



**Gesellschaft für  
Informatik e.V. (GI)**

**Empfehlungen für  
Bachelor- und  
Masterprogramme im  
Studienfach Informatik  
an Hochschulen**

Stand: 01.07.2016

**GI-Empfehlungen**



# Empfehlungen für Bachelor- und Master-Programme im Studienfach Informatik an Hochschulen

## Inhalt

Vorwort .....	3
1 Einleitung .....	4
2 Ausbildungsziele.....	5
3 Inhaltsbereiche und Empfehlungen für ihre Umsetzung in Bachelor-Studien-gängen.....	8
3.1 Kompetenzmodell.....	9
3.2 Profilbildung der Studiengänge .....	11
3.3 Kognitive Kompetenzen .....	12
Algorithmen und Datenstrukturen .....	13
Analysis und Numerik .....	15
Betriebssysteme.....	16
Datenbanken und Informationssysteme .....	17
Digitaltechnik und Rechnerorganisation.....	19
Diskrete Strukturen, Logik und Algebra .....	21
Formale Sprachen und Automaten.....	23
Informatik als Disziplin.....	24
Informatik und Gesellschaft.....	25
IT-Sicherheit .....	27
Mensch-Computer-Interaktion.....	28
Modellierung.....	29
Programmiersprachen und -methodik .....	31
Projekt- und Teamkompetenz .....	33
Rechnernetze und verteilte Systeme.....	35
Software-Engineering.....	37
Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik .....	38
3.4 Nicht-kognitive Kompetenzen .....	39
4 Organisatorische und strukturelle Anforderungen .....	41
4.1 Typisierung der Studiengänge .....	41
4.2 Abschlussgrade .....	44



4.3	Struktur der Studiengänge .....	44
4.4	Teilzeitstudiengänge .....	47
4.5	Studieneingangsphase .....	48
4.6	Modularisierung.....	49
4.7	Leistungsnachweise – Leistungspunkte .....	50
4.8	Weiterbildung und lebenslanges Lernen .....	51
5	Qualitätssicherung .....	54
6	Der Arbeitskreis.....	54
	Literaturhinweise .....	55
Anhang 1:	Beispielhafte Umsetzung der Empfehlungen .....	56
Anhang 2:	Beschreibung des genutztes Kompetenzmodells (Reduziertes AKT-Modell).....	67

## Vorwort

Deutschland verfolgt eine „Digitale Agenda“ und veranstaltet jährlich einen „IT-Gipfel“. Themen, die auch und insbesondere für die deutsche Wirtschaft von hoher Bedeutung sind - wie Industrie 4.0 und Big Data - setzen eine weitgehende Informatik-Expertise voraus. Die aktuelle Diskussion um IT-Sicherheit und Datenschutz zeigt darüber hinaus, dass auch in Informatikthemen Chancen und Risiken selten allein existieren. Es ist also unstrittig, dass eine gute Informatik-Bildung mittlerweile eine unverzichtbare Voraussetzung für viele Lebensbereiche ist.

Die Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) erarbeitet seit vielen Jahren Vorschläge für die Informatik-Bildung. Das betrifft die gesamte Spanne von der schulischen Bildung, über Informatik-Ausbildungsberufe und die Inhalte von Informatik-Studiengängen, bis zur Weiterbildung im Beruf.

Hier liegt nun ein novellierter Vorschlag zur Ausgestaltung von Bachelor- und Master-Programmen im Studienfach Informatik an Hochschulen vor, der sowohl Universitäten als auch Hochschulen für angewandte Wissenschaften adressiert. Die GI legt mit den Empfehlungen bereits zum dritten Mal Handreichungen für die Ausgestaltung dieser Studiengänge vor.

Die Inhalte des Dokuments verstehen sich als Empfehlungen, die wohldurchdachte und aufeinander abgestimmte konkrete Vorschläge darstellen. Sie sollen die Profilbildung von Informatik-Studiengängen unterstützen, indem sie Orientierung bieten. Die Informatik ist inzwischen eine derartig breite Disziplin, dass eine begründete Schwerpunktlegung der Studiengänge erforderlich ist. Dies betrifft beispielsweise die Fokussierung auf bestimmte Inhalte, Anwendungsbereiche oder wissenschaftliche Arbeitsgebiete. Das vorliegende Dokument soll die Bildung des angestrebten Profils bestmöglich unterstützen, ohne andere Schwerpunktlegungen zu verhindern. Die Empfehlungen präsentieren dazu drei Beispielstudiengänge, die zeigen, dass ein breites Spektrum von Studienprofilen mit den Empfehlungen kompatibel ist. Ich bin davon überzeugt, dass die engagierte Arbeit der Autoren der vorliegenden Empfehlungen in diesem Sinne helfen wird, Informatikstudiengänge auf die Herausforderungen der Zukunft auszurichten.

Dank der intensiven und kooperativen Arbeit aller Beteiligten ist es uns gelungen, ausgewogene und handhabbare Empfehlungen vorzulegen. Dafür gilt mein Dank allen Beteiligten, insbesondere den engagierten Kolleginnen und Kollegen der Fachgruppe Informatik in Studiengängen an Hochschulen (ISH) im Fachbereich Informatik und Ausbildung / Didaktik der Informatik (IAD) der GI. Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei dem Sprecher der Fachgruppe Prof. Dr. Olaf Zukunft (HAW Hamburg) und seinen Mitstreitern.

Ebenfalls gilt mein Dank den Vertretern des Fakultäten- und des Fachbereichstags Informatik. Darüber hinaus möchte ich den Vertretern des GI-Präsidiums danken, die wertvolle Hinweise zu den Inhalten gegeben haben. Sie alle haben sich um die Zukunft des Informatikstudiums in Deutschland verdient gemacht.

Prof. Dr.-Ing. Peter Liggesmeyer, Präsident der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

# 1 Einleitung

Der Arbeitskreis der Fachgruppe Informatik in Studiengängen an Hochschulen (ISH) im Fachbereich Informatik und Ausbildung / Didaktik der Informatik (IAD) der Gesellschaft für Informatik (GI) hat die bisherigen GI-Empfehlungen für die Gestaltung von Bachelor- und Master-Programmen im Studienfach Informatik an Hochschulen fortgeschrieben. Die Empfehlungen vom Dezember 2005 [GI2005] wurden von vielen Hochschulen im deutschsprachigen Raum als Grundlage der Gestaltung von Studienprogrammen genutzt. Auch die deutschen Akkreditierungsagenturen haben diese Empfehlungen oft bei der Beurteilung von Studienprogrammen eingesetzt.

Mit diesen Empfehlungen setzt die GI Leitlinien für Ziele, Inhalte und Niveau der Bachelor- und Master-Programme im Studienfach Informatik und regt zur Diskussion über Verbesserungen und neue Wege in der Informatik-Ausbildung an.

Die vorliegenden Empfehlungen berücksichtigen die Weiterentwicklungen in der Informatik, die sich ändernden Voraussetzungen der Studienanfänger und hochschulübergreifend auftretende Strukturänderungen wie das Teilzeitstudium. Die Autoren haben als zusätzliche Quelle die Curricula Recommendations der ACM/IEEE [ACM2013] berücksichtigt. Zudem wird ein neues Modell zur Beschreibung der Kompetenzen, die alle Absolventinnen und Absolventen im Studium erwerben, verwendet. Die Empfehlungen richten sich gleichermaßen an Universitäten und an Hochschulen für angewandte Wissenschaften (Fachhochschulen) mit Informatik-Studienprogrammen. Dadurch wird erreicht, dass die Empfehlungen weiterhin bei der Akkreditierung aller Studiengänge der Informatik verwendet werden können. Sie berücksichtigen in erster Linie die langfristig gültigen Anforderungen der wissenschaftlichen und beruflichen Praxis. Im Vordergrund stehen daher die von Bachelor- und Master-Absolventinnen und -Absolventen erwarteten Kompetenzen. Dabei werden auch die Anforderungen, die durch den gesellschaftlichen Auftrag der Hochschulen zur Heranbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses und der Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse entstehen, angemessen berücksichtigt. Diese Kompetenzen werden durch Hochschul- und Studiengangs-spezifische Elemente ergänzt und ergeben so Eckwerte für die Struktur von Studiengängen und dienen der Entwicklung von Curricula im Detail. Detaillierte und weitergehende Angaben zur Gestaltung des Curriculums in Technischer Informatik, z.B. zu Themengebieten im Pflicht- und Wahlpflichtbereich sowie zu Laborübungen können den GI-Empfehlungen des Fachbereichs Technische Informatik [GI2011] entnommen werden.

Diese Empfehlungen beschreiben im nächsten Kapitel die Ausbildungsziele in Bachelor- und Master-Programmen. Im folgenden Kapitel 3 wird zunächst ein Modell vorgestellt, mit dem die Kompetenzen von Informatikerinnen und Informatikern dargestellt werden. Darauf aufbauend wird in Abschnitt 3.2 beschrieben, wie unterschiedliche Profile von Studiengängen kategorisiert werden können. In Abschnitt 3.3 werden dann die in jedem Informatik-Bachelor-Studiengang zu erwerbenden kognitiven Kompetenzen in 17 verschiedene inhaltliche Felder aufgeteilt. Abschnitt 3.4 erläutert die nicht-kognitiven Kompetenzen. Kompetenzbeschreibungen für konsekutiv vertiefende Master-Studiengänge können darauf aufbauend ergänzt werden. Kapitel 4 behandelt die organisatorischen und strukturellen Anforderungen an Informatik-Studiengänge. Im Kapitel 5 werden Empfehlungen zur Qualität der Lehre gegeben. Im Anhang finden sich drei beispielhafte Umsetzungen der Empfehlungen in konkreten Curricula an unterschiedlichen Hochschulen sowie eine Beschreibung des diesen Empfehlungen zugrundeliegenden Kompetenzmodells.

## 2 Ausbildungsziele

Absolventinnen und Absolventen von Bachelor- und Master-Studiengängen an Hochschulen sollen für die erfolgreiche Tätigkeit über das gesamte Berufsleben hinweg bzw. für weiterführende wissenschaftliche Studien auf diesem Gebiet qualifiziert werden.

Im Sinne der „Outcome-Orientierung“ werden in diesem Kapitel zunächst die Anforderungen an Informatikerinnen und Informatiker aus der Perspektive des Arbeitslebens beleuchtet. Daraus werden Kernkompetenzen abgeleitet, die sich auf unterschiedliche Inhaltsbereiche beziehen und in Kapitel 3 näher beschrieben werden. Diese Kompetenzen werden hinsichtlich Anforderungsniveau und Anwendungskontext differenziert und sollen in jedem Informatikstudium<sup>1</sup> vermittelt werden.

Grundsätzlich ist das Informatikstudium wissenschaftlich fundiert und vermittelt das breite und in ausgewählten Teilgebieten vertiefte fachliche Wissen, um analytisch, kreativ und konstruktiv Systeme aus Soft- und Hardware zu entwickeln und zu warten. Ferner werden nicht nur gegenwartsnahe Inhalte vermittelt, sondern theoretisch untermauerte Konzepte und Methoden, die über aktuelle Trends hinweg Bestand haben und zum lebenslangen Lernen befähigen.

Einzelne Studiengänge haben unterschiedliche Zielsetzungen und sind hinsichtlich Breite und Tiefe unterschiedlich ausgeprägt. Die grundsätzlichen Anlagen der im Weiteren beschriebenen Kompetenzen müssen im Informatikstudium gelegt werden. Die Ausprägung der einzelnen Kompetenzen hängt vom individuellen Studiengang ab – verschiedene Teilaspekte, wie Werkzeugeinsatz, Vorgehensweisen, technologische Details oder bestimmte Selbstkompetenzen, werden erst im Berufsleben oder im Rahmen der weiterführenden Studien vertieft.

Vor diesem Hintergrund werden die Kompetenzen zunächst allgemein für Absolventinnen und Absolventen von Informatikstudiengängen beschrieben. Die in Bachelor-Studiengängen zu erwerbenden Kompetenzen werden in Kapitel 3 für die im Folgenden angegebenen Inhaltsbereiche spezifiziert.

### **Formale, algorithmische und mathematische Kompetenzen**

Informatikerinnen und Informatiker müssen Probleme und Anforderungen exakt beschreiben, um diese in geeigneten Datenstrukturen und effizienten Algorithmen umzusetzen.

Für die Modellierung von Problemen und Sachverhalten werden logische und algebraische Kalküle, graphentheoretische Notationen, formale Sprachen und Automaten sowie spezielle Kalküle wie Petri-Netze oder die Prozessalgebra CSP eingesetzt. Zur Bewältigung einer Problemstellung kommen Verfahrensweisen zum Einsatz, um den algorithmischen Kern des Problems zu identifizieren – darauf basierend werden Algorithmen entworfen, verifiziert und bzgl. ihres Ressourcenbedarfs bewertet. Die in den Algorithmen enthaltenen Kalküle werden zur angemessenen fachlichen Kommunikation und Bewertung von Problemlösungen im Rahmen von kooperativen Arbeitszusammenhängen genutzt. Für spezielle Bereiche der Informationsverarbeitung, wie Signal- und Bildverarbeitung, Kryptographie oder Mustererkennung, werden fortgeschrittene Kenntnisse der Analysis, der Algebra, der Kombinatorik und der Statistik benötigt.

*Inhaltsbereiche für formale, algorithmische und mathematische Grundkompetenzen des Bachelor-Studiums (siehe Kapitel 3):*

---

<sup>1</sup> Diese Empfehlungen gelten nicht für Lehramtsstudiengänge der Informatik.

- *Diskrete Strukturen, Logik und Algebra*
- *Analysis und Numerik*
- *Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik*
- *Formale Sprachen und Automaten*
- *Modellierung*
- *Algorithmen und Datenstrukturen*

### **Analyse-, Entwurfs-, Realisierungs- und Projektmanagement-Kompetenzen**

Zur Analyse-Kompetenz gehören vor allem der Wille und die Fähigkeit, mit Aufgabenstellern und zukünftigen Systemnutzern zu kommunizieren und zu kooperieren und sich schnell in neue Anwendungskontexte einarbeiten zu können. Informatikerinnen und Informatiker müssen bekannte Problemstellungen im Anwendungskontext erkennen können und mit den zugehörigen Lösungsmustern vertraut sein. Sie erkennen Inkonsistenzen und können mit unklaren Anforderungen umgehen. Komplexe Domänen können modelliert werden und große Anwendungsprobleme können durch geeignete Schnittstellen in Teilprobleme zerlegt werden.

Entwurfs-Kompetenzen umfassen die Fähigkeit zur Konstruktion von Systemen aus Hard- und Software, welche die Anforderungen vollständig erfüllen. Hierfür ist Abstraktionsfähigkeit genauso unverzichtbar wie solide Kenntnisse in der Software-Architektur. Mensch-Technik-Schnittstellen können anwendungsgerecht und ergonomisch gestaltet werden. Zentral ist beim Entwurf die Umsetzung nichtfunktionaler Anforderungen, wie Sicherheit, Performanz, Skalierbarkeit, Wartbarkeit, Erweiterbarkeit und Zuverlässigkeit.

Zur Realisierungs-Kompetenz gehört vor allem die Fähigkeit, professionell größere Programmsysteme zu erstellen und sorgfältig zu testen. Dazu sollte man die gängigen Programmierparadigmen beherrschen und mit modernen Entwicklungsmethoden vertraut sein. Für die Wartung und Erweiterung von Software ist die Fähigkeit notwendig, sich in vorhandenen Quelltext einzuarbeiten und diesen sinnvoll weiter zu entwickeln. Für den Umgang mit größeren Systemen sind Kenntnisse über Konfigurations-, Change-, Release- und Deployment-Management wichtig.

Projektmanagement-Kompetenz wird benötigt, um die Arbeitsprozesse zu gestalten und insbesondere die eigene und anderer Personen Arbeit zu organisieren. Hierfür sind Teamfähigkeit und die konstruktive Auseinandersetzung mit Konzepten und Lösungsvorschlägen essentiell. Informatikerinnen und Informatiker haben gelernt, auch unter begrenzten Ressourcen Lösungen zu erarbeiten, die allgemein anerkannten Qualitätsstandards genügen und von allen Beteiligten akzeptiert werden. Dazu müssen auch Grundkenntnisse im Schätzen und Messen von Aufwand und Produktivität vorhanden sein.

*Inhaltsbereiche für Analyse-, Entwurfs-, Realisierungs- und Projektmanagement Grundkompetenzen des Bachelor-Studiums (siehe Kapitel 3):*

- *Programmiersprachen und -methodik*
- *Software-Engineering*
- *Mensch-Computer-Interaktion*
- *Projekt- und Teamkompetenz*

## Technologische Kompetenzen

Informatikerinnen und Informatiker müssen ein breites und sehr vielfältiges Spektrum von Fachkompetenzen aufweisen. Dazu gehören Kenntnisse moderner Betriebssysteme, Rechnerarchitektur und Rechnernetze und deren Anwendung in konkreten Problemstellungen und Anwendungskontexten. Im Bereich der Echtzeitsysteme und eingebetteten Systeme ist ein Verständnis für die Wechselwirkung eines Rechners mit seiner Umgebung, der Einsatz von nebenläufigen Systemen und systemnahe Implementierung essentiell. Für verteilte Systeme ist die Infrastruktur unter Nutzung von Middleware zu entwerfen. Im Bereich Datenbanken müssen nicht nur die theoretischen Grundlagen, sondern auch der Prozess vom Datenbankentwurf bis zum Betrieb des datenbankgestützten Anwendungssystems sowie Datenanalyse und Grundlagen des maschinellen Lernens beherrscht werden. Mit einem zunehmenden Stellenwert werden fundierte Kenntnisse zu Sicherheitsmaßnahmen und -mechanismen benötigt.

