ausgelegten Seminaren.

Zur Erprobung, Schulung und Vertiefung des Anwendungswissens besonders geeignet sind qualifizierte durchgeführte Projektlehrveranstaltungen (ggf. mit integriertem Vorlesungs- oder Seminaranteil), in denen praxisnahe informatische oder anwendungsspezifische Fragestellungen behandelt werden. Die adäquate Modellierung aller in der informatischen Praxis vorkommenden Rollen und deren wechselnde Übernahme durch Studierenden-Teams fordert von den Studierenden eine ganzheitliche Sicht auf die zu lösende Aufgabenstellung und vermittelt, daß jede fachliche Tätigkeit mit gesellschaftlichen und sozialen Aspekten verflochten ist.

Für alle genannten Veranstaltungsformen gilt, daß die im Rahmen der eingesetzten Lehrformen auftretenden oder bewußt herbeigeführten Probleme und Konflikte einem Supervisionsprozeß durch qualifizierte Fachleute unterworfen werden müssen, da ein solcher unverzichtbar ist für einen konstruktiven Lern- und Erprobungsprozeß.

2.3 Leitlinien für Lehrende

Grundsätzlich sollten Lehrveranstaltungen des informatischen Curriculums zur Vermittlung der fach- und berufsbezogenen Anwendungsorientierung nicht von ausschließlich informatisch qualifizierten Lehrenden durchgeführt werden, vielmehr sollten die Lehrenden über entsprechende Zusatzqualifikationen verfügen.

Die Vorbereitung, Durchführung und auch die erforderliche Bewertung solcher Veranstaltungen sollte vielmehr in enger Zusammenarbeit mit Experten aus dem jeweiligen Anwendungsfeld stattfinden – möglichst gemeinsam mit solchen, die über Praxiserfahrung verfügen und diese auch einbringen wollen (z. B. Lehrbeauftragte aus der Praxis, Angehörige entsprechender Fakultäten). Je nach Einzelfall wird die Zusammenarbeit von der Unterstüt-

zung bei der Veranstaltungsvorbereitung bis hin zur gemeinsamen Durchführung von Veranstaltungen reichen. Diese Maßnahmen sind kurzfristig umsetzbar.

Mittelfristig sollte unter allen Umständen darauf hingewirkt werden, daß ein Teil der Informatik-Lehrenden über das erforderliche Anwendungswissen und die damit verbundenen Kompetenzen verfügt.

Mit Blick auf dieses Ziel sollten folgende Maßnahmen umgesetzt werden:

- Externe Lehrbeauftragte sollten einbezogen werden, von deren Kenntnissen und Erfahrung die Mitglieder des Fachbereichs im Rahmen gemeinsam angebotener Lehrveranstaltungen profitieren können.
- In Berufungsverfahren sollte verstärkt Wert auf die Anwendungsorientierung der Bewerber gelegt werden: Anwendungswissen und Praxiserfahrung, aber auch soziale Kompetenzen und Grundkompetenzen in den Bereichen Ökonomie, Arbeits- oder Rechtswissenschaften, sollten vergleichbar vertieftem informatischem Fachwissen gewichtet werden.
- Es sollten verstärkt entsprechende anwendungsorientierte Weiterbildungsmöglichkeiten für den Hochschul-lehrer-Nachwuchs angeboten und wahrgenommen werden.
- Es sollten verstärkt interdisziplinäre Forschungsk Kooperationen (inneruniversitär, universitätsübergreifend) initiiert und durchgeführt werden.

3 Einbindung in den gesamtcurricularen Rahmen

3.1 Rahmenvorgaben

Das Informatik-Curriculum an Universitäten sollte eine Lehre bieten, in der informatischer Wissenserwerb, die Vermittlung von fach- und berufsbezogenem Anwendungswissen und die integrierte Erprobung dieses Wissens methodisch miteinander verschränkt sind, und in der so neben informatischen Kern- auch anwendungsbezogene Kompetenzen vermittelt werden.

Hierzu wird empfohlen:

1. die themenbezogene Vermittlung von fach- und berufsbezogenem Anwendungswissen in *alle* informatischen Lehrveranstaltungen zu integrieren
2. integrierte Anwendungsfächer einzuführen
3. Pflicht- und Wahlpflichtveranstaltungen zum Erwerb allgemeiner berufsbezogener Kompetenzen vorzusehen
4. zwei einjährige Projekte fest in das Curriculum einzubinden
5. soweit möglich eine berufspraktische Ausbildung zu integrieren
6. die im engeren Sinn informatische Ausbildung so zu reformieren, daß Raum zur Vermittlung der anwendungs- und berufsbezogenen Ausbildungsanteile gewonnen wird.

Details zu diesen Empfehlungen sind in Abschnitt 3.4 dargelegt, während die Abschnitte 3.2 und 3.3 Hinweise zur Realisierung von Punkt 6 geben. Abschnitt 3.5 schließlich faßt alle Empfehlungen zu einer curricularen Struktur zusammen und belegt ihre Umsetzbarkeit anhand eines Muster-Curriculums.

3.2 Sechs Säulen des Informatik-Curriculums

Die Anwendungsorientierung des Informatik-Curriculums und die dadurch erforderliche Ergänzung der klassischen informatischen Ausbildungsgebiete und der Mathematik um anwendungsorientierte Lehrinhalte erfordern – stärker als bislang – die Beschränkung des Pflichtteils auf einen unverzichtbaren Ausbildungskern und die exemplarische Behandlung (mindestens) eines Anwendungsgebiets. Die nachfolgenden Ausführungen stecken den Rahmen für diese Forderungen ab.

3.2.2 Mathematik

Die Mathematik liefert Verfahrens- und Denkmodelle sowie grundlegende Hilfsmittel für die abstrakte Modellierung komplexer Systeme.