*Inhaltsbereiche für technologische Fachkompetenzen des Bachelor-Studiums (siehe Kapitel 3):*

- *Digitaltechnik und Rechnerorganisation*
- *Betriebssysteme*
- *Datenbanken und Informationssysteme*
- *Rechnernetze und verteilte Systeme*
- *IT-Sicherheit*

## Fachübergreifende Kompetenzen

Die Absolventinnen und Absolventen müssen in der Lage sein, Aufgaben in verschiedenen Anwendungsfeldern unter gegebenen technischen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Randbedingungen mit den Mitteln der Informatik zu bearbeiten und entsprechende Systeme zu entwickeln. Wichtig ist dabei eine anwendungsoffene Haltung, ohne die sich informatische Kernkompetenz in der Praxis nicht voll entfalten kann. Informatikerinnen und Informatiker benötigen betriebswirtschaftliche Grundkenntnisse, da die Planung, Entwicklung und Nutzung aller Informatiksysteme unter wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stattfinden. Sie müssen auch juristische Grundkenntnisse haben, da sie vielfach rechtsverbindliche Dokumente wie Rahmenvereinbarungen, projektspezifische Verträge, Lizenz- oder Nutzungsverträge aushandeln müssen. Die gesetzliche Basis von Sicherheitsaspekten ist ebenso zu berücksichtigen wie Fragen des Urheberrechts und der Produkthaftung. Informatikerinnen und Informatiker müssen sich der berufsethischen Rahmenbedingungen bewusst sein und die Auswirkungen ihrer Arbeit auf die zukünftigen Nutzer sowie auf die Gesellschaft in ihren sozialen, wirtschaftlichen, arbeitsorganisatorischen, psychologischen und rechtlichen Aspekten einschätzen können.

*Inhaltsbereiche für fachübergreifende Grundkompetenzen des Bachelor-Studiums (siehe Kapitel 3):*

- *Gesellschaftliche und berufsethische Aspekte von Informatiksystemen im Anwendungskontext*
- *Ökonomische und ökologische Aspekte von Informatiksystemen im Anwendungskontext*
- *Rechtliche Aspekte von Informatiksystemen im Anwendungskontext*



## **Methoden- und Transferkompetenz**

Neben den bei allen Hochschulstudiengängen geforderten analytischen Kompetenzen – wie z.B. die Kompetenz zum Wissenserwerb oder zum wissenschaftlichen Arbeiten – benötigen Informatikerinnen und Informatiker in der beruflichen Praxis weitere Methodenkompetenzen. Sie müssen z.B. Informatiksysteme mit systematischen Verfahren empirisch evaluieren können. Die Dynamik der Entwicklung im Bereich Informatik erfordert eine Transferkompetenz, mit der sie in der Lage sind, neue informatische Methoden in eine oft historisch gewachsene betriebliche Praxis einzuführen. Diese Transferkompetenz beinhaltet die Fähigkeit, einen existierenden Anwendungskontext zu analysieren, zu bewerten und aktuelle problemadäquate informatische Methoden auf diesen Kontext zu übertragen, sowie den derart neu generierten Anwendungskontext zu evaluieren.

### *Inhaltsbereiche für Methoden und Transferkompetenz*

- *Strategien des Wissenserwerbs und der wissenschaftlichen Weiterbildung*
- *Analyse von Informatiksystemen in ihrem Anwendungskontext*
- *Implementierungs- und Evaluationsstrategien*

Die Methoden- und Transferkompetenzen werden gemeinsam mit den fachlichen Kompetenzen in verschiedenen Inhaltsbereichen der Informatik erworben.

## **Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen**

Informatikerinnen und Informatiker benötigen kommunikative Kompetenzen, um ihre Ideen und Lösungsvorschläge schriftlich oder mündlich überzeugend zu präsentieren, abweichende Positionen zu erkennen und in eine sach- und interessengerechte Lösung zu integrieren – und zwar auch dann, wenn die informatische Sprech- und Denkweisen dem Kommunikationspartner nicht geläufig sind. Informatikerinnen und Informatiker sollen sich als Teil ihrer Selbstkompetenz ihrer beruflichen Rollen, den damit verbundenen Erwartungen und ggf. vorhandener Rollenkonflikte in Kommunikationssituationen bewusst sein und zur Konfliktlösung beitragen können. Dazu sind auch Kenntnisse im Konfliktmanagement erforderlich, um in kontroversen Diskussionen zielorientiert zu argumentieren und mit Kritik sachlich umzugehen. Vorhandene Missverständnisse zwischen Gesprächspartnern müssen frühzeitig erkannt und abgebaut werden können.

### *Inhaltsbereiche für Sozial- und Selbstkompetenzen*

- *Kooperationsmanagement*
- *Diversity- und Konfliktmanagement*
- *Organisationsentwicklung*

Auch die Sozial- und Selbstkompetenzen werden gemeinsam mit den fachlichen Kompetenzen in verschiedenen Inhaltsbereichen der Informatik erworben.

## **3 Inhaltsbereiche und Empfehlungen für ihre Umsetzung in Bachelor-Studiengängen**

Eine wesentliche Neuerung dieser Empfehlungen ist die Beschreibung der zu erreichenden Kompetenzen von allen Absolventinnen und Absolventen der Bachelor-Programme. In den Abschnitten 3.3 und 3.4 werden für die im vorigen Kapitel genannten Inhaltsbereiche jeweils die zu vermittelnden Kompetenzen beschrieben. Diese neuen Kompetenzbeschreibungen ersetzen den Modulkat-

non der vorherigen Version der Empfehlungen. Die Gliederung in Inhaltsbereiche soll nicht als Vorgabe einer Modulliste verstanden werden. Zu einem Inhaltsbereich können auch mehrere Module eines Studiengangs beitragen; entsprechende Beispiele finden sich in Anhang 1. Die Sammlung der Kompetenzbeschreibungen soll als Rahmen für die Gestaltung von Bachelor-Programmen verstanden werden. Es ist nicht intendiert, dass die Kompetenzbeschreibungen als „Abhakliste“ in Akkreditierungsverfahren verwendet werden. Die in den Abschnitten 3.3 und 3.4 beschriebenen Kompetenzen sollten in Modulen mit ca. 2/3 der insgesamt im Bachelor-Studium vergebenen Leistungspunkte umgesetzt werden können. Das verbleibende Drittel sollte für die erwünschte und erforderliche Profilbildung der jeweiligen Studienprogramme genutzt werden.

Die Kompetenzbeschreibungen der Abschnitte 3.3 und 3.4 können für konsekutiv vertiefende Master-Programme erweitert werden; darauf wurde in diesem Dokument verzichtet, da sich die Master-Programme bezüglich der Zielsetzung und inhaltlichen Ausgestaltung stark unterscheiden.

Im nächsten Abschnitt wird zunächst das hierfür genutzte Kompetenzmodell vorgestellt. Es gibt Hilfestellung beim Gestalten, Weiterentwickeln und Beurteilen von Bachelor-Studiengängen in der Informatik, indem es sowohl zu erwerbende Kompetenzen als auch deren Kontextualisierung in verschiedenen Inhaltsbereichen berücksichtigt. Danach wird beschrieben, wie das Profil von Studienprogrammen auf verschiedenen Stufen der beiden Dimensionen „*Wissenschaftliches Arbeiten*“ und „*Kontextualisierung von Anwendungen*“ eingeordnet werden kann. Schließlich werden für 17 verschiedene Inhaltsbereiche die in jedem Bachelor-Programm der Informatik zu erreichenden Kompetenzen angegeben. Im Anhang 1 finden sich Beschreibungen von drei exemplarischen Umsetzungen der Empfehlungen in konkreten Studiengängen, die alle mit den vorliegenden Empfehlungen kompatibel sind.

### **3.1 Kompetenzmodell**

Diese Empfehlungen beschreiben Kompetenzen, die die Studierenden im Verlauf ihres Studiums in bestimmten Informatikgebieten erwerben sollen. Mittels der Kompetenzbeschreibungen können gleichzeitig die curricularen Spezifika des Studiengangs kompetenzorientiert charakterisiert werden.

Kompetenzen werden hier in Anlehnung an Weinert als „erlernbare kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten“ verstanden, die ein Individuum in einem Handlungskontext zur Problemlösung befähigen, einschließlich der dazu erforderlichen motivationalen, volitionalen und sozialen Handlungsdispositionen und Fähigkeiten [Weinert2001]. Kognitive und nicht-kognitive Facetten einer Kompetenz sind stets eng miteinander verbunden und können in fachbezogenen Handlungskontexten auch gemeinsam erworben werden. In der nachfolgenden Tabelle werden zunächst die kognitiven Kompetenzdimensionen dargestellt. Die Struktur der nicht-kognitiven Kompetenzen wird in Abschnitt 3.4 erläutert.

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität				
Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität		Stufe 2a Übertragen	Stufe 3a Bewerten	

Abbildung 1: Reduzierte AKT-Matrix

Zur Beschreibung von Kompetenzstufen orientieren sich die Empfehlungen an der sogenannten Anderson Krathwohl Taxonomy (*AKT-Matrix*) [Anderson2001]. Für den Einsatz in diesem Dokument wurde die AKT-Matrix so reduziert, dass die in Bachelor-Studiengängen Informatik anzustrebenden Kompetenzen möglichst übersichtlich beschrieben werden können. Anhang 2 beschreibt und begründet die Reduktion der AKT-Matrix.

Abbildung 1 zeigt die hier verwendete reduzierte AKT-Matrix. Für jeden beschriebenen Inhaltsbereich werden stichwortartige Beschreibungen konkreter Kompetenzen in die sechs benannten Felder eingetragen. Die Annotationen der Zeilen, Spalten und Felder der Matrix charakterisieren in Stichworten, welche Art von Kompetenz jeweils adressiert wird: Die obere Zeile adressiert 4 Stufen der sogenannten *Kognitiven Prozessdimension* mit den Stufen Verstehen, Anwenden, Analysieren und Erzeugen. In den freien Feldern der ersten Zeile werden Kompetenzbeschreibungen eingetragen.

Die Art und die Komplexität des Kontextes, in dem die Kompetenzen erworben werden können, werden in folgenden Abstufungen unterschieden: K1: ohne Kontextualisierung, K2: kleine Beispiele, K3: komplexere Beispiele, K4: interne Projekte, K5: betriebliche Projekte. In der ersten Zeile der Matrix werden Kompetenzen mit geringer Kontextualisierung und Komplexität beschrieben (K1 und K2). In der zweiten Zeile der Matrix werden die Kompetenzen der Stufen 2 und 3 hinsichtlich des Anwendungskontextes präzisiert: Übertragen von Wissen von einem Kontext zum anderen (Stufe 2a) sowie Bewerten eines Informatiksystems in seinem Kontext (Stufe 3a). Auch in diesen beiden Feldern werden Kompetenzen mit stärkerer Kontextualisierung und höherer Komplexität (K3 bis K4) beschrieben und kenntlich gemacht. In der zweiten Zeile bleiben die beiden Felder zu Stufe 1 und Stufe 4 leer, da sich die Prozessdimension ‚Verstehen‘ eher auf grundlegende Zusammenhänge beziehen soll und Stufe 4 ‚Erzeugen‘ im Bachelor-Studiengang kaum grundlegende wissenschaftliche Innovation in komplexeren Anwendungszusammenhängen erwarten lässt. Kompetenzen in verschiedenen Inhaltsbereichen der Informatik können so durch die kognitive Prozessdimension, die Komplexität ihres Handlungskontextes und durch die Art des erforderlichen Wis-

sens (Wissensdimensionen W1: Faktenwissen, W2: konzeptionelles Wissen, W3: prozedurales Wissen und W4: Metakognition) beschrieben werden.

### **3.2 Profilbildung der Studiengänge**

In früheren Empfehlungen wurden Profile von Studiengängen durch die Begriffe *stärker forschungsorientiert* oder *stärker anwendungsorientiert* charakterisiert. Sie wurden meist zur Einordnung von Studiengängen in eines der beiden Profile verwendet, obwohl jedes der beiden Kriterien besser durch eine abgestufte Dimension beschrieben werden kann. Deshalb verwenden diese Empfehlungen Begriffe des reduzierten AKT-Modells, um sechs Typen des *Wissenschaftlichen Arbeitens* (T1 bis T6) und fünf Stufen der *Kontextualisierung von Anwendungen* (K1 bis K5) zu beschreiben. Sie ersetzen die Begriffe *stärker forschungsorientiert* und *stärker anwendungsorientiert* früherer Empfehlungen.

Die Stufen der Kontextualisierung K1 bis K5 sind schon in der reduzierten AKT-Matrix eingeführt. Die Typen des Wissenschaftlichen Arbeitens werden durch die Art und Komplexität der im Studiengang verwendeten Anwendungskontexte (K1 bis K5) und das Niveau der vermittelten kognitiven Prozesse (Stufen 1 bis 4) und deren Wissensdimensionen (W1-W4) beschrieben:

T1: Kennen und Verstehen von Konzepten und Methoden der Informatik ohne Kontextualisierung (Stufe 1; K1; W1)

T2: Verständnis von Konzepten und Methoden der Informatik in einem einfachen Thema anhand vorgegebener Materialien erweitern und präsentieren (Stufe 2; K2; W1, W2)

T3: Unter Anleitung zu einem überschaubaren Thema durch systematische Recherche Konzepte und Methoden der Informatik zusammenfassen, beurteilen, einordnen, wissenschaftlich korrekt darstellen und präsentieren (Bachelor-Proseminar) (Stufe 2; K3; W1 - W3)

T4: Eigenständig mit Betreuung zu einem anspruchsvollen Thema durch systematische Recherche Konzepte und Methoden der Informatik zusammenfassen, beurteilen, einordnen, wissenschaftlich korrekt darstellen und präsentieren (Master-Seminar) (Stufe 2 / 2a; K3 bzw. K4; W1-W3)

T5: Eigenständig mit Betreuung eine anspruchsvolle Aufgabe aus einem aktuellen Forschungsgebiet auf der Grundlage der Konzepte und Methoden der Informatik des einschlägigen Standes der Technik erledigen und dafür neue Ideen entwickeln, die Ergebnisse wissenschaftlich korrekt darstellen und präsentieren (Master-Arbeit) (Stufe 2a / 3 / 3a; K3 bzw. K4, K5, W1-W3)

T6: Eigenständig die Konzepte und Methoden der Informatik eines aktuellen Forschungsgebietes um anspruchsvolle Beiträge erweitern und in der Fachöffentlichkeit in Wort und Schrift verteidigen (Promotion) (Stufe 4; K3 bzw. K4, K5; W4)

Den Typen wissenschaftlichen Arbeitens werden zur Klassifikation jene Kompetenzen zugeordnet, von denen zu erwarten ist, dass sie in dort angesiedelten Lern- und Arbeitsprozessen primär vermittelt werden. Diese Zuordnungen können in Abhängigkeit von der konkreten Ausprägung der Bildungsaktivität im jeweiligen Studiengang variieren. Das Profil eines Studiengangs ergibt sich dann aus der Häufigkeit des Vorkommens von Typen wissenschaftlichen Arbeitens sowie des Grades der Kontextualisierung in seinen Veranstaltungen und Modulen und deren Verteilung im typischen, durchschnittlichen Studienverlauf.

### **3.3 Kognitive Kompetenzen**

Im Folgenden werden die in Kapitel 2 eingeführten Inhaltsbereiche der Informatik kompetenzorientiert unter Verwendung des in Abschnitt 3.1 eingeführten Modells beschrieben. Anschließend werden in Abschnitt 3.4 auch nicht-kognitive Kompetenzen beschrieben. Alle Kompetenzen sollen in jedem Typ1-Bachelor-Studiengang (siehe Abschnitt 4.1) der Informatik vermittelt werden. Darüber hinaus sollen entsprechend des Profils jedes Studiengangs weitere Kompetenzen vermittelt werden.

In vertiefenden konsekutiven Master-Studiengängen, die auf einem Bachelor-Studiengang Informatik aufbauen, können die hier dargestellten Kompetenzen vorausgesetzt werden. In diesen Master-Studiengängen werden tiefere oder breitere Kompetenzen vermittelt, die durch Erweiterung der Tabellen dieses Abschnitts oder durch Zufügen von Kompetenzbeschreibungen für weitere Inhaltsbereiche dargestellt werden können. Aufgrund der Vielfalt an unterschiedlichen Masterstudiengängen werden diese hier nicht beschrieben.