Hierfür reichen Kenntnisse der diskreten Mathematik und Algebra nicht aus, vielmehr werden auch solche aus der Numerik und Analysis benötigt, weil nicht nur Software im traditionellen Sinne zu behandeln ist, sondern auch das wahrscheinliche Verhalten von Rechensystemen oder die Steuerung und Regelung kontinuierlicher Systeme.

Kenntnisse aus den folgenden mathematischen Gebieten sollten im Rahmen des anwendungsorientierten Informatik-Curriculums vermittelt werden: Lineare Algebra mit Geometrie, Analysis, Diskrete Strukturen, Stochastik (Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie), Numerik.

Zum Teil tiefere mathematische Kenntnisse werden darüber hinaus benötigt für spezifische informatische Anwendungen, wie Leistungsbewertung von Rechnern, Signalverarbeitung, Mustererkennung, Computergraphik, Bild- oder Sprachverarbeitung, ferner für Steuerungs- und Regelungsaufgaben sowie für Simulation und virtuelle Realität, z. B. Differentialgleichungen, Fourieranalyse, Warteschlangentheorie oder Spieltheorie.

Die Bedeutung der Mathematik für die Entwicklung informatischer Systeme wird stark zunehmen – allerdings werden nur spezielle Teilgebiete der Mathematik benötigt werden. Diese sollten in speziell auf Informatiker zugeschnittenen Lehrveranstaltungen unterrichtet werden, möglichst ergänzt um Übungen am Rechner, wobei auch der Umgang mit mathematischer Software gelernt werden sollte.

3.2.1 Theoretische Informatik

Die Theoretische Informatik liefert viele grundlegende Konzepte, Formalismen, Strukturen, Methoden und Verfahren zur Modellierung komplexer Systeme auf verschiedenen Abstraktionsstufen. Modellierung umfaßt dabei Beschreibung, Analyse, Verifikation und Simulation.

Die Aufgabe, Software formal als korrekt und effizient nachzuweisen, wird zukünftig sehr viel wichtiger werden, weil verstärkt eingebettete Systeme entwickelt und eingesetzt werden, deren absolut sicheres Funktionieren unabdingbar ist, z. B. Verkehrsmittel, Produktionsanlagen, das "intelligente Haus".

Kenntnisse aus folgenden Gebieten der Theoretischen Informatik sollten im Rahmen des anwendungsorientierten Informatik-Curriculums vermittelt werden: Logik und Semantik (logische Kalküle, Programmverifikation, formale Semantik); Formalismen zur syntaktischen und operationellen Beschreibung; Grammatiken für Programmier- und andere formale Sprachen; Modelle für Automaten, Maschinen, nebenläufige Prozesse; Algebraische Beschreibung von Daten; Berechenbarkeit und Komplexitätstheorie; Formale Spezifikation; Entwurf und Analyse von Algorithmen.

3.2.4 Technische Informatik

Die Technische Informatik beschäftigt sich mit allen den Bau und die Funktionsweise von Rechnern betreffenden Fragestellungen. Von Bausteinen zur Verarbeitung einzelner Ziffern oder Symbole bis hin zu physischen Baugruppen oder ganzen Rechnern stehen organisatorische Fragen zu Architektur und Struktur von Rechensystemen im Mittelpunkt ihres Interesses.

Zukünftig wird der Rechnereinsatz weniger häufig stand-alone, sondern in Kommunikationsnetzen erfolgen, insbesondere in enger Verbindung mit technischen (kontinuierlich arbeitenden) Systemen (Geräten, Maschinen). Solche Verbundsysteme müssen von Informatikern (mit-) entworfen werden, so daß auch in der Technischen Informatik das Kontinuierliche zunehmend wieder an Bedeutung gewinnen wird.

Kenntnisse aus den folgenden Gebieten der Technischen Informatik sollten im Rahmen des anwendungsorientierten Informatik-Curriculums vermittelt werden: Technologische Grundlagen für Computer- und Kommunikationssysteme; Rechnerarchitektur (Aufbau und Arbeitsweise von digitalen Schaltungen bis zu Rechnernetzen); Maschinennahe Programmierung; Systemprogrammierung; Rechnerorganisation; Rechnerkommunikation und Netze; (Realzeit-) Betriebssysteme, Netzwerkmanagement, verteilte Systeme, nebenläufige Prozesse; technische Datensicherheit.

3.2.3 Praktische Informatik

Die Praktische Informatik beschäftigt sich mit der Verarbeitung und der Verwaltung von Daten, die aus der realen Welt stammen (und einen Weltausschnitt abbilden) und mit der Verfügbarmachung von Daten, die in der realen Welt benötigt werden. Dazu werden nicht nur Methoden, Techniken und Werkzeuge für das Programmieren und das Entwickeln großer Softwaresysteme gebraucht, sondern auch effiziente Algorithmen und komplexe Datenstrukturen, Datenbanken und Informationssysteme, Betriebssysteme für einzelne Rechner, Mehrrechnersysteme und Rechnernetze sowie spezielle Verfahren für die Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen.

Die Entwicklung der Computer- und Kommunikationstechnik wird zu beträchtlichen Veränderungen in der Computernutzung führen. Das weltweite Internet mit praktisch von überall her erreichbaren Computern beliebiger Kapazität wird viele bisher übliche Verfahren der praktischen Informatik überflüssig machen, dafür werden neue Methoden und Verfahren entwickelt werden. In weit größerem Maße als bisher werden zukünftig (vernetzte) Computer zur Prozeß-Überwachung, -Steuerung und -Regelung eingesetzt werden, des weiteren wird sich die Mensch-Maschine-Interaktion stark wandeln (Sprachein-/ausgabe, Gestikererkennung, haptische Interaktion etc.).

Neben den aktuellen Konzepten, Methoden, Techniken und Verfahren muß deshalb insbesondere auch die Fähigkeit zur Weiterentwicklung von Wissen und Fähigkeiten gelehrt werden⁹.

Kenntnisse aus den folgenden Gebieten der Praktischen Informatik sollten im Rahmen des anwendungsorientierten Informatik-Curriculums vermittelt werden: Programmiersprachen und Compiler (möglichst alle Paradigmen: funktional, imperativ, prozedural, objektorientiert, logisch/deklarativ); komplexe Daten (Strukturen, Speichermethoden, Beschreibungskonzepte); effiziente Algorithmen (Entwurfsmethoden, -techniken, Komplexitätsanalyse); Software-Engineering (Problem- / Ist-Analyse, Durchführbarkeitsstudie, Projektplanung; Vor- / Nachkalkulation für Zeit- / Kostenaufwand, Anforderungsspezifikation, Prototyp-Erstellung; Entwurf, Codierung; Test, Qualitätssicherung / Konfigurationsmanagement, Dokumentation); Datenbanken und Informationssysteme (Dateiorganisation, (relationale) Datenbanken, Abfragesprachen, Informationsbeschaffung in Netzen); Wissensbasierte Systeme (Architekturen, Modelle und Methoden zur Wissensmodellierung, -repräsentation und -verarbeitung); Mensch-Maschine-Interaktion (Computergraphik, Virtuelle Realität, Multimediasysteme, Software-Ergonomie).

3.2.5 Anwendungen der Informatik

Im Rahmen des anwendungsorientierten Informatik-Curriculums tritt der Bereich der Anwendungen der Informatik als neues Ausbildungsgebiet an die Seite der in den letzten Abschnitten beschriebenen. Dieses Gebiet umfaßt die in Form der integrierten Anwendungsfächer gelehrt Anwendungen der Informatik und damit auch allgemeines Anwendungswissen, d. h. die allen Anwendungen gemeinsamen Verfahren und Methoden. Je nach Möglichkeiten und fachlicher Gliederung in den einzelnen Universitäten können als integriertes Anwendungsfach etwa Medientechnik, Medizintechnik, Umwelttechnik, Konstruktionstechnik, betriebliche Informationssysteme u. a. angeboten werden.

3.2.6 Allgemeinwissenschaftliche Grundlagenfächer

Die allgemeinwissenschaftlichen Grundlagenfächer umfassen begriffliches-, Struktur- und Handlungswissen und damit *Teilbereiche* derjenigen nicht-informatischen Wissenschaften, die maßgeblich für informatische Anwendungskontexte sind. Im einzelnen sind dies Anteile der Sozialwissenschaften (Soziologie, Psychologie, Philosophie), der Wirtschafts-, Rechts- und Arbeitswissenschaften.

Einen eigenständigen Bereich im Ausbildungsgebiet der allgemeinwissenschaftlichen Grundlagenfächer stellt das Gebiet Informatik und Gesellschaft dar. Sein Erkenntnisgegenstand ist die systematische Untersuchung und Aufarbeitung der Zusammenhänge, Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen der Wissenschaft Informatik, ihren Erkenntnissen und Methoden und der Gesellschaft als Gemeinschaft von Anwendern, Nutzern und Betroffenen informatischer "Produkte" mit den in ihr vorfindlichen Rahmenbedingungen und gültigen Regelungen.

Das anwendungsorientierte Informatik-Curriculum sollte das Studium der anwendungsspezifischen Grundlagenfächer im erforderlichen Umfang ermöglichen.

3.3 Veranstaltungsmethodiken

Die methodische Hauptaufgabe der Lehrenden im anwendungsorientierten Informatik-Curriculum besteht darin, den Studierenden Hilfestellung bei der Überwindung der unterschiedlichen Fachkulturen von Informatik und ihren Anwendungen zu geben. Diese Aufgabe erstreckt sich sowohl auf Veranstaltungen der klassischen informatischen Fächer und Schwerpunktfächer Informatik als auch auf Veranstaltungen, in denen Anwendungswissen gelehrt, eingeübt und vertieft wird (vgl. Abschnitt 2).

Ein solches Vorgehen ist geeignet, die in herkömmlichen informatischen Curricula vorhandene Separierung von klassisch-informatischen und anwendungsbezogenen Inhalten aufzuweichen, wenn nicht zu überwinden.

3.3.1 Klassische informatische Fächer

Wie insbesondere in Abschnitt 2.1.1 dargelegt, müssen die "klassischen" informatischen Ausbildungsgebiete stärker als bisher Bezüge zu den Anwendungen der Informatik herstellen.

In praktisch allen Vorlesungen zur Kerninformatik müssen motivierende und erläuternde Beispiele zum Einsatz kommen. Statt einer größeren Zahl von unabhängigen Einzelbeispielen sollte möglichst ein größeres anwendungsbezogenes Softwaresystem als Beispiel ausgewählt werden, das sich durch die ganze Vorlesung zieht. Zu finden sind solche Beispiele, die realen Anwendungen recht nahe kommen, mittlerweile in vielen wissenschaftlichen Veröffentlichungen. Da häufig auch öffentlich zugängliche Implementierungen solcher Softwaresysteme vorliegen, können diese den Studierenden auch zum selbständigen Experimentieren zur Verfügung gestellt werden. So läßt sich ein schnelleres und besseres Einarbeiten in die Thematik erreichen und ein besseres Verständnis der Thematik fördern. Darüber hinaus lassen sich auch Verbindungen zwischen verschiedenen Vorlesungen

⁹ vgl. Einleitung zu Abschnitt 2.1

herstellen, indem diese *eine* durchgängige Anwendung (z. B. Computer im Auto, bürgerzentriertes Servicesystem Öffentliche Verwaltung) oder Anwendungsproblematik (z. B. schnelle, robuste, und bezüglich wichtiger Funktionen sichere Datenverarbeitung, Mensch-Maschine-Schnittstellen für nicht vorgebildete gelegentliche Benutzer) behandeln.