## Algorithmen und Datenstrukturen

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
<b>Geringe Kontextualisierung und Komplexität</b>	<p>Asymptotisches Verhalten von Funktionen (Landau-Symbole) sowie die wichtigsten Komplexitätsklassen erläutern.</p> <p>Korrektheitsbeweise auf der Basis von Schleifeninvarianten erklären.</p> <p>Kernidee der Entwurfsparadigmen Backtracking, Greedy-Algorithmen, Divide-and-Conquer und Dynamisches Programmieren sowie Beispielalgorithmen erklären. Grundlegende Datenstrukturen (Feld, verkettete Liste, binäre Bäume, Hash-Tabellen, balancierte Bäume wie z.B. AVL-Bäume oder B-Bäume) erklären.</p> <p>Die Datenstrukturen Stack, Warteschlange und Prioritätswarteschlange einschließlich ihrer Implementierung erklären.</p> <p>Einfache Beispiele für nebenläufige Algorithmen erläutern.</p>	<p>Algorithmen wie z.B. Breiten-/Tiefensuche, Dijkstra-Algorithmus, Floyd-Warshall-Algorithmus auf Beispieleingaben anwenden.</p> <p>Typische Operationen (Suchen, Einfügen, Löschen) beispielhaft für Datenstrukturen durchführen.</p> <p>Laufzeit rekursiver Algorithmen mit einer Rekursionsgleichung beschreiben und in eine geschlossene Form überführen.</p>	<p>Grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen bzgl. der Laufzeit und des Speicherbedarfs analysieren und ihre Komplexität bestimmen.</p> <p>Die prinzipielle algorithmische Schwierigkeit einfacher Probleme im Sinne der Komplexitätstheorie einschätzen.</p> <p>Algorithmen und Datenstrukturen anhand der asymptotischen Laufzeiten vergleichen.</p>	

Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität		Stufe 2a Übertragen	Stufe 3a Bewerten	
		Für kleine Aufgabenstellungen wie z.B. das rekursive Umdrehen einer Liste, eigene Algorithmen entwickeln. Einen Algorithmus für ein Anwendungsszenario implementieren.	<p>Implementierung und Laufzeitmessung von einfachen Anwendungsfällen durchführen und die gemessenen Laufzeiten den theoretischen Ergebnissen gegenüberstellen.</p> <p>Unter gegebenen Randbedingungen einen passenden Algorithmus bzw. eine Datenstruktur auswählen.</p>	

## Analysis und Numerik

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	Grundlegende Prinzipien der Analysis (Konvergenz, Stetigkeit, Differenzierbarkeit und Integrierbarkeit) an Beispielen beschreiben und erörtern.	Methoden der Differential- und Integralrechnung von Funktionen einer Veränderlichen sicher benutzen. Die Grenzen bzw. die Voraussetzungen der Methoden erklären oder verifizieren.  Geeignete Näherungsverfahren zur Lösung nichtlinearer Gleichungen auswählen und durchführen.  Reihendarstellungen von Funktionen zu ihrer Approximation verwenden.	Umsetzung einfacher numerischer Algorithmen auf dem Rechner hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und Genauigkeit (Probleme des Rechnens mit endlicher Stellenzahl, Fehlerfortpflanzung) analysieren.  Bibliotheken numerischer Lösungsverfahren benutzen.	
		Stufe 2a Übertragen	Stufe 3a Bewerten	
Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität		In einfachen Anwendungsproblemen Fragestellungen der Analysis identifizieren und diese lösen.		



## Betriebssysteme

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	Grundkonzepte und theoretische Grundlagen von Betriebssystemen mit Fachbegriffen erläutern.  Den prinzipiellen Aufbau von Betriebssystemen mit Fachbegriffen erläutern.	Dateisysteme und parallele Prozesse in Programmen nutzen.  Betriebssystemspezifische Programme erstellen.	Zukünftige Entwicklungen im Bereich der Betriebssysteme bewerten.  Sicherheitskonzepte von Betriebssystemen bewerten.	
		Stufe 2a Übertragen	Stufe 3a Bewerten	
Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität		Parallele Programme inklusive verschiedener Synchronisationsverfahren konzipieren und realisieren.	Aktuelle Betriebssysteme bezüglich ihrer Konzepte einordnen.	

## Datenbanken und Informationssysteme

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	<p>Grundkonzepte und theoretische Grundlagen relationaler Datenbanksysteme und relationaler Anfragesprachen mit Fachbegriffen erklären.</p> <p>Verschiedene Datenbankmodelle voneinander abgrenzen.</p> <p>Den prinzipiellen Aufbau von Datenbankmanagementsystemen mit Fachbegriffen erklären.</p> <p>Datenschutzmechanismen und gesellschaftliche Auswirkungen großer Datensammlungen diskutieren.</p> <p>Verschiedene Arten von Wissens erläutern und Wissensverarbeitung von Datenbanken abgrenzen.</p>	<p>Objektorientierte Anwendungssysteme mit Datenbanksystemen verbinden.</p> <p>Konzeptionelle Datenbankentwürfe für kleine Beispiele erstellen und in normalisierte relationale Datenbankschemata überführen.</p> <p>Komplexe SQL-Anfragen und SQL-Änderungsoperationen durchführen.</p>	<p>Den Wert eines entworfenen Datenbankschemas für einen Nutzer einschätzen.</p>	
		<p><b>Stufe 2a Übertragen</b></p> <p>Kleine Datenbankanwendungen erstellen.</p>	<p><b>Stufe 3a Bewerten</b></p> <p>Die Eignung eines relationalen Datenbanksystems für ein gegebenes Problem einschätzen.</p>	
Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität				

plexität		Unterschiedliche Anwendungskontexte in Modelle der Wissensverarbeitung übertragen.	benes Problem einschätzen.	
----------	--	------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	--

## Digitaltechnik und Rechnerorganisation

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	<p>Grundlagen der Booleschen Algebra, der Schaltalgebra und Normalformen erläutern.</p> <p>Codes zur Darstellung von Informationen, insbesondere unterschiedliche Darstellungsformen von Zahlen, erläutern.</p> <p>Aufbau wichtiger Grundschaltnetze und -werke und ihre Funktionsweise erläutern.</p> <p>Technische Realisierungsformen von Schaltungen mit ihren Vor- und Nachteilen erläutern.</p> <p>Methoden zum Entwurf auf Register-Transfer-Ebene erläutern.</p> <p>Den schematischen Aufbau eines modernen Rechners, das Zusammenspiel von Hardware und Software, sowie die zugrunde liegenden allgemeinen Entwurfsprinzipien erklären.</p> <p>Grundstrukturen von Rechner-systemen, wie z.B. Datenpfad</p>	<p>Zahlen zwischen unterschiedlichen Darstellungsformen übertragen.</p> <p>Methoden zum Rechnen mit binär dargestellten Zahlen anwenden</p> <p>Mathematische Modelle und Methoden für den Entwurf von Schaltnetzen und Schaltwerken bewerten und anwenden.</p> <p>Einfache Assemblerprogramme schreiben.</p> <p>Physikalische Adressen anhand gegebener segmentierter virtueller Adressen und der Seitentabelle ermitteln.</p>	Entwürfe digitaler Schaltungen im Hinblick auf vorgegebene Entwurfsziele analysieren.	

Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität	und Steuerung, Pipelining, Speicherhierarchie und Ein/Ausgabe erläutern. <b>Verschiedene Speichertechnologien erläutern und vergleichen.</b>			
		<b>Stufe 2a Übertragen</b>	<b>Stufe 3a Bewerten</b>	
			<b>Rechnersysteme im Hinblick auf Leistung und Kosten unter gegebenen Anforderungen bewerten.</b>	

## Diskrete Strukturen, Logik und Algebra

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
<b>Geringe Kontextualisierung und Komplexität</b>	<p>Grundlegende algebraische Strukturen (Gruppe, Ring, Körper, Vektorraum) und ihre Bedeutung in der Informatik beschreiben und erörtern sowie Beispiele aus der Mathematik und Informatik darstellen.</p> <p>Anwendungen der Booleschen Algebra in der Informatik erkennen, insbesondere Schaltfunktionen mit Methoden der Booleschen Algebra darstellen.</p> <p>Syntax und Semantik der Aussagenlogik und der Prädikatenlogik erster Stufe erläutern.</p> <p>Ergebnisse der elementaren Zahlentheorie in ihrer Anwendung in der Informatik insbesondere aus dem Bereich der Kryptographie beschreiben.</p> <p>Graphentheoretische Konzepte und Anwendungsmöglichkeiten sowie der wichtigsten Algorithmen der Graphentheorie an</p>	<p>Mengen, Relationen, Funktionen und deren Operationen in unterschiedlichen Kontexten nutzen.</p> <p>Sicher mit linearen Abbildungen von Vektorräumen in unterschiedlichen Kontexten umgehen und mit ihrer Matrizendarstellung rechnen. Lineare Gleichungssysteme lösen und interpretieren.</p> <p><b>Kombinatorische Methoden zur Lösung von Abzählproblemen einsetzen.</b></p> <p>Modulare Arithmetik zur Lösung diskreter Gleichungen einsetzen.</p> <p>Modellieren und Lösen von praxisorientierten Problemen (Planarität, Färbungen, kürzeste Wege, maximaler Fluss, Matching) mit graphentheoretischen Methoden.</p>	<p>In einfachen Kontexten formale Fragestellungen analysieren und Beweistechniken zu ihrer Überprüfung anwenden.</p>	

Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität	einem Beispiel beschreiben und erläutern.			
		<b>Stufe 2a Übertragen</b>	<b>Stufe 3a Bewerten</b>	
		<p>Einfache Anwendungsfälle in Modelle der Aussagen- und Prädikatenlogik übertragen und mit Mitteln der Logik untersuchen.</p> <p>Selbständig in der Lage sein, abstrakte Begriffe zu erarbeiten und sich grundlegende Techniken oder Verfahren anzueignen.</p>	<p>In einfachen Anwendungsfällen Verfahren der diskreten Mathematik einsetzen und ihre Ergebnisse bewerten.</p>	

## Formale Sprachen und Automaten

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	<p>Grundkonzepte der Beschreibung von formalen Sprachen in deklarativer Form oder mittels Grammatiken erläutern. Einordnung der Sprachen in die Chomsky-Hierarchie und der zugehörigen Automatenmodelle erläutern.</p> <p>Transformationen zwischen den einzelnen Beschreibungsformen nachvollziehen.</p> <p>Turingmaschinen, Berechenbarkeit und Nichtdeterminismus erläutern.</p> <p>Die Berechenbarkeit von Funktionen und die Entscheidbarkeit von Sprachen durch Turingmaschinen erläutern und für einzelne Beispiele nachvollziehen.</p>	<p>Grammatiken, reguläre Ausdrücke und Automaten für formale Sprachen definieren und mittels der Transformationen in äquivalente Modelle überführen.</p> <p>Äquivalenzen zwischen verschiedenen Beschreibungsformen nachweisen.</p> <p>Nichtdeterminismus verwenden, um effektivere Automaten zu erhalten.</p> <p>Berechenbarkeit und Entscheidbarkeit für einfache Beispiele beurteilen.</p>	<p>Formale Sprachen in die richtigen Stufen der Chomsky-Hierarchie einordnen.</p> <p>Modelle bewerten und ggf. optimieren.</p>	
Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität		Stufe 2a Übertragen	Stufe 3a Bewerten	
		<p>Parsergeneratoren oder Lexer verwenden.</p>		



## Informatik als Disziplin

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	<p>Die Struktur des Faches Informatik und typische Fragestellungen seiner Teilgebiete und angrenzender Disziplinen beschreiben.</p> <p>Spezifische Informatikkonzepte und ihre Darstellungen den Teilgebieten der Informatik zuordnen.</p> <p>Informatiksysteme klassifizieren nach Aufgabe, Funktionsweise und Architektur.</p> <p>Wichtige Elemente der Geschichte der Informatik benennen und grob zeitlich zuordnen, insbesondere die Funktionsweise und Architektur früher Rechner sowie die Spezifika von Programmiersprachen.</p>	<p>Fundamentale Phänomene und Konzepte der Informatik erkennen, unterscheiden und auf verschiedene Gegenstandsbereiche übertragen, z.B. Abstraktion und Modellbildung, Modularisierung und Hierarchisierung, Syntax und Semantik, Rekursion, Nichtdeterminismus, Nebenläufigkeit.</p> <p>Eine informatische Fragestellung zerlegen, den Teilgebieten der Informatik zuordnen und die Ergebnisse zusammenfügen.</p>	<p>Die Eignung fundamentaler Konzepte in Teilgebieten der Informatik als Problemlösungsstrategien analysieren und passende Konzepte auswählen.</p>	
		<p><b>Stufe 2a Übertragen</b></p> <p>Bei betrieblichen und organisatorischen Aufgabenstellungen konkrete informatische Probleme generieren und relevanten Teilgebieten der Informatik zuordnen.</p>	<p><b>Stufe 3a Bewerten</b></p>	
Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität				

## Informatik und Gesellschaft

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	<p>Grundkonzepte des Datenschutzrechts erklären; Maßnahmen zum Schutz personenbezogener Daten erklären.</p> <p>Grundkonzepte des geistigen Eigentums (UrhG, PatG) und der Open Culture erklären.</p> <p>Grundkonzepte des Computerstrafrechts erklären.</p> <p>Grundzüge der Informationsökonomie und der daraus folgenden Implikationen von Informatiksystemen erklären.</p> <p>Grundzüge der Informatik-Berufsethik erläutern; die Konzepte <i>Verantwortung</i>, <i>Wert</i>, <i>Dilemma</i> erklären.</p>	<p>Anwendungen der rechtlichen Rahmenbedingungen benennen und als Systemanforderungen formulieren.</p> <p>In einem Informatiksystem die Teilsysteme identifizieren, in denen schützenswerte Daten verarbeitet werden.</p> <p>Lizenzformen in Software-systemen identifizieren.</p> <p>Mögliche Schutzmaßnahmen für ein Informatiksystem und die in ihm verarbeiteten Daten erläutern.</p> <p>Informationsökonomisch relevante Aspekte aktueller informatischer Entwicklungen identifizieren.</p> <p>Gründe für eine Berufsethik benennen und berufsethische Dilemmata identifizieren.</p>	<p>Wechselwirkungen zwischen rechtlichen Rahmenbedingungen und Informatiksystemen analysieren.</p> <p>Anforderungen und Nutzungsbedingungen von Informatiksystemen in Bezug auf die rechtlichen Rahmenbedingungen analysieren, bewerten und ggfs. präzisieren.</p> <p>Handeln relevanter Akteure in gesellschaftlich bedeutenden Kontexten der IT-Nutzung analysieren, erklären und bewerten.</p> <p>Berufsethische Dilemmata analysieren und bewerten.</p>	
		Stufe 2a Übertragen	Stufe 3a Bewerten	

<b>Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität</b>		<p>Informatische Aspekte in gesellschaftlich relevanten Ereignissen identifizieren.</p> <p>Herausforderungen der Berufsethik in der Arbeit von Informatikerinnen und Informatikern erkennen.</p>	<p>Informatische Aspekte in gesellschaftlich relevanten Ereignissen analysieren und bewerten.</p> <p><b>Gesellschaftliche Verantwortung der Informatik bewerten.</b></p> <p>Potentielle Veränderungen gesellschaftlicher Werte durch Informatiksysteme erkennen und bewerten.</p>	
-------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## IT-Sicherheit

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	<p>Semantik von Sicherheit (Security und Safety) und Eigenschaften von sicheren IT-Systemen erläutern. Schwachstellen und typische Angriffe erläutern.</p> <p>Einfache Sicherheitsanalyse eines Systems durchführen. IT-Sicherheitsmanagementsysteme inklusive der dazugehörenden Prozesse begreifen.</p> <p>Die Bedeutung von Informationssicherheit diskutieren.</p>	<p>Konzepte und Techniken zur Erhöhung der Sicherheit nutzen, insb. welche Schutzziele mit welchen Techniken erreicht werden können. Typische Angriffsmethoden und Werkzeuge benutzen.</p> <p>Verbesserungen der IT-Sicherheit eines Systems vorschlagen. Erfassen einfacher IT-Infrastrukturen im Zusammenhang mit IT-Sicherheitsmanagement.</p>	Eigenschaften und Grenzen der Sicherheitskonzepte hinterfragen, verschiedene Konzepte sinnvoll kombinieren und Sicherheit komplexer Systeme bewerten.	
		<p>Stufe 2a Übertragen</p> <p>Anwendung von Mechanismen der IT-Sicherheit an einfachen Szenarien.</p>	<p>Stufe 3a Bewerten</p> <p>IT-Sicherheits-relevante Situationen, die in Unternehmen auftreten, analysieren.</p>	
Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität				

## Mensch-Computer-Interaktion

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	Psychologische und soziale Konzepte von Interaktion zwischen Menschen und dem Computer mit adäquaten Begriffen beschreiben und in den Kontext der Mensch-Technik Interaktion einordnen.  Ergonomie-/MCI-Standards in ihrer Genese und Bedeutung für den Nutzer erläutern	In einem anwenderzentrierten Design-Prozess kleine Beispiel-GUIs entwickeln, dabei relevante softwaretechnische Entwurfsmuster anwenden (Event-Handling, MVC) und hinsichtlich relevanter MCI-Kriterien testen.	Analyse einer GUI bezüglich der induzierten MCI-Strukturen und des zugrundeliegenden Softwaredesigns (Entwurfsmuster).	
		Stufe 2a Übertragen	Stufe 3a Bewerten	
Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität		GUIs für ein Informatiksystem (IS) sowie induzierte MCI-Strukturen in einem konkreten Anwendungskontext anhand von MCI Standards problemadäquat und in Bezug auf verschiedene Nutzergruppen entwickeln.	GUIs und induzierte MCI Strukturen eines IS in einem konkreten Anwendungskontext anhand von MCI Standards bewerten und ggf. Gestaltungsempfehlungen entwickeln.	