Zusätzlich müssen die “klassischen” informatischen Ausbildungsgebiete im Grundstudium eine solide Basis für die Projektarbeit schaffen. Dazu gehören eine professionelle Programmiertechnik, Grundkenntnisse in der Modellierung von Anwendungssystemen, d. h. von Abläufen, Daten, Gegenständen, Sachverhalten etc. , sowie die Beherrschung einer Programmiersprache, die es den Studierenden ermöglicht, ihre Modelle in kurzer Zeit zu implementieren.

3.3.2 Schwerpunktfächer Informatik

Die in den vorgenannten informatischen Kernbereichen beschriebenen Inhalte sollen eine ausreichende Breite der Ausbildung gewährleisten und damit gleichzeitig die Voraussetzungen schaffen für die Ausbildung in Studienschwerpunkten nach Interesse und Neigung der Studierenden. Vertiefende Veranstaltungen im informatischen Schwerpunktfach sollen den Erwerb von sowohl langfristig gültigem als auch zukunftsweisendem Informatikwissen ermöglichen.

Je nach Möglichkeiten und fachlicher Gliederung des anbietenden Informatik-Instituts kann ein informatisches Schwerpunktfach aus Lehrveranstaltungen eines ganzen informatischen Ausbildungsgebiets bestehen (z. B. Theoretische Informatik) oder eines Teilgebiets eines solchen (z. B. Algorithmen und Komplexität).

Es wird empfohlen, daß in dem Vertiefungsgebiet sowohl grundlegende theoretische Aspekte behandelt werden als auch praktische und anwendungsorientierte. Die Studierenden sollen sich auf ein einziges Vertiefungsgebiet konzentrieren und ihre Fächer neigungsorientiert aus diesem wählen.

3.3.3 Integriertes Anwendungsfach

Die Ausbildung in einem integrierten Anwendungsfach vermittelt im Grundstudium die Grundlagen einer Wissenschaft, die Methoden der Informatik anwendet. Als fachübergreifende Ausbildung im Hauptstudium befähigt sie zur Strukturierung und Formalisierung von Anwendungsfeldern sowie zur ingenieurmäßigen Entwicklung von Softwaresystemen für verschiedenste Anwendungsfelder im Gegenstandsbereich dieser Wissenschaft.

Damit die Studierenden eine anwendungsoffene Haltung entwickeln, sollten sie die enge Verknüpfung der Informatik mit ihren Anwendungen bereits im Grundstudium erfahren und ihr Anwendungsfach spätestens am Ende des dritten Semesters wählen. Zu Beginn des Hauptstudiums sind weitere – auch vertiefende – Veranstaltungen des Anwendungsfachs erforderlich, um die Durchführung der Projekte des Hauptstudiums, von denen das zweite eine Aufgabe aus dem Anwendungsfach zum Gegenstand haben sollte, zu ermöglichen.

In Ausbildungsgängen, die ein integriertes Anwendungsfach nicht oder nicht für alle Studierenden anbieten, sollte – wie bisher – das Studium eines *Nebenfachs* verpflichtend sein. Da in diesen Studiengängen besonderer Wert auf die Anwendungsorientierung in den – vor allem “klassischen” – informatischen Ausbildungsgebieten gelegt werden muß, wird empfohlen, den Umfang des Nebenfachs auf 13 SWS (Semesterwochenstunden) zu begrenzen und im Umfang der restlichen 4 SWS anwendungsorientierte Informatik-Lehrveranstaltungen als verpflichtend zu benennen.

Studierende, die statt des integrierten Anwendungsfaches ein Nebenfach gewählt haben, sollten in ihrem zweiten Projekt auf jeden Fall ein Problem aus dem Bereich der Informatik-Anwendungen bearbeiten, so daß die Notwendigkeit zur Kommunikation und Zusammenarbeit über die Grenzen des eigenen Fachgebietes auch hier gegeben ist. Diese Studierenden können als “Informatik-Spezialisten” in einem Projekt eines integrierten Anwendungsfachs mitarbeiten oder sollten, falls dies nicht möglich ist, ein Projekt in Verbindung mit ihrem Nebenfach belegen.

3.3.4 Fächer der berufsbezogenen Anwendungsorientierung

Da die berufliche Praxis neben fachbezogenem Anwendungswissen auch allgemeine Fähigkeiten erfordert (s. insbesondere Abschnitt 2.2), wird empfohlen, das informatische Curriculum so anzupassen, daß alle Studierenden

- ökonomische arbeitswissenschaftliche und juristische Grundkompetenzen und
- soziale Kompetenzen

erwerben können.

Hierzu sind im Informatik-Curriculum Pflichtveranstaltungen bzw. ein Kanon von Wahlpflichtveranstaltungen vorzusehen, in denen Studierende Grundkenntnisse erlernen und erste Fähigkeiten einüben können. Die Festigung dieser Grundlagen erfolgt in Wahlpflichtveranstaltungen des Hauptstudiums, in den Projekten und mög-

lichst in einer berufspraktischen Ausbildung, da nur sie die Erprobung der genannten Kenntnisse und Fähigkeiten unter den realen Bedingungen der Berufspraxis ermöglicht.

3.4 Veranstaltungsformen

Für die themenbezogene Vermittlung anwendungs- und berufsbezogener Ausbildungsinhalte im Rahmen eines Informatikstudiums haben sich folgende Veranstaltungsformen besonders bewährt:

- seminaristische Arbeit in Kleingruppen
- Seminare
- Projekte mit integrierten Blockveranstaltungen
- eine berufspraktische Ausbildung

Projekte mit integrierten Blockveranstaltungen sind auch bestens geeignet zur themenbezogenen Vermittlung ökonomischer, arbeitswissenschaftlicher und juristischer Grundkompetenz und zur vertieften Auseinandersetzung mit dem Anwendungsfach.

3.4.1 Seminaristische Arbeit in Kleingruppen

Die seminaristische Arbeit in Kleingruppen mit max. 20 Teilnehmern eignet sich vor allem zur Vermittlung der Grundlagen der sozialen Kompetenzen. Dabei wird das notwendige Wissen in seminaristischer Form – Fragen und ausführliche Diskussionen jederzeit möglich – vermittelt und anschließend praktisch eingeübt (rhetorische Übungen und Rollenspiele mit Videoaufzeichnung etc.). Die dauernde Präsenz und Mitarbeit aller Kursteilnehmer an den praktischen Übungen ist in solchen Veranstaltungen ebenso unabdingbar wie ihre Anwesenheit bei allen Veranstaltungsterminen. Lehrveranstaltungen dieser Form sollten ohne Prüfungen und Benotungen durchgeführt werden, denn diese würden das für die Arbeit unverzichtbare ungezwungene, lern- und erfahrungs offene Verhalten unmöglich machen.

Es wird empfohlen, solche Veranstaltungen möglichst von erfahrenen (Betriebs-)Soziologen durchführen oder zumindest begleiten zu lassen (Lehrauftrag).

3.4.2 Seminare

Auch die Lehrform des Seminars ist hervorragend geeignet, den Erwerb sozialer Kompetenzen zu fördern. Während die Erarbeitung eines Seminarvortrags das eigenständige methodische Arbeiten unter Betreuung schult, steht im Rahmen der Präsenztermine das Einüben sozialer Kompetenzen im Vordergrund: Parallel zu den fachlichen Arbeiten entlang des Seminarthemas sind insbesondere die kommunikativen Fähigkeiten der Seminarteilnehmer gefragt: Präsentations- und Kritikfähigkeit der Vortragenden sowie die themenzentrierte konstruktive Diskussion spielen eine wesentliche Rolle.

Es wird empfohlen, die methodische Schulung und Förderung dieser Kompetenzen zum ausgewiesenen Lehr- und Lernziel von Pro- und Hauptseminaren zu machen.

3.4.3 Projekte mit integrierten Blockveranstaltungen

Projektlehrveranstaltungen bieten ein praxisnahes Übungsfeld, in dem Studierende lernen können, informatikspezifische Probleme unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte (z. B. Termine und damit Kosten) zu lösen und mit Entwicklern und Anwendern im Team zu arbeiten.

Es wird empfohlen, zwei aufeinander folgende Projekte gleichen Umfangs fest in die Ausbildung zu integrieren (etwa je 10 Semesterwochenstunden (SWS)).

Die studienzeit-neutrale Umsetzung dieser Empfehlung basiert auf zwei Voraussetzungen:

- Studierende müssen vor Belegung des ersten Projekts – d. h. insbesondere im Grundstudium – die “handwerklichen Aspekte” der Projektarbeit (professionelle Programmierung, Grundtechniken des Software Engineering, ...) erworben haben.
- Ein belegtes Projekt darf nicht mehr als die Hälfte der Wochenarbeitszeit beanspruchen, da parallel dazu Veranstaltungen des Hauptstudiums besucht werden müssen. Diese Restriktion ist nur bei geeignet eingeschränkten Aufgabenstellungen erfüllbar.

Das Projekt I ist Bestandteil der Schwerpunktfächer Informatik und sollte daher eine Aufgabenstellung aus der Informatik im engeren Sinne zum Gegenstand haben. Im Projekt I sammeln die Studierenden Erfahrungen in Planung, Organisation und Durchführung der Arbeit im Team an einer Aufgabe, deren Lösung sich systematisch auf der Basis bisher erworbenen Informatikwissens entwickeln läßt. Diese Erfahrungen werden dann im Projekt 2 an einer Aufgabe aus einem Anwendungsfeld erprobt.

In den Projekten direkt benötigte spezifische Kenntnisse – sowohl aus dem anwendungs- und berufsbezogenen als auch aus dem informatischen und mathematischen Bereich – sollten in zu den Projekten gehörigen Blockveranstaltungen vermittelt werden. Blockveranstaltungen sollten auch genutzt werden, um den Umgang mit modernen, in der Praxis verwendeten Werkzeugen zu schulen, damit diese dann ohne Reibungsverluste in der Projektarbeit eingesetzt werden können.

Wichtig ist, daß die Projektgruppen für Betreuer und Teilnehmer überschaubar bleiben, damit Verantwortlichkeiten und Leistungen klar zugeordnet werden können. Eine Projektgruppe sollte daher 6 bis 8, maximal 10 Studierende umfassen. Dabei ist es (zumindest für das zweite Projekt) wünschenswert, Mitglieder anderer Fachbereiche oder Anwender aus der Industrie einzubinden. Auch wird empfohlen, daß – nach Möglichkeit – Soziologen mit langjähriger Erfahrung in der Wirtschaft die Projekte begleiten und die (zwangsläufig) entstehenden Konflikte mit den Studierenden aufarbeiten.