## Modellierung

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	Formale Beschreibungen von Aufgaben und Systemeigenschaften in grundlegenden Kalkülen, wie z.B. strukturierten Mengen, Termen und Algebren, Aussagen- und Prädikatenlogik sowie Graphen, interpretieren und erläutern.  Von wichtigen spezialisierten Modellierungskalkülen, wie z. B. endliche Automaten, kontextfreie Grammatiken und Petri-Netze sowie den Sprachen der UML, die Beschreibungsformen und die Bedeutung interpretieren und erläutern.	Aufgaben und Systemeigenschaften auf ihren konzeptionellen Kern abstrahieren und durch ein Modell in informeller oder formaler Notation präzise und vollständig beschreiben.  Verschiedene Sichten auf ein System mit passenden Modellen darstellen.	Formale Beschreibungen mittelgroßer Aufgabenstellungen analysieren und die spezifizierten Eigenschaften ermitteln.  Überprüfen, ob ein Modellkandidat vorgegebene Anforderungen erfüllt.	
		Stufe 2a Übertragen	Stufe 3a Bewerten	
Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität		Eine vorgegebene Aufgabenstellung größerer Komplexität mit passenden Kalkülen auf angemessenem Abstraktionsgrad zielgerichtet formal beschreiben. Dabei professionelle Werkzeuge	Praxisrelevante Modellierungskalküle und -werkzeuge auf ihre Eignung für eine konkrete Anwendung prüfen, beurteilen und auswählen.	

plexität		einsetzen und Ergebnisse bewerten. Allgemeine, abstrakte Fragestellungen und Zielsetzungen in konkrete Spezifikationen und Analysefragen umsetzen.		
----------	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

## Programmiersprachen und -methodik

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	<p>Die Sprachkonstrukte, Spracheigenschaften und typischen Programmiertechniken mehrerer gängiger Programmiersprachen interpretieren und im Kontext von Programmen erklären.</p> <p>Programmierparadigmen wie imperative, objektorientierte, funktionale und logische Programmierung unterscheiden und an Sprachkonstrukten erklären.</p> <p>Grundlegende Konzepte von Programmiersprachen wie Syntax, Namensbindung, Typsysteme, Speicherstrukturen, Funktionsaufrufe und Parameterübergabe in konkreten erkennen und erklären.</p> <p>Den Unterschied zwischen Übersetzung und Interpretation sowie die Aufgaben eines Laufzeitsystems abgrenzen und erklären.</p>	<p>Für algorithmische und datenstrukturorientierte Aufgabenstellungen Programme in verschiedenen Programmiersprachen und Programmierparadigmen unter Anwendung angemessener Techniken entwickeln.</p> <p>Stets wiederkehrende Entwurfs- und Programmiermuster erkennen und einsetzen.</p>	<p>Sich in neue Programmiersprachen der gelernten Paradigmen eigenständig einarbeiten und Bezüge zu bisherigen Kenntnissen herstellen.</p>	



		Stufe 2a Übertragen	Stufe 3a Bewerten	
		Für eine spezielle Anwendungsaufgabe ein Software-System mittlerer Komplexität und angemessener Qualität in einer dafür geeigneten Programmiersprache mit angemessenen Programmiermethoden entwickeln (z.B. im Rahmen von Bachelor-Arbeit oder Software-Praktikum).	Die Eignung unterschiedlicher Programmierparadigmen und Programmiersprachen für verschiedene Anwendungsaufgaben untersuchen und beurteilen.	
Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität				

## Projekt- und Teamkompetenz

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	<p>Die Bedeutung grundsätzlicher Begriffe (Projektplan, Arbeitspaket, Abhängigkeiten zwischen Arbeitspaketen) des Projektmanagements erläutern.</p> <p>Die Artefakte (u.a. Pflichtenheft, Entwurf, Handbuch) und typischen Abläufe bei der Bearbeitung von IT-Projekten beschreiben und erläutern.</p> <p>Mechanismen zur Qualitätssicherung beschreiben und erläutern.</p>	<p>Arbeitspakete selbständig planen, termingerecht bearbeiten und dokumentieren.</p> <p>Mit einem Repository zum Versionsmanagement umgehen.</p> <p>Fremden Quelltext lesen, darin Entwurfskonzepte erkennen sowie Änderungen durchführen.</p>	<p>Schnittstellen zu den Arbeitspaketen anderer Teammitglieder erkennen, Probleme benennen und selbständig Absprachen durchführen.</p>	
		<p><b>Stufe 2a Übertragen</b></p> <p>Für die konkreten Anforderungen einer zu erstellenden Anwendung Artefakte der Software-Entwicklung erstellen bzw. substantiell dazu beitragen.</p> <p>Teilmodulen entwerfen und im Rahmen der Gesamtsoftware umsetzen. Erfolgreich Strategien</p>	<p><b>Stufe 3a Bewerten</b></p> <p>Die Qualität von Artefakten im Rahmen von Software-Reviews beurteilen.</p> <p>Im Projektkontext werden Probleme hinsichtlich der Planung und Durchführbarkeit erkannt sowie Maßnahmen vorgeschlagen.</p>	
Starke Kontextualisierung und hohe Kom-				

plexität		<p>zur Qualitätssicherung, insbesondere Fehlermanagement, Unit-Tests und Reviews im Projektkontext anwenden.</p> <p>Selbstkompetenzen wie z.B. Verbindlichkeit, Disziplin, Termintreue, Kompromissbereitschaft und Übernahme von Verantwortung projektdienlich entwickeln und einsetzen.</p>	<p>Konflikte im Team erkennen und Strategien zur Konfliktlösung anwenden.</p> <p>Mit Auftraggebern und anderen Stakeholdern kommunizieren.</p>	
----------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Rechnernetze und verteilte Systeme

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	<p>Bedeutung von Schichtenmodellen und die Aufgaben und Funktionen der Schichten des ISO/OSI-Modells sowie die wichtigsten Dienstvertreter jeder Schicht erläutern.</p> <p>Die Funktionsweise des Internet im Kern und in den Endsystemen beschreiben.</p> <p>Die Konzepte der Protokolle TCP, IP, http und SMTP wiedergeben und ihre Funktionsweise z.B. mit Message Sequence Charts nachvollziehen.</p> <p>Die Spezifikation von Middleware und die Bedeutung von Transparenz erläutern.</p> <p>Sockets und Remote Procedure Calls unterscheiden.</p> <p>Anforderungen an wichtige Protokolle erläutern, z.B. für Synchronisation und wechselseitigen Ausschluss, für Konsis-</p>	<p>Sichere und effiziente Kommunikation in Netzen programmieren.</p> <p>Bandbreiten für verschiedene Medien berechnen.</p> <p>Datenraten für einige Protokolle berechnen.</p> <p>Verteilte Systeme auf unterschiedlichen Schichten wie z.B. Anwendungs- und Transportschicht nutzen.</p>	<p>Protokolle zur Kommunikation über Netze bewerten.</p>	

Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität	tenz und Replikation von Daten, für Fehlertoleranz und für Sicherheit.			
		Stufe 2a Übertragen	Stufe 3a Bewerten	
		Einfache Internetanwendungen programmieren. Für ein gegebenes Anwendungsproblem entscheiden, welche Netztechnologien in den verschiedenen Schichten eingesetzt werden sollen.	Unterschiedliche Architekturen für verteilte Systeme bezüglich ihrer Eignung für verschiedene Anforderungsprofile bewerten.	

## Software-Engineering

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	<p>Grundkonzepte und Grundtechniken der Softwareerstellung im Großen und in Teams mit Fachbegriffen erklären.</p> <p>Verschiedene Prozess-/Vorgehensmodelle wie z.B. das Wasserfallmodell und iterative Modelle voneinander abgrenzen.</p> <p>Verschiedene Notationen wie z.B. UML für die Modellierung von Softwaresystemen erläutern.</p> <p>Aufgaben und typische Vorgehensweisen beim Management und der Qualitätssicherung von Softwareprojekten erläutern.</p>	<p>Standardsituationen im Bereich der Modellierung (Analyse, Architekturen, Entwürfe, Muster) umsetzen.</p> <p>Die Begriffswelt des Anwenders durch geeignete Vorgehensweisen erfassen und zu einer fachlichen Terminologie im Projekt verdichten.</p> <p>Qualitätssicherung wie z.B. Reviews, Metriken und automatisierte Tests anwenden.</p>	<p>Die Eignung eines Vorgehensmodells, einer Notation oder einer Methode für ein klassifiziertes Softwaresystem oder eine klassifizierte Aufgabe einschätzen.</p>	
		<p><b>Stufe 2a Übertragen</b></p> <p>Kleinere Softwaresysteme im Team systematisch planen und erstellen.</p>	<p><b>Stufe 3a Bewerten</b></p> <p>Die Eignung eines Entwurfs/Architektur/Testverfahrens für eine gegebene Spezifikation einschätzen.</p>	
Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität				

## Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik

Kognitive Prozessdimension	Stufe 1 Verstehen	Stufe 2 Anwenden	Stufe 3 Analysieren	Stufe 4 Erzeugen
Geringe Kontextualisierung und Komplexität	<p>Den Begriff Wahrscheinlichkeit und seine mathematische Umsetzung an einem Beispiel beschreiben und erläutern.</p> <p>Die Bedeutung des Gesetzes der großen Zahlen und des zentralen Grenzwertsatzes für Stochastik und Statistik schildern.</p> <p>Konzepte zur Konstruktion von Schätzern (Maximum Likelihood Schätzung, Konfidenzintervall) und Hypothesentests an einem Beispiel beschreiben und erläutern.</p>	<p><b>Angemessene Kennzahlen und Verfahren zur Charakterisierung von empirischen Daten auswählen und berechnen.</b></p> <p>Den Umgang mit grundlegenden diskreten und stetigen Verteilungen beherrschen und sie in einfachen Kontexten umsetzen.</p>	Für einfache Kontexte stochastische Modelle zu ihrer Beschreibung entwerfen und analysieren. Die Bedeutung von probabilistischen Methoden verstehen und diese anwenden können.	
		<p><b>Stufe 2a Übertragen</b></p> <p>Zur Analyse univariater Daten in einfachen Kontexten Parameterschätzungen und Hypothesentests anwenden und deren Ergebnisse interpretieren.</p>	<p><b>Stufe 3a Bewerten</b></p>	
Starke Kontextualisierung und hohe Komplexität				

### 3.4 Nicht-kognitive Kompetenzen

In den vorgenannten informatischen Inhaltsbereichen werden neben den in den Tabellen beschriebenen kognitiven Kompetenzen auch nicht-kognitive Kompetenzen vermittelt. Nicht-kognitive Kompetenzen werden in informatischen Lernprozessen erworben und sind bei den Studierenden im Zusammenhang mit problemlösendem Handeln beobachtbar. Sie werden im Informatikstudium im Zusammenhang mit kognitiven Kompetenzen primär implizit erworben und sind meist nicht expliziter Lerngegenstand. Der Erwerb nicht-kognitiver Kompetenzen ist Teil der Persönlichkeitsentwicklung der Studierenden und wird im Informatikstudium als Teil der Professionalitätsentwicklung gefördert. Da sich nicht-kognitive Kompetenzen nicht nach dem AKT-Schema stufen lassen, werden sie auch nicht in das adaptierte AKT-Schema der Empfehlung eingeordnet. Es besteht hinsichtlich einiger Elemente der Projekt- und Teamkompetenz aber teilweise eine Überschneidung.

Nachfolgend werden nicht-kognitive Kompetenzen skizziert, die im Zusammenhang mit kognitiven Kompetenzen im Informatikstudium erworben werden können (siehe auch [LBSS+2013], [Man-Krau2001], [Weinert2001]):

#### *Selbststeuerungskompetenz*

- Verbindlichkeit
- Disziplin
- Termintreue
- Kompromissbereitschaft
- Übernahme von Verantwortung
- Geduld
- Selbstkontrolle
- Gewissenhaftigkeit
- Zielorientierung
- Motivation
- Aufmerksamkeit
- Durchhaltewillen

#### *Kooperationskompetenz*

- Hilfs- und Kooperationsbereitschaft
- Sprachkompetenz
- Kommunikative Fähigkeiten
- Diskussionsbereitschaft gegenüber informatischen Themen
- Informatische Themen präsentieren können
- Fähigkeit und Bereitschaft informatisches Wissen weiterzugeben
- Fähigkeit und Bereitschaft zu konstruktiver Kritik
- Fähigkeit und Bereitschaft Absprachen zu treffen und einzuhalten
- Bereitschaft entlang der Absprachen zu arbeiten
- Bereitschaft fremde Ideen anzunehmen



### **Lernkompetenz**

- Fähigkeit und Bereitschaft zu lebenslangem Lernen
- Fähigkeit und Bereitschaft zu problemorientiertem Lernen
- Fähigkeit und Bereitschaft zu kooperativem Lernen
- Fähigkeit zur Selbstorganisation von Lernprozessen und zu selbständigem Lernen

### **Medienkompetenz**

- Nutzung problemorientierter Lern- und Entwicklungsumgebungen
- Nutzung von Werkzeugen zum wissenschaftlichen Schreiben
- Nutzung von Werkzeugen zum Präsentieren wissenschaftlicher Resultate

### **Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftliches Schreiben)**

- + Fähigkeit Quellen zu recherchieren und reflektiert zu beurteilen
- Fähigkeit informatische Sachverhalte sinnvoll zu strukturieren
- Fähigkeit eigene Ideen von anderen korrekt abzugrenzen (Vermeidung von Plagiaten)

### **Haltung und Einstellungen**

- Affinität gegenüber informatischen Problemen
- Bereitschaft sich informatischen Herausforderungen zu stellen
- Sozial-kommunikative Fähigkeiten als bedeutsam beurteilen

### **Empathie**

- Fähigkeit zum Perspektiv- und Rollenwechsel
- Fähigkeit sich in informatikfremde Personen hineinzuversetzen
- Erkennen der Anliegen informatikfremder Personen

### **Motivationale und volitionale Fähigkeiten**

- Offenheit neuen Ideen und Anforderungen gegenüber
- Bereitschaft neue und unvertraute Lösungswege anzuwenden
- Kritikfähigkeit gegenüber einem unreflektierten Umgang mit rezeptartigen Lösungswegen

### **Lernmotivation**

- Bereitschaft informatische Fähigkeiten und informatisches Wissen zu erweitern
- Bereitschaft informatische Aufträge zu erfüllen

### **Einsatz und Engagement**

- Gefühl der Verpflichtung informatische Aufträge zu erfüllen
- Durchhaltevermögen bei der Bearbeitung informatischer Aufträge

## 4 Organisatorische und strukturelle Anforderungen

In diesem Kapitel der Empfehlungen soll den Hochschulen eine Orientierung bei organisatorischen und strukturellen Fragen der Studiengangsgestaltung gegeben werden. Ziel ist es, bei Wahrung der unterschiedlichen Studiengangsprofile eine gemeinsame Basis für Informatik-Studienprogramme im deutschsprachigen Raum zu schaffen.

### 4.1 Typisierung der Studiengänge

Obwohl sich die vorliegenden Empfehlungen primär auf Informatik-Studiengänge beziehen, die nicht mit einem speziellen Anwendungsfach verbunden sind, wird im Sinne einer Abgrenzung die in den GI-Empfehlungen aus dem Jahr 2005 vorgenommene Typisierung fortgeführt. Die Typisierung erfolgt einerseits vor dem Hintergrund einer Vielzahl von interdisziplinären Studiengängen mit unterschiedlich hohem Informatikanteil und andererseits um die Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten innerhalb der Hochschulen festzulegen.

Typ 1: Studiengänge Informatik: Informatik allein verantwortlich

Typ 2: Informatik-Studiengänge mit einem speziellen Anwendungsbereich:  
Informatik verantwortlich in Absprache mit dem beteiligten Anwendungsfach

Typ 3: Interdisziplinäre Studiengänge mit einem Informatikanteil, der mit dem Anteil der anderen beteiligten Fachdisziplinen gleichgewichtig ist:  
Informatik mit den beteiligten Fachdisziplinen gemeinsam verantwortlich

### Master-Studiengänge

Bei der Einrichtung eines Master-Studiengangs ist festzulegen, ob es sich um einen konsekutiven oder weiterbildenden Studiengang handelt. (s. Beschluss der KMK zu ländergemeinsamen Strukturvorgaben [KMK2010]). Nach dem KMK-Beschluss sind „Konsekutive Masterstudiengänge ... als vertiefende, verbreiternde, fachübergreifende oder fachlich andere Studiengänge auszugestalten.“ In diesen Empfehlungen wird zwischen zwei Arten von konsekutiven Master-Studiengängen unterschieden:

1. „Vertiefende Master-Studiengänge“ bauen auf einem Bachelor-Abschluss in Informatik auf. In den vorigen Versionen dieser Empfehlungen ist nur diese Art als konsekutiv bezeichnet worden.
2. „Erweiternde Master-Studiengänge“ bauen auf einem anderen Bachelor-Abschluss auf, d.h. die oben beschriebenen Kompetenzen einer Informatik-Absolventin oder eines Informatik-Absolventen können nicht vorausgesetzt werden. Dies betrifft beispielsweise einen Master in einer Studienrichtung Informatik, der sich an Bachelor-Absolventinnen und Bachelor-Absolventen einer Geisteswissenschaft richtet. Diese Master-Studiengänge werden nach Festlegung der KMK von 2010 ebenfalls als konsekutiv bezeichnet, aber in diesen Empfehlungen von vertiefenden Master-Studiengängen unterschieden.

Weiterbildende Master-Studiengänge setzen qualifizierte berufspraktische Erfahrung von i.d.R. nicht unter einem Jahr voraus. Die Inhalte des weiterbildenden Master-Studiengangs sollen die beruflichen Erfahrungen berücksichtigen und an diese anknüpfen (s. auch Abschnitt 4.8).

Zu erweiternden Master-Studiengängen und zu weiterbildenden Master-Studiengängen werden in diesen Empfehlungen keine inhaltlichen Vorgaben gemacht. Wenn Studiengänge dieser Art in ihrer Bezeichnung die Begriffe „Informatik“, „Technische Informatik“ oder „Computer Science“

enthalten, müssen sie wenigstens dem Typ 3 entsprechen.

### Bachelor-Studiengänge

Die Profilierung der Bachelor-Studiengänge erfolgt mit Hilfe von charakterisierenden Kategorien nach einem Vorwegabzug von 15 Leistungspunkten für die Abschlussarbeit inkl. Begleitseminar und von 15 Leistungspunkten für eine eventuell in das Studium integrierte Praxisphase.

Dabei wird für Studiengänge vom Typ 1 unterschieden zwischen den Kategorien

Informatik,

Mathematische, naturwissenschaftliche und technische Grundlagen,

Sonstige fachübergreifende Grundlagen und überfachliche Schlüsselkompetenzen.

Bei Studiengängen vom Typ 2 respektive Typ 3 erweitert sich die Anzahl der Kategorien um jeweils eine im Hinblick auf die Interdisziplinarität.

**Tabelle 1: Bachelor-Studiengänge<sup>2</sup>**

Bachelor-Programm	Studiengang Typ 1		Studiengang <sup>3</sup> Typ 2		Studiengang Typ 3	
		ECTS		ECTS		ECTS
Bachelorarbeit inkl. Begleitseminar		15		15		15
Praxisphase <sup>4</sup>		15		15		15
Zwischensumme:		30		30		30
Kategorie	% <sup>5</sup>	ECTS	%	ECTS	%	ECTS
Informatik	57-63	85-100	40-50	60-75	30-40	45-60
Spezieller Anwendungsbereich (nur Typ 2)			20-30	30-45		
Anteile anderer Fachdisziplinen (nur Typ 3)					30-40	45-60

<sup>2</sup> Die angegebenen Prozentzahlen sind im Wesentlichen aus den früheren GI-Empfehlungen übernommen und als Mehrfache von 5 ECTS-Punkten angegeben. Die Prozentzahlen der einzelnen Kategorien müssen nicht in eigenständigen Modulen erbracht werden. Sie können auch in anderen Modulen integriert oder auf mehrere Module verteilt erbracht werden.

<sup>3</sup> Für Studiengänge vom Typ 2 und 3 werden bewusst größere Bandbreiten angegeben, da hier in Abhängigkeit vom speziellen Anwendungsbereich bzw. von den beteiligten Fachdisziplinen stärkere Unterschiede entstehen können, so ist es zum Beispiel sinnvoll, dass sich der Anteil der mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Kategorie zwischen den Studiengängen erheblich unterscheidet.

<sup>4</sup> Falls keine externe Praxisphase vorgesehen ist, können diese Leistungspunkte für zusätzliche Wahlpflichtbereiche respektive Anwendungsfächer genutzt werden; sinnvoll sind hier z.B. die Stärkung oder Vertiefung von einzelnen Fachkompetenzen.

<sup>5</sup> Die in dieser Spalte angegebenen Prozentzahlen sind auf ganze Zahlen gerundet.

Mathematische und naturwissenschaftlich/technische Grundlagen	18-21	25-35	10-20	15-30	10-20	15-30
Sonstige fachübergreifende Grundlagen und überfachliche Schlüsselkompetenzen	18-21	25-35	10-20	15-30	10-20	15-30
Summe (in %):	100		100		100	
Summe (in ECTS):		180		180		180

Für Bachelor-Studiengänge werden sowohl in den ländergemeinsamen Strukturvorgaben [KMK2010] wie auch seitens des Akkreditierungsrates keine weiteren Angaben zur Profildifferenzierung gemacht. Vielmehr wird einheitlich gefordert, dass „wissenschaftliche Grundlagen, Methodenkompetenz und berufsfeldbezogene Qualifikationen vermittelt“ werden. Die Ausgestaltung der Studiengänge kann von Hochschule zu Hochschule verschieden ausfallen. In diesen Empfehlungen wurde in Abschnitt 3.2 die Möglichkeit zur Charakterisierung von Studiengängen nach der Art des wissenschaftlichen Arbeitens und der Kontextualisierung eingeführt. Hochschulen sollen ihr eigenes Profil auf Basis dieser Charakterisierung wählen.

Es wird empfohlen, die Bachelor-Programme so zu gestalten, dass der Abschluss den Berufszugang und den Zugang zu einem vertiefenden konsekutiven Master-Studium eröffnet. Es wird außerdem empfohlen, durch die Beschreibung der speziellen Orientierung ggf. auf eine bestimmte Charakterisierung des Studienprogramms hinzuweisen.

### Master-Studiengänge

Die Profilierung der Master-Studiengänge erfolgt ebenfalls unter Verwendung der in Abschnitt 3.2 dargestellten Dimensionen. In der Tabelle 2 wird ein Vorwegabzug von 30 ECTS-Leistungspunkten für die Abschlussarbeit vorgenommen.

Für erweiternde Master-Studiengänge, deren Bezeichnung auf Informatik-Inhalte hinweist, soll der Anteil der Informatik-Kategorie (nach Abzug der Leistungspunkte für die Masterarbeit) mindestens bei 50 % liegen.

**Tabelle 2: Master-Studiengänge**

Master-Programm	Studiengang Typ 1		Studiengang <sup>6</sup> Typ 2		Studiengang Typ 3	
		ECTS		ECTS		ECTS
Masterarbeit		30		30		30
Kategorie	% <sup>7</sup>	ECTS	%	ECTS	%	ECTS

<sup>6</sup> Für Studiengänge vom Typ 2 und 3 werden bewusst größere Bandbreiten angegeben, da hier in Abhängigkeit vom speziellen Anwendungsbereich bzw. von den beteiligten Fachdisziplinen stärkere Unterschiede entstehen können, erfahrungsgemäß differiert der Anteil der fachübergreifenden Vertiefungen erheblich.

<sup>7</sup> Die in den Prozentspalten angegebenen Zahlen sind auf ganze Zahlen gerundet.

Informatik	67-77	60-70	40-50	35-45	28-39	25-35
Spezieller Anwendungsbereich (nur Typ 2)			17-30	15-30		
Anteile anderer Fachdisziplinen (nur Typ 3)					28-39	25-35
Fachübergreifende Vertiefungen	9-22	10-20	9-22	10-20	9-22	10-20
Überfachliche Schlüsselkompetenzen	9	10	9	10	9	10
Summe (in %):	100		100		100	
Summe (in ECTS):		120		120		120

## 4.2 Abschlussgrade

Durch den Beschluss der KMK (siehe [KMK2010], Abschnitt 6) sind die Bezeichnungen für die Abschlussgrade weitgehend festgeschrieben. Unabhängig von der Umsetzung dieses Beschlusses durch die jeweiligen Länderparlamente empfiehlt die GI für Informatikstudiengänge vom Typ 1 und vom Typ 2 die Abschlussgrade

- Bachelor of Science
- Master of Science

ohne weiteren Zusatz.

Diese Abschlussgrade können auch für Typ 3 –Studiengänge vergeben werden, wenn für die beteiligte andere Fachdisziplin eine entsprechende Empfehlung vorliegt.

Für weiterbildende Master-Programme mit Informatik-Bezug empfiehlt die GI, an der Stelle von „Master of Science“ eine andere, den Studiengang charakterisierende Bezeichnung zu verwenden, z.B. „Master in Virtual Reality“. Für erweiternde Master-Studiengänge empfiehlt die GI, an der Stelle von „Master of Science“ den „Master of Engineering“ oder „Master of Arts“ zu verwenden.

## 4.3 Struktur der Studiengänge

Das **Bachelor-Studium** vermittelt ein breites Spektrum an Fachwissen und die für den Einstieg in die berufliche Praxis notwendigen Grundlagen. Die Absolventinnen und Absolventen müssen die wissenschaftlichen Erkenntnisse und Problemlösungs-Konzepte in Anwendungsfeldern einsetzen können. Die Ausbildung in einem Bachelor-Studiengang soll es ermöglichen, das Studium in einem Master-Studiengang national oder international erfolgreich fortzusetzen. Sie muss auch die Fähigkeit zur Erschließung neuer Gebiete und zur selbständigen Weiterbildung vermitteln.

Für die Struktur der Bachelor-Studiengänge werden unabhängig vom Typ die folgenden Eckwerte empfohlen:

- Die Regelstudienzeit für den Bachelor-Studiengang beträgt 6 Semester (180 ECTS-Punkte). Bei Integration eines vollständigen Praxissemesters erhöht sich die Studiendauer auf 7 Semester (210 ECTS-Punkte).
- In das Bachelor-Studium integrierte externe Praxisphasen können mit maximal 15 ECTS-Punkten bewertet werden. Bei dem oben erwähnten 7-semesterigen Modell können maximal 30 ECTS-Punkte für das Praxissemester vorgesehen werden.

- Für in das Bachelor-Studium integrierte Praxisphasen oder vollständige Praxissemester ist eine Anerkennung mit Leistungspunkten nur möglich, sofern die im Studium bereits erworbenen Fähigkeiten angewendet werden, eine regelmäßige Betreuung durch die Hochschule gewährleistet ist und der individuelle Erfolg nachgewiesen werden kann.
- Im Curriculum des Bachelor-Studiums sind wissenschaftliche Grundlagen der Informatik verankert, um die Voraussetzungen für ein vertiefendes konsekutives Master-Studium zu vermitteln.
- Der Bachelor-Studiengang schließt mit einer Bachelorarbeit ab, die inklusive eines vorbereitenden oder begleitenden Bachelor-Seminars, der Präsentation und inhaltlicher Diskussion in Form eines Kolloquiums mit 15 ECTS-Leistungspunkten bewertet wird. Die Dauer der Bachelorarbeit inklusive Kolloquium beträgt maximal 6 Monate, sofern sie parallel zu Lehrveranstaltungen des letzten Semesters angefertigt wird, ansonsten 3 Monate. Die Betreuung jeder Bachelorarbeit erfolgt in der Verantwortung einer Hochschullehrerin oder eines Hochschullehrers.

Ein Bachelor-Studiengang lässt sich wie folgt aufteilen:

- In den Semestern 1 bis 4 sollen überwiegend Pflichtveranstaltungen angeboten werden, deren Inhalte sich an den Kompetenzen orientieren, die im Kapitel 3 dieser Empfehlungen erläutert wurden.
- Die Semester 5 und 6 bauen auf den ersten vier Semestern auf: es werden jedoch überwiegend Wahl- und Wahlpflichtveranstaltungen angeboten; darüber hinaus soll Raum gegeben sein für eine integrierte Praxisphase (sofern vorgesehen) sowie die Anfertigung der Bachelorarbeit.
- Es soll ein Mobilitätsfenster definiert werden. Die Semester 5 und 6 eignen sich hierfür besonders.

Die Lehrveranstaltungen sind so zu gestalten, dass Vorlesungen in angemessenem Umfang durch Übungen, Seminare, Labore oder Praktika, Projekte u.a. ergänzt werden.

Als unverzichtbares Gestaltungsmerkmal wird eine **Projektveranstaltung** zur exemplarischen Bearbeitung von Aufgaben aus dem Bereich der Softwareentwicklung im Team empfohlen. Dabei sollen so viele Studierende an einem Projekt beteiligt sein, dass genügend Anlass zu Projektorganisation und Abstimmungsbedarf über Schnittstellen entsteht. Somit bietet eine Projektveranstaltung die Möglichkeit, Schlüsselqualifikationen im Fach und an konkreten Aufgaben zu vermitteln bzw. einzuüben.

Ein weiteres notwendiges Charakteristikum von Bachelor-Studiengängen der Informatik ist ein ausreichendes Angebot von **Seminaren** oder Proseminaren zur Vermittlung bzw. Stärkung nichtfachlicher Kompetenzen. (Siehe hierzu auch Kapitel 3 dieser Empfehlungen.)

Für den Unterrichtsbetrieb sollen folgende **Gruppengrößen** vorgesehen werden

- bei Übungen: 15 Studierende (maximal 20),
- bei Seminaren: 12 Studierende (maximal 30, je nach Konzeption und Zielsetzung),
- bei Praktika: 15 Studierende (maximal 20) in Kleingruppen,
- bei Projekten: 8 Studierende (maximal 15, je nach Konzeption und Zielsetzung).

Der Wahlpflichtbereich in Bachelor-Studiengängen soll ein substanzieller Bestandteil des Studienganges sein, d.h. mindestens 10 ECTS umfassen. Für jeden Wahlpflichtbereich sollen ausreichend (etwa doppelt so viele) Veranstaltungen angeboten werden, wie die Studierenden wählen müssen. Dadurch soll erreicht werden, dass die Breite der Ausbildung nicht unzulässig eingeschränkt wird.

Das **vertiefende konsekutive Master-Studium** muss aufbauend auf einem ersten berufsqualifizierenden Hochschulabschluss tiefergehende Kompetenzen im Bereich Informatik vermitteln. Ziel der entsprechenden Module muss es sein, die Studierenden zu befähigen, wissenschaftliche Methoden bei informatisch schwierigen und komplexen Problemstellungen sowohl in der Praxis als auch in der Forschung herzuleiten und auszuarbeiten sowie zusammen mit den entsprechenden Erkenntnissen einzusetzen.

Für die Struktur der Master-Studiengänge werden unabhängig vom Typ die folgenden Eckwerte empfohlen:

- Die Regelstudienzeit für den Master-Studiengang beträgt 4 Semester.
- Ein Master-Studiengang ist mit 120 ECTS-Leistungspunkten bewertet.  
Ein konsekutives Bachelor/Master-Modell an einer Hochschule darf die Regelstudienzeit 10 Semester nicht überschreiten; es wird mit maximal 300 ECTS-Punkten bewertet. Sofern Hochschulen das 7-semestrige Modell für das Bachelor-Studium mit 210 ECTS-Punkten bevorzugen, kann das im konsekutiven Modell darauffolgende Master-Studium damit nur 3 Semester dauern (bewertet mit 90 ECTS-Punkten).
- Der Master-Studiengang schließt mit einer Masterarbeit ab, die inklusive Präsentation und inhaltlicher Diskussion in Form eines Kolloquiums mit 30 ECTS-Leistungspunkten bewertet wird. Die Dauer der Masterarbeit inklusive Kolloquium beträgt 6 Monate; sie wird in der Regel im letzten Semester des Master-Studiums angefertigt.
- In analoger Weise zur Gestaltung eines Bachelor-Studiengangs wird auch hier empfohlen, mindestens eine **Projektveranstaltung** zur Bearbeitung von größeren Aufgabenkomplexen zu integrieren. Bei der Aufwandsabschätzung des Projekts bzw. der Bewertung mit Leistungspunkten sollte berücksichtigt werden, dass dem Projektteam die Möglichkeit gegeben wird, alle Phasen eines Projekts zu erproben. Zum Beispiel kann sich die entsprechende Lehrveranstaltung in diesem Fall auch über einen größeren Zeitraum (etwa über zwei Semester) erstrecken.
- Es muss sichergestellt werden, dass im **Wahlpflichtbereich** geeignete Kombinationen im Sinne der Zielsetzung des Studiengangs gewählt werden können.
- Da sich Absolventinnen und Absolventen ganz unterschiedlicher Fächer für Master-Programme der Informatik interessieren, muss eine Zulassungsordnung vorgelegt werden, die diesem Umstand Rechnung trägt und die in der Prüfungsordnung zu verankern ist. Die Ordnung muss sicherstellen, dass nur Bewerbungen zugelassen werden, die über eine für den speziellen Master-Studiengang erforderliche Qualifikation verfügen. Insbesondere benötigen vertiefende konsekutive Master-Studiengänge mit der Bezeichnung „Informatik“ weitgehend den vollen Kompetenzumfang aus Bachelor-Studiengängen in Informatik vom Typ 1 oder 2. Es ist daher nicht ausreichend, Informatikkurse in untergeordnetem Umfang im Rahmen von anderen Studiengängen absolviert zu haben, um ohne Einschränkung zu einem vertiefenden konsekutiven Master-Studiengang in Informatik zugelassen zu werden.



- Dies bedeutet bei vertiefenden konsekutiven Master-Studiengängen: Die Zulassungsordnung muss sicherstellen, dass Bewerbungen nur dann ohne Auflagen zugelassen werden, wenn der Bachelor-Abschluss in einem Studiengang erworben wurde, in dem der Informatikanteil mindestens so groß ist wie in den Bachelor-Studiengängen, für die der Master konsekutiv ist.
- Bewerberinnen und Bewerber mit einem Studienabschluss in anderen Studiengängen dürfen nur nach individueller Überprüfung und gegebenenfalls mit Auflagen (Brückenkurse, Lehrveranstaltungen aus dem Bachelor-Studiengang) für einen vertiefenden konsekutiven Master-Studiengang zugelassen werden.

#### **4.4 Teilzeitstudiengänge**

Den Hochschulen wird von Akteuren des Bildungssystems aus verschiedenen Gründen angeraten, neben den Vollzeitstudiengängen, wie sie im Abschnitt 4.3 beschrieben werden, auch Teilzeitstudiengänge anzubieten. Im Folgenden werden zunächst Begründungen für das Einrichten solcher Studiengänge vorgestellt und dann beschrieben, wie man zu einem Vollzeitstudiengang einen Teilzeitstudiengang entwickeln kann, der weitgehend aufwandsneutral angeboten werden kann. Dieser Abschnitt geht nicht auf Teilzeitstudiengänge ein, die mit dem Ziel der Weiterbildung beruflich tätiger Personen angeboten werden. Solche Angebote können im Allgemeinen nicht aufwandsneutral geleistet werden (siehe Abschnitt 4.8).