Das *Projekt I* hat die Aufgabe, die zentralen Kenntnisse und Erfahrungen der Projektdurchführung zu vermitteln. Dieses Projekt sollte vorwiegend von den anwendungsnahen Abteilungen des Fachbereichs Informatik angeboten werden (z. B. Informationssysteme, Dialogsysteme, Programmiersprachen und ihre Übersetzer, Software Engineering) und besonders die systematische Durchführung der erforderlichen Arbeitsschritte betonen:

- Problem-/Ist-Analyse
- Durchführbarkeitsstudie, Projektplanung
- Vor- und Nachkalkulation des Zeit- und Kostenaufwands
- Anforderungsspezifikation
- Prototyp-Erstellung
- Entwurf
- Codierung
- Test
- Qualitätssicherung und Konfigurationsmanagement
- Dokumentation

Das Projekt I sollte so konzipiert werden, daß darin alle genannten Themen zu bearbeiten sind und auch Disziplinen wie die Präsentation von Arbeitsergebnissen, die Leitung von Projektsitzungen, die Moderation von Besprechungen, der konstruktive Umgang mit auftretenden Konflikten etc. systematisch geübt werden.

Im *Projekt II* sollte eine Aufgabe aus einem Anwendungsfeld gelöst werden. Hier werden die Studierenden über die Aufgaben des Projekts 1 hinaus zusätzlich mit den Problemen konfrontiert, die sich in der Kommunikation und Zusammenarbeit über die Grenzen des eigenen Fachgebietes hinweg ergeben. Für die Studierenden, die ein integriertes Anwendungsfach belegt haben, sollte die Aufgabe aus diesem Bereich kommen und in enger Kooperation mit dessen Experten durchgeführt werden.

Im Rahmen von Projekt II sollten unter Nutzung der bis zu diesem Zeitpunkt aufgebauten informatischen und allgemeinen berufsbezogenen Kompetenzen insbesondere die folgenden Arbeitsschritte eingeübt werden:

- Ermittlung fachlicher Anforderungen in Interviews und Reviews mit Kunden
- Modellierung des zu erstellenden Anwendungssystems
- Abnahme der Ergebnisse von Projektmitarbeitern und Sub-Teams (Förderung der Beurteilungskompetenz)
- Qualitätssicherung durch Aufdeckung von Fehlern im Rahmen der Präsentation von Analyseergebnissen Entwurfskonzepten, Implementierungsdetails
- Dokumentation: Schärfung des Problembewußtseins durch Zwang zur Nutzung der Dokumentation von Vorgänger- oder Zuarbeiter-Gruppen

Der im Rahmen des Projekts 2 angefertigte Bericht ersetzt die *Studienarbeit*, die ansonsten zur Vorbereitung auf die Diplomarbeit als unverzichtbar empfohlen wird.

Kann aufgrund lokaler Gegebenheiten nur ein einziges Projekt angeboten werden, sollte dieses möglichst in einem *Anwendungsfeld* absolviert werden, das frei werdende Stundenvolumen sollte auf die Anfertigung einer Studienarbeit und die informatischen Schwerpunktfächer verwendet werden.

3.4.4 Berufspraktische Ausbildung

Erfahrungen zeigen, daß es große Vorteile bringt, eine berufspraktische Ausbildung in das Informatikstudium zu integrieren, denn nur in einer solchen Ausbildung können Studierende erfahren, welchen Einfluß das betriebliche Arbeitsumfeld auf die fachlich-informatische Arbeit und die sozialen (Team-) Strukturen hat. Nur in der berufspraktischen Ausbildung können Studierende lernen, mit Praktikern zusammenzuarbeiten und einen Einblick in die betriebliche Arbeitstechnologie und Soziologie zu gewinnen. Die hieraus resultierenden Erfahrungen fördern den reibungslosen Übergang vom Studium in das Berufsleben und beugen dem sogenannten Praxisschock vor.

Da die Ziele der berufspraktischen Ausbildung nur in einem zusammenhängenden Zeitraum von mindestens vier Monaten zu erreichen sind, sollte hierfür im Curriculum ein gesondertes Semester (Praxissemester) eingeplant werden. Wenn die berufspraktische Ausbildung in der Mitte des Hauptstudiums plaziert ist (7. Semester), haben Studierende bereits hinreichend viele Kenntnisse und Fähigkeiten erworben, um in der Praxis qualifizierte Arbeiten übernehmen zu können.

3.4.5 Diplomarbeit

Bezüge zu den Anwendungen der Informatik lassen sich auch durch die verstärkte Vergabe von praxisnahen Themenstellungen für Diplomarbeiten herstellen. Die in vielen Fällen bestehenden interdisziplinären Forschungsk Kooperationen zwischen universitären Instituten unterschiedlicher Fachrichtungen, aber auch Kooperationen zwischen Universitäten und Partnern aus Wirtschaft und Industrie können genutzt werden, um attraktive praxisrelevante Aufgabenstellungen in ausreichender Zahl zur Verfügung zu stellen.

Insbesondere Diplomarbeiten, die den Anwendungsaspekt der Informatik in den Vordergrund stellen und gemeinsam von einem Universitäts- und einem Wirtschaftvertreter betreut werden, können Studierenden den Übergang in die berufliche Praxis erleichtern: Studierende lernen, eine übernommene Aufgabe unter Zeitdruck und mit zum Teil unklaren Anforderungen praxisnah und eigenständig zu bearbeiten.

Die Diplomarbeit sollte einen Arbeitsplan umfassen, der vom Studierenden erstellt werden muß und mit den Betreuern abzustimmen ist. Ein solcher Arbeitsplan bietet Einsatzmöglichkeit für die in den Projekten erworbenen Projektmanagement-Fähigkeiten und ist eine wichtige Voraussetzung zur erfolgreichen Durchführung der geforderten Leistungen in der vorgegebenen Zeit.

Es wird empfohlen, Diplomarbeiten zumindest gleichwertig auch zu anwendungsorientierten Themen im Rahmen der Zusammenarbeit mit anderen Fakultäten oder mit Wirtschaft und Industrie zu vergeben und die Erstellung eines Arbeitsplans zur verbindlichen Teilleistung zu machen. Darüber hinaus wird die Verteidigung der Diplomarbeit als verpflichtend empfohlen (z. B. im Rahmen eines Diplomanden-Seminars).