##### **Begründung von Teilzeitstudiengängen**

Aus der Beobachtung, dass viele Studierende bis zu ihrem Studienabschluss die Regelstudienzeit deutlich überschreiten, wird die Notwendigkeit für das Angebot von Teilzeitstudiengängen hergeleitet: Faktisch studiert ein großer Anteil der Studierenden in Teilzeit. Das bestätigt auch die Zeitleistestudie von R. Schulmeister und Ch. Metzger von 2011 [SchM2011]. Unabhängig von den Gründen, weshalb Studierende ihre Wochenarbeitszeit reduzieren, wäre es konsequent, wenn sie in einem Teilzeitstudiengang in der dafür vorgesehenen Geschwindigkeit studieren würden. Das könnte den Studierenden den Makel der Überschreitung der Regelstudienzeit nehmen und für die Hochschulen die Berechnung der Mittelzuweisung sachgerechter machen. Deshalb wird den Hochschulen empfohlen, auch Teilzeitstudiengänge anzubieten. Es müssen besondere Anreize geschaffen werden, damit sich Studierende für einen Teilzeitstudiengang, der ihrem Arbeitseinsatz entspricht, entscheiden. Das BAföG-System sieht allerdings derzeit noch keine Regelungen für Teilzeitstudiengänge vor.



## Aufwandsneutrales Teilzeitangebot

Vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft [StifterV2010] wird hierzu vorgeschlagen, es sollten z.B. Studienmodule in Zukunft einzeln buchbar und die dort erworbenen ECTS-Punkte flexibel akkumuliert werden können.

Der nachstehend beschriebene Entwurf von Teilzeitstudiengängen zielt auf Studierende, die deutlich weniger Zeit für Ihr Studium aufwenden als die für das ECTS-Modell kalkulierte mittlere Wochenarbeitszeit von 40 Stunden. Es wird davon ausgegangen, dass diese Studierenden ihre Wochenarbeitspläne ähnlich flexibel gestalten können wie Vollzeitstudierende. Unter dieser Annahme kann man weitgehend darauf verzichten, Lehrveranstaltungen für Teilzeitstudierende zusätzlich zu bestimmten Randzeiten oder geblockt anzubieten. Wenn im Bachelor-Vollzeitstudiengang die Pflichtveranstaltungen jährlich getaktet und die Wahlpflichtveranstaltungen hinreichend häufig angeboten werden, kann daraus in recht einfacher Weise ein Teilzeitstudiengang mit verlängerter Regelstudienzeit gebildet werden. Für Master-Studiengänge ist es wegen der meist größeren Wahlmöglichkeiten noch einfacher.

Die Prüfungsordnung für den Teilzeitstudiengang kann aus der für den Vollzeitstudiengang abgeleitet werden, indem alle Festlegungen von Terminen und Fristen überprüft und angepasst werden, z.B. Leistungsanforderungen, die nach einer bestimmten Semesterzahl erfüllt sein müssen. Die Regelstudienzeit sollte gegenüber dem Vollzeitstudiengang nicht mehr als verdoppelt werden. Eine so konstruierte Prüfungsordnung kann auch erlauben, dass an den Grenzen von Studienjahren zwischen dem Vollzeit- und dem Teilzeitstudiengang gewechselt werden kann. Nach diesem Schema sind z.B. die Teilzeitstudiengänge an der Universität Paderborn, der TU Darmstadt und der FH Emden/Leer konstruiert worden. Die Regelstudienzeit kann dann individuell zwischen 9 und 12 Teilzeitsemestern liegen.

### **4.5 Studieneingangsphase**

Die Heterogenität der Vorbildung der Studienanfängerinnen und Studienanfänger in Bachelor-Studiengängen steigt. Die besondere Gestaltung der Studieneingangsphase soll vor diesem Hintergrund dazu dienen, den Studienerfolg der Anfängerinnen und Anfänger zu erhöhen und es ihnen zu ermöglichen, frühzeitig Fehlorientierungen zu erkennen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass alle empfohlenen Maßnahmen zusätzliche Ressourcen (Personal, Räume, Zeit) binden und für die Hochschulen deshalb eine Ausfinanzierung wichtig ist. Auch sollte jede Hochschule basierend auf ihrer Bewerberstruktur und Ressourcenlage eine sinnvolle Kombination von Maßnahmen durchführen. Beispielhafte Maßnahmen sind:

- Vor dem Studienbeginn eine obligatorische Informationsphase vorschalten. Dies kann z.B. in Form eines – wenn nach Landesgesetz zulässig – verpflichtenden Online-Tests gestaltet werden, der von Bewerberinnen und Bewerbern absolviert werden muss und der im Wesentlichen zur Information der Studienbewerberinnen und Studienbewerber über die Anforderungen und Inhalte des Studiums dient.
- Vor dem Studienbeginn Vorkurse z.B. in Mathematik anbieten.
- Zum Studienbeginn eine Orientierungseinheit anbieten, die die gruppendynamische Integration unterstützt, über fachliche und organisatorische Aspekte des Studiums informiert sowie Perspektiven auf die Berufspraxis aufzeigt.

- Zum Studienbeginn eine projektartige Arbeit zur Motivationserhöhung anbieten („erleben, was ein Informatikteam später macht“).
- Ab dem Studienbeginn ein Mentorenprogramm zur verbesserten Bindung zwischen Hochschule und Studierenden anbieten und zur direkten proaktiven Kommunikation vor dem Auftreten von Problemen ermuntern.
- Ab dem Studienbeginn für die ersten Semester eine verstärkte Betreuung der Lehrveranstaltungen durch Tutorinnen und Tutoren durchführen, die hohe Durchfallquoten aufweisen.

Bei allen Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass verpflichtende Bestandteile des Curriculums kreditiert werden müssen.

#### **4.6 Modularisierung**

Die Modularisierung eines Studiengangs verfolgt das Ziel, einerseits das inhaltliche Angebot des Studienprogramms zu strukturieren und es auch für andere Studiengänge verfügbar zu machen und andererseits die Transparenz von Prüfungsinhalten und den Transfer von Prüfungsleistungen zu ermöglichen bzw. zu verbessern. Eng verknüpft damit sind die Vergabe von Leistungspunkten und die Prüfungsformen in dem Studiengang. Letztlich soll mit der Modularisierung, der Vergabe von Leistungspunkten und den Prüfungsformen aufgezeigt werden, wie die Gesamtqualifikation des Studiengangs erreicht und ihr Erreichen überprüft werden kann. Durch eine adäquate Wahl von Lehr-, Lern- und Prüfungsformen, die einerseits hinreichend dem Kompetenzerwerb in den einzelnen Modulen und andererseits auch dem modulübergreifenden Kompetenzerwerb dient, soll eine Überprüfung der Gesamtqualifikation ermöglicht werden.

Ein Modul beinhaltet eine oder mehrere Lehrveranstaltungen, die inhaltlich und zeitlich aufeinander abgestimmt sind und in diesem Sinne eine Einheit darstellen. Die Inhalte eines Moduls sind so zu bemessen, dass sie in der Regel innerhalb eines Semesters vermittelt werden können; in besonders begründeten Fällen kann sich ein Modul auch über mehrere Semester erstrecken.

Der Umfang eines Moduls gemessen in Leistungspunkten soll so bemessen sein, dass einerseits die Anzahl der Module nicht zu groß wird, andererseits die Inhalte in der zugeordneten Modulprüfung sinnvoll überprüft werden können. Dies kann mit einer Mindestgröße von in der Regel fünf – im Einzelfall auch weniger – Leistungspunkten erreicht werden.

Für die Beschreibung der Module sowie zur Vergabe der Leistungspunkte wird auf den Beschluss der KMK [KMK2010] verwiesen.

Um den Gesamtzusammenhang der zu erwerbenden Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kompetenzen während eines Studiums zu vermitteln, ist es sinnvoll, dass in dem Studiengang in angemessenem Umfang Module vorhanden sind, die mehrere vorhergehende Module thematisch verknüpfen und deren Zusammenhang nachhaltig für das weitere Studium vermitteln.

In den Modulen soll der aktive eigenständige Kompetenzerwerb der Studierenden zur Ausbildung der Fähigkeit zur lebenslangen Weiterbildung gefördert werden. Dazu sollten die Präsenzzeiten der Studierenden in den Modulen den Studierenden genügend Freiraum bieten, um sich in ausreichendem Maße selbständig neues Wissen aneignen zu können.

Zur Förderung der Mobilität der Studierenden sollen auch englisch sprachliche Module angeboten werden und ein Mobilitätsfenster im Studienplan vorgesehen werden, in dem ein Aufenthalt an einer anderen Hochschule im In- oder Ausland oder auch in der Praxis ohne Zeitverlust möglich ist.

Curricula und Prüfungsordnungen sollen den unterschiedlichen Lebens- und Studienbedingungen der Studierenden Rechnung tragen, in dem sie flexible Modelle für Teilzeit-/Vollzeitstudierende ermöglichen.

Zur Vermeidung von langen Studiendauern und zum frühzeitigen Erkennen von Fehlorientierungen von Studierenden sollen Prüfungsordnungen vorsehen, dass eine Minimalzahl von Leistungspunkten in festen Zeiträumen oder bis zu festen Zeitpunkten (z.B. innerhalb von Studienabschnitten oder bis zum Beginn der Abschlussarbeit) erworben worden sein muss.

#### **4.7 Leistungsnachweise – Leistungspunkte**

Die Wahl der Prüfungsform hat nicht nur großen Einfluss auf die Studierbarkeit eines Studiengangs, sondern stellt auch ein Instrument zur Gewährleistung der mit dem Studiengang beabsichtigten Gesamtqualifikation dar. Die Breite der im Informatikstudium zu erwerbenden Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen erfordert eine Breite an Prüfungsformen. Zur adäquaten Überprüfung können neben den traditionellen Klausuren auch andere Prüfungsformen, wie Projektarbeiten, mündliche Prüfungen, Seminararbeiten, Präsentationen, Portfolios eingesetzt werden. Die Prüfungsform eines Moduls muss sich an dem im Modul vorgesehenen Kompetenzerwerb orientieren.

Bei der Wahl der Prüfungsform und der Gestaltung der Prüfungsordnung sind folgende Punkte zu beachten:

- Neben abrufbarem Faktenwissen soll auch die Beherrschung informatischer Arbeits- und Verfahrensweisen und die ihnen zugrunde liegenden Erkenntnisse, Methoden und Denkstrukturen überprüft werden.
- Die Beherrschung fachspezifischer Methoden und die darauf aufbauenden Vorgehensweisen sind auch durch mündliche Prüfungen und andere mündliche Prüfungselemente wie zum Beispiel Präsentationen oder Kolloquien zu überprüfen. Für diese Prüfungsformen bieten sich Veranstaltungen mit einer geringen Teilnehmerzahl an. Falls Module dem Erwerb mehrerer Kompetenzen dienen, kann eine Kombination verschiedener Prüfungsformen sinnvoll sein.
- In den profilgebenden Modulen des Studiengangs sollen die Prüfungen die Handlungsfähigkeit der oder des Studierenden in den Kontexten dieser Module nachweisen. Statt reiner Wissensabfragen sind adäquate Prüfungsformen zu wählen.
- Die Prüfungsbelastung der Studierenden soll in jedem Semester angemessen sein. Folgende Maßnahmen können dazu beitragen:
  - Nicht mehr als eine Prüfung pro Modul.
  - Nutzung von semesterbegleitenden Prüfungsformen zur Minderung der Prüfungsbelastung am Semesterende und für frühes Feedback an Studierende.

- Unterschiedliche Gewichtung der Noten. Zum Beispiel können die Module des ersten Studienjahres geringer in die Gesamtnote eingehen.
- Modulprüfungen ohne Note.
- Abschluss mehrerer Module aus einem Semester mit einer Prüfung.

Zur Systematik, Konzeption und Ausgestaltung von Prüfungen und ihrer Beschreibung in Prüfungsordnungen sei auf [KMK2010], [KMK2011] und [ASIIN2012] verwiesen.

#### **4.8 Weiterbildung und lebenslanges Lernen**

##### **Weiterbildung an Hochschulen**

Die Aufgaben „grundständige Ausbildung von Studierenden“ und „Weiterbildung“ stellen bezüglich der Inhalte, der Organisation und der benötigten Ressourcen sehr unterschiedliche Anforderungen an Hochschulen. Grundständige Bachelor-Master-Studiengangsstrukturen in Präsenzform können meist nicht unmittelbar für Weiterbildungszwecke genutzt werden. Die GI hat sich zum Thema Weiterbildung in Informatik-Studiengängen schon im Jahre 2006 umfassend geäußert [GI2006].

Soweit für die individuelle Weiterbildung Lehrangebote wahrgenommen werden, die an Hochschulen ohnehin angeboten werden, bedeutet dies lediglich eine erhöhte Belastung durch zusätzliche Studierende im normalen Studienbetrieb. Weiterbildungsstudierende streben aber nicht notwendigerweise einen Abschluss an. Dadurch verzerren sie Bewertungen von Studiengängen und Hochschulen, die oft auf der Anzahl der Absolventinnen und Absolventen – in Relation zu Teilnehmerinnen und Teilnehmern an einem Studiengang – basieren. Belastungen durch Weiterbildung müssen daher bei Bewertungen und Ressourcenzuweisungen gesondert berücksichtigt werden.

Falls die Weiterbildung im Rahmen vorhandener Präsenz-Studiengänge geschieht, so ist berufs begleitend in den meisten Fällen nur ein Teilzeit-Studium möglich. Dies erfordert Flexibilität in den Prüfungs- und Studienordnungen sowie bei der zeitlichen Verzahnung einzelner Lehrveranstaltungen, so dass auch für Teilzeitstudierende ein sinnvoller Studienplan erstellt werden kann. Eine besondere Rolle spielen in diesem Zusammenhang Fern- und Online-Studiengänge, da die hierbei gewährleistete weitgehende Unabhängigkeit von Ort und Zeit ein berufsbegleitendes Studium unterstützt. Präsenzangebote können durch E-Learning-Module für Berufstätige besser studierbar gestaltet werden.

Wesentlich schwieriger ist es für die Hochschulen, spezifische Studiengänge *für die Weiterbildung* zusätzlich anzubieten [BMBF2011b]. Solche Angebote erfordern zusätzliche Ressourcen, die von den Weiterbildungs-Interessierten oder dem Staat bereitgestellt werden müssen (vgl. Angebotsform 3).

##### **Angebotsformen**

Die nachfolgende Aufstellung bietet für das Fachgebiet Informatik einen Überblick über die derzeitigen Weiterbildungs-Möglichkeiten an Hochschulen:

*1. Absolvieren eines Bachelor- oder Master-Studiums neben einer Berufstätigkeit in Form eines Fern- oder Online-Studiengangs, häufig in Teilzeit:*

Sofern es sich hierbei um grundständige Studiengänge handelt, gelten die hier vorliegenden Empfehlungen für Teilzeit- wie für Vollzeitstudiengänge, unabhängig davon, inwieweit die Lehre durch Präsenzveranstaltungen, durch gedrucktes Lehrmaterial oder durch Verwendung Internet-basierter Medien durchgeführt wird. Es ist darauf zu achten, dass Defizite im Vergleich zur Präsenzlehre bei derartigen Studiengängen angemessen ausgeglichen werden. Beispiele dafür sind besondere Betreuungskonzepte für Fernstudentinnen und Fernstudenten sowie effektive Präsenzphasen, in denen kommunikative Aspekte des Lernstoffes im Vordergrund stehen.

*2. Weiterbildung von Studierenden mit einschlägiger Vorbildung, die in einem Studiengang nach 1. studieren wollen:*

Dies wird im Allgemeinen durch Anerkennung von Studienleistungen und von praktischen Kompetenzen realisiert. Hier ist zu fordern, dass diese Anerkennungspraxis überall vergleichbar durchgeführt wird. Praktische Erfahrungen ersetzen keine theoretischen Kenntnisse, ebenso wenig umgekehrt. Gleichwertigkeit ist nicht über Inhaltsgleichheit, sondern über die erworbenen Kompetenzen zu definieren (siehe unten im Abschnitt Durchlässigkeit).

Dabei geht es nicht allein um die Kompetenzen, die in einzelnen Modulen erworben werden, sondern um die Kompetenzen, die der Studiengang insgesamt vermittelt.

*3. Weiterbildungs-Master-Studiengänge für Berufstätige, die bereits einen einschlägigen Abschluss haben und über Berufserfahrung verfügen:*

Die GI begrüßt es, wenn die Hochschulen spezielle Weiterbildungsangebote für Berufstätige bereitstellen. Damit derartige Angebote für IT-Beschäftigte hinreichend attraktiv sind und berufsbeleitend absolviert werden können, müssen diese zu besonderen Zeiten (abends, am Wochenende), an anderen Orten oder in anderen organisatorischen Formen (z.B. Blockunterricht) angeboten werden. Typischerweise werden für solche Studiengänge kostendeckende Studiengebühren erhoben.

Falls bei der Studiengangsbezeichnung oder beim Abschlussgrad „Informatik“ oder „Computer Science“ (auch als Teil längerer Bezeichnungen) verwendet wird, müssen an derartige Master-Studiengänge dieselben Ansprüche wie an vertiefende konsekutive Master-Angebote der jeweiligen Hochschule gestellt werden. Insbesondere gelten für diese Master-Studiengänge die hier formulierten Empfehlungen gleichermaßen. Ein wesentliches Element bei der Vergleichbarkeit dieser Studiengänge mit vertiefenden konsekutiven Master-Studiengängen stellt die tatsächliche Arbeitsbelastung (Workload) dar. Diese darf sich nicht von der Workload vertiefender konsekutiver Master-Studiengänge unterscheiden, wenn auch Vorkenntnisse aus der aktuellen Berufstätigkeit eine gewisse Reduzierung ermöglichen. Die Informatik muss in derartigen Studiengängen genauso wie bei vertiefenden konsekutiven Master-Studiengängen in ihrer Breite und als wissenschaftliches Fach kennengelernt werden. Eine Beschränkung auf ausschließlich praktische Kompetenzen darf nicht stattfinden.

Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, muss ein solches Master-Angebot auf Bezeichnungen wie Informatik bzw. Computer Science verzichten.

#### *4. Spezielle Weiterbildungsangebote, die mit Partnern aus der Wirtschaft abgestimmt sind:*

Hierzu werden keine inhaltlichen Empfehlungen gegeben, da diese Angebote von den Anforderungen der Partner in der Wirtschaft abhängen. Üblicherweise werden derartige Angebote von den Studierenden oder den Partnern aus der Wirtschaft finanziert.

### **Duale Studiengänge**

Duale akademische Bildungsprogramme sind nicht der Weiterbildung zuzurechnen. Da das Zusammentreffen von in der Praxis erworbenen Kompetenzen und Hochschulausbildung aber enge Parallelen zu den oben genannten Weiterbildungsszenarien aufweist, sind viele der genannten Empfehlungen übertragbar. Insbesondere ist zu fordern, dass die Kompetenzen der Absolventinnen und Absolventen in keinem Bereich hinter den Kompetenzen von Absolventinnen und Absolventen mit demselben akademischen Abschluss zurückstehen dürfen, also z.B. die Beherrschung theoretischer Konzepte nicht allein durch praktische Erfahrungen substituiert werden kann. Dazu muss gewährleistet sein, dass der berufspraktische Anteil eines dualen Studiums eng mit dem wissenschaftlichen Teil verzahnt ist. Nur dann kann ein nennenswerter Anteil akademischer Veranstaltungen durch praktische Arbeit in den kooperierenden Firmen ersetzt werden.

### **Durchlässigkeit und Verzahnung der Bildungsbereiche**

Die Politik fordert eine stärkere Berücksichtigung und Anerkennung von in Ausbildungsberufen und in der beruflichen Praxis erworbenen Kompetenzen und Leistungen auf ein Hochschulstudium (siehe auch [BMBF2011a]), um die Durchlässigkeit zwischen den Bildungsebenen zu fördern. Die Hochschulgesetze der Länder sehen eine Anerkennung von außerhalb der Hochschulen erworbenen Leistungen bis zu 50% der notwendigen Leistungspunkte vor.

Grundsätzlich schließt sich die GI der Forderung (und Förderung) besserer Durchlässigkeit zwischen den Bildungsebenen an. Sie bietet die Chance auf zusätzliche und dringend benötigte Informatikinnen und Informatiker auf allen Ebenen. So soll einerseits zum Beispiel einer Fachinformatikerin oder einem Fachinformatiker, die bzw. der sich nach der Ausbildung für eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Fach Informatik interessiert, der Schritt an die Hochschule erleichtert werden. Umgekehrt soll aber auch die Studienabbrecherin oder der Studienabbrecher durch Anerkennung seiner bisherigen Studienleistungen in einem Informatikberuf gehalten werden.

Um die Durchlässigkeit zu fördern, müssen die Qualitätssicherungsmaßnahmen in den unterschiedlichen Ausbildungssystemen soweit angepasst werden, dass ein allgemeines Vertrauen in die Qualitätsstandards des jeweils anderen Bildungssystems entstehen kann.

Eine Grundvoraussetzung für die jeweilige Anerkennungspraxis ist die Formulierung der jeweils erworbenen Kompetenzen wie – seit der Bologna Reform – an Hochschulen üblich.

Die GI empfiehlt die von der KMK [KMK2008] beschlossenen Richtlinien zur Anerkennung von außerhalb des Hochschulwesens erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten auf ein Studium zu verwenden und keine automatischen Anerkennungen bzw. Anrechnungen vorzunehmen. Bei der Entscheidung über Anrechnungen sollte es nicht nur darum gehen, erworbene Kompetenzen einzelner Module bzw. anderer Lernabschnitte auf Deckungsgleichheit zu überprüfen. Vielmehr ist auch zu prüfen, ob durch Substitution von Qualifikationen einzelner Elemente der Kompetenzerwerb in größeren Ausbildungsabschnitten erhalten bleibt.



## 5 Qualitätssicherung

Bewertung und Sicherung der Ausgestaltung und damit der Qualität eines Studienganges ist eine wichtige und kontinuierliche Aufgabe im Studienbetrieb.

Die KMK hat in ihrem Beschluss vom 22.09.2005 [KMK2005] Kernelemente nachhaltiger Qualitätssicherung in der Lehre angegeben. Auf europäischer Ebene liegen Standards und Richtlinien zur Qualitätssicherung an Hochschulen im europäischen Bildungsraum [ENQA2009] vor. Diesen Standards und Richtlinien möchte die GI folgende Ergänzungen hinzufügen.

In eine Qualitätsbewertung geht einerseits das Profil eines Studiengangs ein, das sich durch die Abdeckung der in diesen Empfehlungen formulierten Kompetenzen und durch zusätzliche Kompetenzen der Absolventinnen und Absolventen konstituiert, aber auch Wahl- und Vertiefungsmöglichkeiten während des Studiums. Ein komplementärer Qualitätsaspekt ist der Erfüllungsgrad: besitzen die Absolventinnen und Absolventen tatsächlich die im Profil formulierten Kompetenzen?

Ein weiterer, mit dem Erfüllungsgrad zusammenhängender Aspekt ist die Qualität der Studienbedingungen. Diese wird im Rahmen der Qualitätssicherung durch in den Hochschulen institutionalisierte Evaluationen adressiert. Sie umfassen die regelmäßige Evaluation von Lehrveranstaltungen sowie der organisatorischen Rahmenbedingungen (Räume, Stundenpläne, Ausstattungen, Verfügbarkeiten von Prüfungsamt und Professorinnen/Professoren, etc.). Verbesserungen der Studienbedingungen führen zu einer Erhöhung des Studienerfolgs. Auf Modulebene kann dieser durch regelmäßige Befragungen der Studierenden mittels Fragebogen, regelmäßigen Runden Tischen mit Studierenden, etc. evaluiert werden, auf Studiengangsebene erfordert die Qualitätssicherung eine regelmäßige Auswertung von Studierendendaten in den Prüfungsordnungssystemen. Dabei darf es nicht bei der Erfassung des Istzustandes bleiben. Es müssen Maßnahmen zur Verbesserung angestoßen und später deren Wirksamkeit evaluiert werden. Alle Beteiligten sollen bei der Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen und der nachfolgenden Evaluation mit einbezogen werden.

Die schnelle Weiterentwicklung der Informatik und des beruflichen Umfeldes der Informatik macht eine ständige Anpassung der Curricula der Informatikstudiengänge erforderlich. Um diese Notwendigkeit zu erkennen und umzusetzen, sind eine Verzahnung der Lehre mit der Forschung und eine intensive Pflege der Beziehungen zu Industrie und Wirtschaft wichtig.

Für die Qualitätssicherung eines Studiengangsprofils sollte die Berufsbefähigung der Absolventinnen und Absolventen eine besondere Rolle spielen. Ein wichtiges Element ist hierbei die Einbeziehung der Alumni. Regelmäßige Befragungen der Alumni zu ihrer Berufsbefähigung und ihrer beruflichen Entwicklung und die Pflege der Kontakte der Alumni zu ihrer alten Hochschule werden empfohlen.

Qualitätssicherung kann auf unterschiedliche Weise umgesetzt werden. Eine kontinuierliche Qualitätsverbesserung kann nicht allein von außen gesteuert und verordnet, sondern muss von einer nachhaltigen Motivation der Lernenden und Lehrenden getragen werden. Diese erfordert Freiräume zur Gestaltung und Fortentwicklung von Studium und Lehre, die von den beteiligten Fachbereichen bzw. Fakultäten gewährleistet werden muss [HRK2012].

## 6 Der Arbeitskreis

Der Arbeitskreis „Neue Empfehlungen für Bachelor- und Master-Programme im Studienfach Informatik“ der Fachgruppe Informatik in Studiengängen an Hochschulen (ISH) im Fachbereich Informatik und Ausbildung / Didaktik der Informatik (IAD) der GI hat die vorliegenden Empfehlungen



als Fortschreibung der bisherigen Empfehlungen im Verlauf der letzten sechs Jahre erstellt. Die Fortschreibung ist in Abstimmung mit dem Fakultätentag Informatik und dem Fachbereichstag Informatik erfolgt.

Der Arbeitskreis besteht aus den Herren Jörg Desel, Hagen; Egbert Falkenberg, Frankfurt; Peter Forbrig (stlv. Sprecher), Rostock; Uwe Kastens, Paderborn; Jochen Koubek, Bayreuth; Johannes Magenheimer, Paderborn; Günter Siegel, Berlin; Karsten Weicker, Leipzig; Olaf Zukunft (Sprecher), Hamburg.

Die Leitungsgremien der Fachgruppe ISH und des Fachbereichs IAD haben in ihren Sitzungen am 15.6.2015 und 17.12.2015 den Entwurf jeweils einstimmig beschlossen. Das Präsidium der GI hat die Empfehlungen am 1.7.2016 einstimmig verabschiedet.

## **Literaturhinweise**

[ACM2013] The Joint Task Force on Computing Curricula Association for Computing Machinery (ACM) IEEE Computer Society: Computer Science Curricula 2013.

[Anderson2001] Anderson, L.W.; Krathwohl, D.: A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Addison Wesley. 2001.

[ASIIN2012] ASIIN e.V.: Allgemeine Kriterien für die Akkreditierung von Studiengängen in der Fassung vom 28.06.2012.

[BMBF2011a] BMBF: Konzeption für das Lernen im Lebenslauf  
<http://www.bmbf.de/de/lebenslangeslernen.php>. 2011.

[BMBF2011b] BMBF: Aufstieg durch Bildung Die Qualifizierungsinitiative für Deutschland  
<http://www.bmbf.de/de/12042.php>. 2011.

[Bröker2014] Bröker, K.; Kastens, U.; Magenheimer, J. : Competences of Undergraduate Computer Science Students. In: KEYCIT 2014 – Key Competencies in Informatics and ICT. Potsdam. 2014.

[ENQA2009] European Association for Quality Assurance in Higher Education: Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area, 3rd Edition. 2009.

[FT2009] Fakultätentag Informatik: Weiterbildung in der Informatik – die Stellung der Universitäten. 2009.

[GI1999] Stärkung der Anwendungsorientierung in Diplom-Studiengängen der Informatik an Universitäten. Informatikspektrum. Band 22, Heft 6, 1999.

[GI2005] GI e.V.: Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen. Dezember 2005.

[GI2006] GI: Positionspapier der Ges. für Informatik e.V. (GI) zur IT Aus- und Weiterbildung. 2006.

[GI2011] GI e.V.: Curriculum für Bachelor- und Masterstudiengänge Technische Informatik. 2011.



[HRK2012] HRK: Zur Weiterentwicklung des Akkreditierungssystems – Gestaltung des Institutionellen Qualitätsaudits. 24.4.2012.

[KMK2005] Kultusministerkonferenz: Qualitätssicherung in der Lehre. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 22.09.2005.

[KMK2008] Kultusministerkonferenz: Anrechnung von außerhalb des Hochschulwesens erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten auf ein Hochschulstudium, Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) vom 18.09.2008.

[KMK2010] Kultusministerkonferenz: Ländergemeinsame Strukturvorgaben für die Akkreditierung von Bachelor und Masterstudiengängen vom 10.10.2003 in der Fassung vom 04.02.2010.

[KMK2011] Kultusministerkonferenz: Auslegungshinweise zu den Ländergemeinsamen Strukturvorgaben für die Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen, Handreichung des Hochschulausschusses der Kultusministerkonferenz vom 25.03.2011.

[LBSS+2013] Linck, B.; Ohrndorf, L. ; Schubert, S. ; Stechert, P. ; Magenheimer, J. ; Nelles, W. ; Neugebauer, J. ; Schaper, N.: Competence model for informatics modelling and system comprehension. Proceedings of the 4th global engineering education conference, IEEE EDUCON 2013 (pp. 85-93). Berlin, Germany, 2013.

[ManKrau2001] Mandl, H.; Krause, U.-M.: Lernkompetenz für die Wissensgesellschaft (Forschungsbericht Nr. 145). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie. München 2001.

[SchM2011] Schulmeister, R.; Metzger, Ch. (Hrsg.): Die Workload im Bachelor. Zeitbudget und Studieverhalten. Waxmann: Münster 2011.

[StifterV2010] "Stifterverband: Hochschulen bieten zu wenig Teilzeitstudiengänge an". Pressemitteilung des Stifterverbands vom 29. Dezember 2010.

[Weinert2001] Weinert, F. E.: Leistungsmessung in Schulen - Eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert, F. E. (Hrsg.): Leistungsmessung in Schulen. Weinheim u. Basel. 2001.

## **Anhang 1: Beispielhafte Umsetzung der Empfehlungen**

Die Empfehlungen können auf unterschiedliche Art umgesetzt werden. Im Folgenden werden drei existierende, unterschiedliche Typ-1-Studiengänge vorgestellt, die mit den Empfehlungen kompatibel sind.

**Tabelle 3: Modulliste des ersten Beispielstudiengangs (Typ 1)**

Modulbezeichnung	LP	Semester	Kategorie	Bemerkung
Grundlagen der Mathematik	6	1	Mathematisch/ naturwissenschaftlich-technische-Grundlagen	
Programmiertechnik	6	1	Informatik	
Programmierungsmethodik 1	6	1	Informatik	
Grundlagen der Informatik	6	1	Informatik	
BWL1	6	1	Fachübergreifend+überfachlich	
Logik und Berechenbarkeit	6	2	Mathematisch/ naturwissenschaftlich-technische-Grundlagen	
Programmierungsmethodik 2	6	2	Informatik	
Datenbanken	6	2	Informatik	
Rechnerstrukturen und maschinennahe Programmierung	6	2	Informatik	
Automatentheorie und formale Sprachen	6	2	Informatik	
Algorithmen und Datenstrukturen	6	3	Informatik	
Software Engineering 1	6	3	Informatik	
Betriebssysteme	6	3	Informatik	
Graphentheorie	6	3	Mathematisch/ naturwissenschaftlich-technische-Grundlagen	
BWL 2	6	3	Fachübergreifend+überfachlich	
Software Engineering 2	6	4	Informatik	
Rechnernetze	6	4	Informatik	
Intelligente Systeme	6	4	Informatik	
Gesellschaftswissenschaftliche Fächer 1+2	6	4	Fachübergreifend+überfachlich	
Wahlpflichtfach 1	6	4	Informatik	

Verteile Systeme	6	5	Informatik	
Projekt	9	5	Informatik	Auch fachübergreifende und überfachliche Kompetenzen
IT-Sicherheit	6	5	Informatik	
Seminar	3	5	Informatik	Auch fachübergreifende und überfachliche Kompetenzen
Architektur von Informationssystemen	6	5	Informatik	
Wahlpflichtfach 2	6	5	Informatik	
Bachelorarbeit inkl. Begleitseminar	15	6	BA	
Wahlpflichtfach 3	6	6	Informatik	
Gesellschaftswissenschaftliche Fächer 3	3	6	Fachübergreifend+überfachlich	

Die Abbildung der Kompetenzfelder dieser Empfehlungen und den Modulen dieses Studiengangs kann folgender Tabelle entnommen werden.

**Tabelle 4: Inhaltsbereiche und Module des ersten Beispielstudiengangs**

Inhaltsbereich der GI-Empfehlungen	Zuordnung von Modulen aus Beispielcurriculum	LP	Bemerkung
Diskrete Strukturen, Logik und Algebra	Logik und Berechenbarkeit, Grundlagen der Mathematik, Graphentheorie	7	
Analysis und Numerik	Grundlagen der Mathematik	3	nicht alle Kompetenzen im Modul vermittelt
Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	Grundlagen der Mathematik	3	nicht alle Kompetenzen im Modul vermittelt
Algorithmen und Datenstrukturen	Algorithmen und Datenstrukturen	6	
Datenbanken und Informationssysteme	Datenbanken	6	
Software Engineering	Software Engineering 1 + 2	9	
Mensch-Computer-Interaktion	Software Engineering 2, Programmierung 2	5	

Programmiersprachen und -methodik	Programmiermethodik 1 + 2, Programmiertechnik	16	
Digitaltechnik und Rechnerorganisation	Rechnerstrukturen und maschinennahe Programmierung	6	
Betriebssysteme	Betriebssysteme	6	
Rechnernetze und Verteilte Systeme	Rechnernetze und Verteile Systeme	12	
Formale Sprachen und Automaten	Automatentheorie und formale Sprachen	6	
Informatik als Disziplin	Grundlagen der Informatik, Seminar	4	
Modellierung	Grundlagen der Informatik, Software Engineering 1+2+3, Architektur, Datenbanken,	5	
Informatik und Gesellschaft	BWL1+2, Software Engineering 1+2, Gesellschaftswissenschaftliche Fächer	6	
Projekt und Teamkompetenz	Projekt, Gesellschaftswissenschaften	12	
IT-Sicherheit	IT-Sicherheit	6	
Zusätzlich			
	Seminar	3	
	Bachelorarbeit	15	
	Wahlpflichtfächer 1+2+3	18	
	BWL1+2	8	Profilbildend
	Architektur von Informationssystemen	6	Profilbildend
	Intelligente Systeme	6	Profilbildend
	Graphentheorie	6	Zusätzliche Kompetenzen

Wie für jeden Studiengang werden auch hier neben der Vermittlung der in Abschnitt 2.2 beschriebenen Kompetenzen zusätzlich eine Bachelorarbeit angefertigt, ein Seminar durchgeführt sowie zusätzliche Wahlpflichtfächer in das Curriculum integriert. Zusätzliche Kompetenzen werden im Bereich

der Graphentheorie erworben, während Analysis und Numerik weniger ausgeprägt sind als in den Empfehlungen enthalten. Zwei zusätzliche Pflichtmodule (Architektur von Informationssystemen und Intelligente Systeme) ergänzen das spezifische Profil dieses Studiengangs.