3.5 *Neugestaltung des Curriculums*

Die empfohlenen Lehrveranstaltungen zur anwendungs- und berufsbezogenen Ausbildung müssen in das Studium integriert werden, ohne die in der "Rahmenordnung Informatik" vorgesehenen 165 Semesterwochenstunden (SWS), exkl. Diplomarbeit und Wahlveranstaltungen, zu überschreiten.

Für die einzelnen Fächergruppen werden die in Tabelle 1 angegebenen Prozentzahlen als Richtwerte empfohlen. Eine Unterteilung in Grund- und Hauptstudium wurde dabei nicht vorgenommen, da in den meisten Fächergruppen keine eindeutige Abgrenzung möglich ist.

Die Umsetzung der in Tabelle 1 genannten Richtwerte in ein konkretes Curriculum muß selbstverständlich der einzelnen Hochschule überlassen bleiben und ihre besonderen Möglichkeiten berücksichtigen.

Die Tabellen 2 und 3 zeigen beispielhaft, wie ein Curriculum aussehen kann, das sich an den vorgenannten Prozentangaben orientiert und die vorliegenden Empfehlungen ohne Erhöhung des Stundenvolumens von 165 SWS in ein konsistentes Curriculum umsetzt. Dabei sind die für die empfohlene Neugestaltung unverzichtbaren Inhalte besonders detailliert dargestellt. In das Beispiel eingearbeitet sind Anregungen aus den Curricula mehrerer Universitäten, die bereits Anstrengungen zur Stärkung der Anwendungsorientierung in ihren Studiengängen unternommen haben.

Fächergruppe	SWS	%
Mathematik	26	15
Theoretische Informatik	18	11
Technische Informatik	20	12
Praktische Informatik	36	22
Schwerpunktfächer Informatik ¹⁰	8	5
Integriertes Anwendungsfach ¹¹	17	10
Projekte ¹² , Seminare	24	15
Allgemeinwissenschaftliche Grundlagenfächer	16	10
Summe	165	100

**Tabelle 1: Prozentuale Aufteilung des Lerndeputats auf Fächergruppen
(bei 165 SWS entsprechen 4 SWS etwa 2,4 %)**

¹⁰ Die Fächergruppe Schwerpunktfächer Informatik hat einen höheren Umfang als explizit ausgewiesen, da das Informatik-Projekt (Projekt I), das üblicherweise im informatischen Schwerpunktfach gewählt wird, hier einzurechnen ist.

¹¹ Ist die Wahl eines integrierten Anwendungsfachs nicht möglich oder nicht gewünscht, sind 13 der 17 SWS für ein Nebenfach zu verwenden, die restlichen 4 SWS sollten aus dem Bereich der anwendungsorientierten Informatik-Lehrveranstaltungen gewählt werden.

¹² Kann aufgrund lokaler Gegebenheiten nur ein einziges Projekt angeboten werden, sollte dieses möglichst in einem *Anwendungsfeld* absolviert werden. In diesem Fall sind zum Ausgleich 6 der für Projekt II vorgesehenen 10 SWS für die Anfertigung einer Studienarbeit aus dem Bereich der informatischen Schwerpunktfächer zu verwenden, die restlichen 4 SWS sind ebenfalls über Lehrveranstaltungen aus den informatischen Schwerpunktfächern abzudecken.

Fächergruppe	SWS	VL / UE / PR / SE
Mathematik	22	
• Analysis, Lineare Algebra mit Geometrie	12	6 / 4 / 2 / 0
• Diskrete Strukturen I (Graphentheorie, Algebra, Kombinatorik, ...)	6	4 / 2 / 0 / 0
• Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	4	2 / 2 / 0 / 0
Theoretische Informatik	10	
• Automaten, Formale Sprachen, Berechenbarkeit, Komplexität	6	4 / 2 / 0 / 0
• Logik, Semantik, Wissensrepräsentation	4	2 / 2 / 0 / 0
Technische Informatik	10	
• Technologische Grundlagen	2	2 / 0 / 0 / 0
• Rechnerarchitektur, Rechnerorganisation	4	2 / 2 / 0 / 0
• Maschinennahe Programmierung, Systemprogrammierung	4	2 / 2 / 0 / 0
Praktische Informatik	22	
• Programmiersprachen, Programmiermethodik	8	4 / 2 / 2 / 0
• Datenstrukturen, Algorithmen	8	4 / 0 / 4 / 0
• Software-Engineering I	6	4 / 2 / 0 / 0
Proseminar	2	0 / 0 / 0 / 2
Integriertes Anwendungsfach¹³	7	
Allgemeinwissenschaftliche Grundlagenfächer¹⁴	8	
• Wirtschaftswissenschaften (Grundlagen in BWL)	3	abhängig von der konkreten Gestaltung z.T. besondere Lehr- und Lernformen erforderlich ¹⁵
• Sozialwissenschaften (z. B. Grundlagen in Psychologie, Soziologie und Philosophie; insbesondere Kommunikation, Präsentation, Argumentation, Rhetorik, Konfliktmanagement)	3	
• Wahlpflichtbereich: Grundlagen in Rechtswissenschaften und Arbeitswissenschaften, Informatik und Gesellschaft	2	
Summe	81	

Tabelle 2: Beispiel für ein Curriculum im Grundstudium (Vorlesung/Übung/Praktikum/Seminar)

¹³ Kann ein integriertes Anwendungsfach nicht angeboten werden, sollten diese 7 SWS für das Nebenfachstudium verwendet werden.

¹⁴ Fächer, deren Grundkenntnisse und Methoden erforderlich sind zum Aufbau der ökonomischen, arbeitswissenschaftlichen und juristischen Grundkompetenz sowie der sozialen Kompetenzen

¹⁵ Dabei ist besonderer Wert auf die praktische Einübung und Anwendung der erworbenen Kenntnisse zu legen.

Fächergruppe	SWS	VL / UE / PR / SE
Mathematik-Wahlpflichtbereich:	4	2 / 2 / 0 / 0
<ul style="list-style-type: none"> • Diskrete Strukturen II • Numerische Methoden 		
Theoretische Informatik	8	
<ul style="list-style-type: none"> • Formale Spezifikation, Verifikation 	4	2 / 2 / 0 / 0
<ul style="list-style-type: none"> • Entwurf und Analyse von Algorithmen 	4	2 / 2 / 0 / 0
Technische Informatik	10	
<ul style="list-style-type: none"> • Betriebssysteme, Rechnerkommunikation, Netze 	4	2 / 2 / 0 / 0
<ul style="list-style-type: none"> • Echtzeitsysteme, eingebettete Systeme, Robotik 	4	2 / 2 / 0 / 0
<ul style="list-style-type: none"> • Verteilte Systeme 	2	2 / 0 / 0 / 0
Praktische Informatik	14	
<ul style="list-style-type: none"> • Software-Engineering II 	4	2 / 1 / 0 / 1
<ul style="list-style-type: none"> • Datenbanken und Informationssysteme 	4	2 / 2 / 0 / 0
<ul style="list-style-type: none"> • Mensch-Maschine-Interaktion 	4	2 / 1 / 0 / 1
<ul style="list-style-type: none"> • Wissensbasierte Systeme 	2	2 / 0 / 0 / 0
Schwerpunktfächer Informatik	8	
Projekt I (in einem informatischen Schwerpunktfach)	10	
Integriertes Anwendungsfach¹⁶	10	
Projekt II (im integrierten Anwendungsfach, falls vorhanden) inkl. Projektbericht¹⁷	10	
Seminar	2	
Allgemeinwissenschaftliche Grundlagenfächer¹⁸	8	
<ul style="list-style-type: none"> • Informatik und Gesellschaft 	2	abhängig von der konkreten Gestaltung z.T. besondere Lehr- und Lernformen erforderlich ¹⁹
<ul style="list-style-type: none"> • Rechtswissenschaften (Computerstrafrecht, Telekommunikations- und Medienrecht, Datenschutz- und IT-Sicherheitsrecht, Produkthaftungsrecht, gewerblicher Rechtsschutz, insbesondere Urheber- und Patentrecht) 	2	
<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitswissenschaften (Arbeitsanalyse und -gestaltung, Industriesoziologie, Arbeitspsychologie) 	2	
<ul style="list-style-type: none"> • Wahlpflichtbereich: Sozialwissenschaften (z. B. Führungspsychologie, Verantwortungsethik), Wirtschaftswissenschaften (z. B. betriebliches Rechnungswesen, Kostenrechnung, Volkswirtschaftslehre) 	2	
Summe	84	

Tabelle 3: Beispiel für ein Curriculum im Hauptstudium (Vorlesung/Übung/Praktikum/Seminar)

¹⁶ Kann ein integriertes Anwendungsfach nicht angeboten werden, sollten 6 der 10 SWS für das Nebenfachstudium verwendet werden. Die restlichen 4 SWS sollten aus dem Bereich der anwendungsorientierten Informatik-Lehrveranstaltungen gewählt werden.

¹⁷ Gemäß 3.4.3. ersetzt der Projektbericht in Projekt II die bisherige Studienarbeit. Kann aufgrund lokaler Gegebenheiten nur ein Projekt angeboten werden, sollte dieses möglichst in einem Anwendungsfeld absolviert werden. Die für das zweite Projekt vorgesehenen 10 SWS sollten für den Bereich der informatischen Schwerpunktfächer verwendet werden (6 SWS Studienarbeit, 4 SWS Lehrveranstaltungen).

¹⁸ Fächer, deren Grundkenntnisse und Methoden erforderlich sind zum Aufbau der ökonomischen, arbeitswissenschaftlichen und juristischen Grundkompetenz sowie der sozialen Kompetenzen

¹⁹ Dabei ist besonderer Wert auf die praktische Einübung und Anwendung der erworbenen Kenntnisse zu legen.

Der Arbeitskreis

Die Empfehlungen wurden von folgenden Mitgliedern des Arbeitskreises "Informatik an Hochschulen: Ziele und Wege" erarbeitet:

Dipl.-Inform. Anne Mahn (Leitung des Arbeitskreises)

T-Nova Deutsche Telekom Innovationsgesellschaft mbH
Berkom
Branchendienstleistungen Bildung und Qualifizierung
Goslarer Ufer 35
10589 Berlin

Prof. Dr. Dr. h. c. Wilfried Brauer

Technische Universität München
Institut für Informatik
80290 München

Prof. Dipl.-Phys. Jürgen Freytag

Fachhochschule Hamburg
Fachbereich Elektrotechnik und Informatik
Berliner Tor 3
20099 Hamburg

Prof. Dr. Karl Hantzschmann

Universität Rostock
Fachbereich Informatik
Albert-Einstein-Straße 21
18059 Rostock

Dr.-Ing. Thomas Jandach

beim Landesbeauftragten für den Datenschutz Baden-Württemberg
Marienstraße 12
70178 Stuttgart

Dipl.-Inform. Norman Kysler

INPRO Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme
in der Fahrzeugindustrie mbH
Prozeßtechnologie Karosseriebau – Numerische Prozeßsimulation
Hallerstraße 1
10587 Berlin

Dipl.-Inform. Gunnar Schröter

Technische Universität Berlin
Fachgebiet Theoretische Informatik / Formale Spezifikation
Franklinstraße 28/29
10587 Berlin