**Tabelle 5: Modulliste des zweiten Beispielstudiengangs (Typ 1)**

<b>Modulbezeichnung</b>	<b>LP</b>	<b>Semester</b>	<b>Kategorie</b>	<b>Bemerkung</b>
Programmiertechnik (Grundlagen der Programmierung 1, 2, Grundlagen der Programmiersprachen)	8+4+4	1, 2	Informatik	
Modellierung	10	1	Informatik und Mathematisch/ naturwissenschaftlich-technische-Grundlagen	(c)
Analysis	8	1	Mathematisch/ naturwissenschaftlich-technische-Grundlagen	
Datenstrukturen und Algorithmen	8	2	Informatik	
Grundlagen der Technischen Informatik und Rechnerarchitektur	5+5	2, 3	Informatik	
Lineare Algebra	8	2	Mathematisch/ naturwissenschaftlich-technische-Grundlagen	
Softwaretechnik (Softwareentwurf, Softwaretechnikpraktikum)	4+10	3	Informatik	
Einführung in Berechenbarkeit, Komplexität und formale Sprachen	8	3	Informatik	
Stochastik	6	3	Mathematisch/ naturwissenschaftlich-technische-Grundlagen	
Datenbanken-Grundlagen	4	4	Informatik	
Konzepte und Methoden der Systemsoftware	8	4	Informatik	
Grundlagen der Mensch-Maschine-	4	4	Informatik	

Wechselwirkung				
Softwaretechnik und Informationssysteme	8	5, 6	Informatik	(b)
Modelle und Algorithmen	8	5, 6	Informatik	(b)
Mensch-Maschine-Wechselwirkung	8	5, 6	Informatik	(b)
Eingebettete Systeme und Systemsoftware	8	5, 6	Informatik	(b)
Schlüsselkompetenzen (Proseminar, Mentoring)	4	5, 6	Fachübergreifend+überfachlich	
Nebenfach	z.B.20	1 - 6	Fachübergreifend+überfachlich	(a)
Studium Generale	z.B. 5	1 - 6	Fachübergreifend+überfachlich	(a)
Bachelorarbeit inkl. Arbeitsplanung	15	6	Bachelorarbeit	

- Studierende belegen für das Nebenfach und das Studium Generale insgesamt 25 LP. Je nach Nebenfach entfallen auf dieses 18 bis 22 LP.
- Im zweiten Studienabschnitt werden aus den vier in der Tabelle angegebenen Modulen je zwei Wahlpflichtveranstaltungen absolviert.
- Im Modul Modellierung werden auch Themen behandelt, die den „Mathematischen Grundlagen“ zugerechnet werden können.

Die Abbildung der Kompetenzfelder dieser Empfehlungen auf die Module dieses Studiengangs kann folgender Tabelle entnommen werden.

**Tabelle 6: Inhaltsbereiche und Module des zweiten Beispielstudiengangs**

Inhaltsbereich der GI-Empfehlungen	Zuordnung von Modulen aus Beispielcurriculum	LP	Bemerkung
Algorithmen und Datenstrukturen	Datenstrukturen und Algorithmen, Modelle und Algorithmen	8, 8	
Analysis und Numerik	Analysis	8	
Betriebssysteme	Konzepte und Methoden der Systemsoftware, Eingebettete Systeme und Systemsoftware	8, 8	
Datenbanken und Informationssysteme	Datenbanken-Grundlagen, Softwaretechnik und In-	4, 8	(a)

	formationssysteme		
Digitaltechnik und Rechnerorganisation	Grundlagen der technischen Informatik und Rechnerarchitektur	10	
Diskrete Strukturen, Algebra und Logik	Lineare Algebra, Modellierung (daraus: Graphentheorie, Modellieren, Logik)	8	(a)
Informatik als Disziplin			(b)
Formale Sprachen und Automaten	Einführung in Berechenbarkeit, Komplexität und formale Sprachen	8	
Informatik und Gesellschaft	Grundlagen der Mensch-Maschine-Wechselwirkung, Mensch-Maschine-Wechselwirkung		(a, c)
IT-Sicherheit	Softwareentwurf, Konzepte und Methoden der Systemsoftware, Einführung in die Kryptographie, Eingebettete Systeme und Systemsoftware		(a, c)
Mensch-Computer-Interaktion	Grundlagen der Mensch-Maschine-Wechselwirkung, Mensch-Maschine-Wechselwirkung	4, 8	
Modellierung	Modellierung, Modelle und Algorithmen	10	
Programmiersprachen und -methodik	Programmiertechnik (GP 1, 2, GPS)	16	
Projekt- und Teamkompetenz	Softwaretechnik Praktikum, Schlüsselkompetenzen		(a)
Rechnernetze und Verteilte Systeme	Eingebettete Systeme und Systemsoftware	8	
Software Engineering	Softwaretechnik (Software Entwurf, Softwaretechnik Praktikum), Softwaretechnik u. Informationssysteme	4, 10, 8	
Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	Stochastik	6	
Zusätzlich			
	Wahlpflichtveranstaltungen		(d)
	Schlüsselkompetenzen (Proseminar, Mentoring)	4	
	Bachelorarbeit	15	

- a. Die LP von Modulen, die zu mehreren Kompetenzfeldern beitragen (z. B. Modellierung), werden nur an einer Stelle angegeben.
- b. Kompetenzen zu „Informatik als Disziplin“ werden in den grundlegenden Veranstaltungen der Informatikgebiete vermittelt.
- c. Kompetenzen zu „Informatik und Gesellschaft“ und „IT-Sicherheit“ werden hauptsächlich in den in der Tabelle genannten Modulen vermittelt.
- d. Die Wahlpflichtveranstaltungen der Module des zweiten Studienabschnitts vertiefen ausgewählte Kompetenzfelder der vier Gebiete besonders und dienen so zur Profilbildung.

**Tabelle 7: Modulliste des dritten Beispielstudiengangs (Typ 1)**

Modulbezeichnung	LP	Semester	Kategorie	Bemerkung
Einführung in Informatik 1	6	1	Informatik	
Einführung in Rechnerarchitektur	8	1	Informatik	
Diskrete Strukturen	8	1	Mathematisch/ naturwissenschaftlich-technische-Grundlagen	
Praktikum Grundlagen der Programmierung	6	1	Informatik	
Überfachliche Grundlagen	9	1-4	Fachübergreifend+überfachlich	
Einführung in Softwaretechnik	6	2	Informatik	
Grundlagen: Algorithmen und Datenstrukturen	6	2	Informatik	
Lineare Algebra für Informatiker	8	2	Mathematisch/ naturwissenschaftlich-technische-Grundlagen	
Rechnerarchitektur Praktikum	8	2	Informatik	
Anwendungsfach	21	3-6	Fachübergreifend+überfachlich	
Grundlagen: Datenbanken	6	3	Informatik	
Grundlagen: Betriebssysteme und System-	6	3	Informatik	



software				
Analysis für Informatiker	8	3	Mathematisch/ naturwissenschaftlich-technische-Grundlagen	
Einführung in die Informatik 2	5	3	Informatik	
Grundlagen: Rechnernetze und Verteilte Systeme	6	4	Informatik	
Einführung in die Theoretische Informatik	8	4	Informatik	
Diskrete Wahrscheinlichkeitstheorie	6	4	Mathematisch/ naturwissenschaftlich-technische-Grundlagen	
Proseminar	4	4	Informatik	Auch fachübergreifende und überfachliche Kompetenzen
Wahlpflichtvorlesung 1	5	5	Informatik	
Numerisches Programmieren	6	5	Mathematisch/ naturwissenschaftlich-technische-Grundlagen	
Bachelor Praktikum	10	5	Informatik	Auch fachübergreifende und überfachliche Kompetenzen
Wahlpflichtvorlesung 2	5	6	Informatik	
Seminar	4	6	Informatik	Auch fachübergreifende und überfachliche Kompetenzen
Bachelorarbeit inkl. Begleitseminar	15	6	BA	

Die Abbildung der Kompetenzfelder dieser Empfehlungen und den Modulen dieses Studiengangs kann folgender Tabelle entnommen werden.

**Tabelle 8: Inhaltsbereiche und Module des dritten Beispielstudiengangs**

Inhaltsbereich der GI-Empfehlungen	Zuordnung von Modulen aus Beispielcurriculum	LP	Bemerkung
Diskrete Strukturen, Logik und Algebra	Diskrete Strukturen, Lineare Algebra	16	Mehr Kompetenzen vermittelt
Analysis und Numerik	Analysis für Informatik, Numerisches Programmieren	14	Mehr Kompetenzen vermittelt
Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	Diskrete Wahrscheinlichkeitstheorie	6	Mehr Kompetenzen vermittelt
Algorithmen und Datenstrukturen	Grundlagen: Algorithmen und Datenstrukturen	6	
Datenbanken und Informationssysteme	Grundlagen Datenbanken	6	(a)
Software Engineering	Einführung in die Softwaretechnik , Bachelor Praktikum	6	
Mensch-Maschine-Interaktion	Einführung in die Informatik 1, Einführung in die Softwaretechnik, Praktikum Grundlagen der Programmierung		nicht alle Kompetenzen vermittelt
Programmiersprachen und -methodik	Einführung in die Informatik 1, Einführung in die Informatik 2, Praktikum Grundlagen der Programmierung	17	
Digitaltechnik und Rechnerorganisation	Einführung in die Rechnerarchitektur, Rechnerarchitektur-Praktikum	16	
Betriebssysteme	Grundlagen: Betriebssysteme und Systemsoftware	6	
Rechnernetze und Verteilte Systeme	Grundlagen: Rechnernetze und Verteile Systeme	6	
Formale Sprachen und Automaten	Einführung in die Informatik 1, Einführung in die Theoretische Informatik	8	
Informatik als Disziplin	Als Querschnittsthema verteilt: Einführung in die Rechnerarchitektur, Einführung in die Informatik1+2, Einführung in die Theoretische Informatik, Proseminar		

	und Seminar, Anwendungsfach, Einführung in die Softwaretechnik, Wahlpflicht		
Modellierung	Einführung in die Informatik1, Einführung in die Softwaretechnik, Grundlagen: Datenbanken, Einführung in die Theoretische Informatik		
Informatik und Gesellschaft	Überfachliche Grundlagen	9	Je nach Wahl des/der Studierenden eventuell nicht alle Kompetenzen vermittelt
Projekt und Teamkompetenz	Einführung in die Softwaretechnik, Bachelor-Praktikum,	10	
IT-Sicherheit	Grundlagen: Rechnernetze und Verteilte Systeme, Grundlagen: Betriebssysteme und Systemsoftware, Grundlagen: Datenbanken		nicht alle Kompetenzen vermittelt
Zusätzlich	Anwendungsfach	21	
	Seminar, Proseminar	8	
	Bachelorarbeit	15	
	Wahlpflichtfächer 1+2	10	

(a) Die LP von Modulen, die zu mehreren Kompetenzfeldern beitragen (z. B. Modellierung), werden nur an einer Stelle angegeben

Wie für jeden Studiengang werden auch hier neben der Vermittlung der in Abschnitt 2.2 beschriebenen Kompetenzen zusätzlich eine Bachelorarbeit angefertigt, ein Seminar und ein Proseminar durchgeführt sowie zusätzliche Wahlpflichtfächer in das Curriculum integriert. Zusätzliche Kompetenzen werden im Bereich der mathematischen Grundlagen vermittelt.

## Anhang 2: Beschreibung des genutztes Kompetenzmodells (Reduziertes AKT-Modell)

Im Kapitel 3 dieser Empfehlungen wird eine reduzierte AKT-Matrix verwendet, um Kompetenzen dazustellen, die in Bachelor-Studiengängen in Informatik vermittelt werden sollen. Hier wird beschrieben und begründet, wie und weshalb die Vereinfachung der AKT-Matrix vorgenommen wurde.

Zur kompetenzbasierten Beschreibung von Lehrveranstaltungen, Modulen und Studiengängen wird derzeit die Taxonomie nach [Anderson2001] häufig als Referenzmodell verwendet. Sie wird im Kern durch die sogenannte *AKT-Matrix* (Abbildung 1) beschrieben. Hinzu kommen umfangreiche Erläuterungen und Glossare zu ihrer Verwendung. Die Spalten der Matrix bilden die sechs Stufen der *Kognitiven Prozessdimension*, die Zeilen charakterisieren verschiedene Arten von Wissen (*Wissensdimension*). Für einen Gegenstandsbereich des Lehren und Lernens, z. B. ein Themengebiet aus einem Studiengang werden kurze Beschreibungen von zu erwerbenden themenbezogenen Kompetenzen in die jeweils zutreffenden Zellen der Matrix eingetragen. Zusammengekommen sollen Sie den Kompetenzerwerb für diesen Gegenstandsbereich nach dieser Taxonomie formalisiert charakterisieren.

Die Autoren dieser Empfehlungen haben eine Reihe von Beispielen aus Themengebieten der Bachelor-Studiengänge in Informatik in dieser Methode exemplarisch beschrieben. Dabei haben sie den Eindruck gewonnen, dass es durchaus schwierig ist, den intendierten Kompetenzerwerb treffend zu formulieren und den 24 Feldern der Matrix passend zuzuordnen. Eine genauere Analyse der Probleme insbesondere mit der Zuordnung zu Matrixfeldern ergab, dass man für die spezielle Aufgabe (Beschreibung von Bachelor-Studiengängen in Informatik) Grundsätze formulieren kann, welche zu Vereinfachungen des Beschreibungsrasters führen:

1. Kompetenzen, die nur durch *Erinnern* ohne *Verstehen* charakterisiert werden, kommen in Hochschulstudiengängen für Themengebiete des eigenen Fachs nicht vor. Die Spalte Erinnern kann deshalb für diese Aufgabe gestrichen werden.
2. Am anderen Ende der Prozessdimension kommt das *Erzeugen* neuen Wissens höchstens und nur ansatzweise in Abschlussarbeiten von Bachelor-Studiengängen vor. Sie kann deshalb ungenutzt bleiben, wird aber im Hinblick auf zukünftige Beschreibungen von Master-Studiengängen nicht gestrichen.
3. Die Texte zu einer Stufe der Prozessdimension sollen möglichst zusammenhängend formuliert werden. Auch adressieren sie meist nicht alle Wissensarten dieser Spalte gleichzeitig. Um zu vermeiden, dass solche Texte auf vier Felder verteilt werden oder viele Felder leer bleiben, wurden die vier Zeilen der Wissensarten zu einer Zeile zusammengefasst. Die jeweils adressierten Wissensarten werden dann im Text durch Abkürzungen W1 bis W4 annotiert.
4. Für die Beschreibung von Informatikstudiengängen ist es wichtig, dass Kompetenzen hinsichtlich ihrer Kontextualisierung differenziert charakterisiert werden. Dafür bietet die AKT-Matrix keine spezielle Struktur an. Deshalb ist eine zweite Zeile hinzugefügt worden, um verschiedene Arten von Kontextualisierungen unterschiedlicher Komplexität zu adressieren: in der ersten Zeile ohne Kontextualisierung (K1) und kleine Beispiele (K2), in der zweiten Zeile komplexere Beispiele (K3), interne Projekte (K4), betriebliche Projekte (K5). Im Text werden sie durch annotierte Abkürzungen kenntlich gemacht – wie die Wissensarten in der ersten Zeile der reduzierten Matrix. Für die Stufe Verstehen erscheint uns eine spe-

zielle Aussage zur Kontextualisierung unnötig, da *kleine Beispiele* dafür immer eingesetzt werden, weitergehende Kontextualisierungen schon in die Prozessdimension der Anwendung führen. Für die Stufe Anwenden charakterisiert das untere Feld die Kompetenz zum Übertragen.

5. In Informatikstudiengängen erscheint uns das *Bewerten* als Stufe der Prozessdimension nur in Zusammenhang mit einer Kontextualisierung sinnvoll vorzukommen. Da außerdem das *Analysieren* unabdingbare Voraussetzung für das *Bewerten* ist, kann die Spalte *Bewerten* aufgegeben werden und das untere Feld in der Spalte *Analysieren* für kontextualisierte Bewertungen vorsehen werden. Die Genauigkeit der Beschreibungen wird dadurch nicht beeinträchtigt.
6. In den Feldern dieser reduzierten AKT-Matrix werden Kompetenzen hinsichtlich ihrer themen- und anwendungsbezogenen Kontexte und bezüglich ihrer kognitiven Prozess- und Wissensanteile verortet. Auf diese Weise enthalten die themenbezogenen Einträge dann tatsächlich Kompetenzbeschreibungen und nicht lediglich Lernziele. Die motivationalen und volitionale Aspekte von Kompetenz bleiben bei dieser Klassifikation weitgehend ausgeklammert.

Die so reduzierte AKT-Matrix hat sich nach Meinung der Autoren dieser Empfehlungen zur Beschreibung von Kompetenzen zu Themengebieten von Bachelor-Studiengängen in Informatik durchaus bewährt. Die Vereinfachungen sollten auch die zu Grunde liegende AKT-Methodik bewahrt haben. Für weitere Informationen sei auf [Bröker2014] verwiesen, das eine weiterentwickelte Version des Modells beschreibt.