

# Kompetenzkatalog für Bachelor-Studiengänge der (Bio-)Medizinischen Informatik und des Medizinischen Informationsmanagements

GMDS-Arbeitsgruppe Curricula der Medizinischen Informatik

Version 1.0 (Datum: 10.09.2021)

Ansprechpartner (Sprecher der GMDS-Arbeitsgruppe): Prof. Dr.-Ing. Oliver J. Bott  
(oliver.bott@hs-hannover.de)



Dieses Dokument ist wie folgt zu referenzieren:

Kompetenzkatalog für Bachelor-Studiengänge der (Bio-)Medizinischen Informatik und des Medizinischen Informationsmanagements der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (gmds). Version 1.0 vom September 2021. Abrufbar unter: <https://www.gmds.de/index.php?id=1142>.

## Vorwort

Die Digitalisierung im Gesundheitswesen leistet einen wesentlichen Wertbeitrag für die medizinische Versorgung, Forschung und Ausbildung. Das korrespondierende Fachgebiet ist die Medizinische Informatik, deren Ziel die Verbesserung von Struktur, Prozess und Ergebnis der Gesundheitsversorgung und der medizinischen Forschung mittels moderner Methoden und Werkzeuge der Informationstechnologie ist. Die Wurzeln dieses Faches in Deutschland liegen schon vor über 50 Jahren, als P.L. Reichertz 1969 den Begriff auch in Deutschland eingeführt und früh auf den Nutzen des Einsatzes der Informatik im Gesundheitswesen und speziell auch für medizinische Zwecke hingewiesen hat. Die Medizinische Informatik als anwendungsorientiertes Informatikfach wird so seit vielen Jahrzehnten von der wissenschaftlichen Fachgesellschaft GMDS vertreten und weiterentwickelt.

Heute gibt es nun eine fast unüberschaubare Anzahl von Anwendungen. Der Aufbau der nationalen Telematikinfrastruktur mit vielen gesetzlich geregelten Anwendungen, die Anforderungen an den IT-Einsatz im Krankenhaus auf Basis des Krankenhauszukunftsgesetzes, die vielfältigen medizinisch-technischen Lösungen aber auch das vielfältige Angebot und die Möglichkeiten von Lösungen außerhalb gesetzlicher Rahmenseetzungen ist schier unüberschaubar geworden.

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die weitere Digitalisierung im Gesundheitswesen und die Entstehung sachgerechter praktikabler Lösungen ist die Verfügbarkeit von interdisziplinär ausgebildeten Fachkräften, die sowohl die Spezifika des Gesundheitswesens, grundlegende medizinische Aspekte und umfangreich Methoden und Werkzeuge der Informatik kennen. Die derzeitige Situation ist von einem großen Fachkräftebedarf gekennzeichnet mit zunehmender Tendenz.

Mit Blick auf die vielfältigen Studienangebote aber auch als Orientierungshilfe für die Arbeitgeber hat die interdisziplinär besetzte Arbeitsgruppe der GMDS „Curricula der Medizinischen Informatik“ in einem mehrjährigem Projekt den vorliegenden Kompetenzkatalog für das Berufsbild mit seinen Facetten erstellt, anhand dessen einerseits Bachelor-Studiengänge verglichen, aber auch entwickelt werden können, der andererseits aber auch Arbeitgebern eine Orientierung gibt z.B. für Personalentwicklungsplanungen für Quereinsteiger. Anhand des Kataloges ist es nun einfach möglich, Studiengänge und Abschlüsse zu vergleichen und so z.B. für Studieninteressierte oder potenzielle Arbeitgeber, denen Bewerbungen von Absolventen/innen eines bestimmten Studiengangs vorliegen, den konkreten Kompetenzmix in Bezug auf den Gesamtkatalog möglicher Kompetenzen einzuordnen.

Wichtig war der Arbeitsgruppe, dass einerseits genügend Raum für die domänenspezifischen Aspekte gegeben ist, aber auch die Informatik einen gleichrangigen Platz einnimmt, denn nur wer informatisch fit und auf der Höhe der Zeit ist, kann im Gesundheitswesen Prozesse, Dokumentationen und Entscheidungsprozesse analysieren, sodann sachgerechte, moderne und zukunftsorientierte Lösungen spezifizieren und entwickeln oder bestehende Lösungen qualifiziert einschätzen. Auch ist eine Vielzahl von interdisziplinären Kompetenzen enthalten, die direkt das Wissen um die Symbiose aus Informatik und Medizin bzw. Gesundheitswesen integrieren.

Das Präsidium der GMDS dankt herzlich allen an der Erarbeitung dieses Kompetenzkatalogs Beteiligten, die in einem mehrjährigen Entwicklungsprozess in erheblichem Umfang Zeit in die Entwicklung des Katalogs investiert haben. Möge der Kompetenzkatalog einen Rahmen für Ausbildung, Studium und Berufsfeldorientierung setzten, damit auch in Zukunft optimal qualifizierte Fachkräfte für ein zukunftsfähiges, nachhaltiges und effektives Gesundheitswesen zur Verfügung stehen.

Leipzig und Hannover im September 2021

Alfred Winter (Präsident der GMDS)  
Oliver J. Bott (Leiter AG „Curricula der Medizinischen Informatik“)

## Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	1
<b>Kapitel 1. Kernkompetenzen und Kernfähigkeiten in Medizinischer Informatik, Medizinischem Informationsmanagement und Biomedizinischer Informatik</b> .....	4
<b>Thema 1.1. Voraussetzungen und Grundlagen</b> .....	4
Unterthema 1.1.1. Nutzung persönlicher Werkzeuge der Informationsverarbeitung für die Dokumentation, für die persönliche Kommunikation inkl. Internet-Zugang, für Publikationen und für grundlegende Statistik [IMIA: 1.4] .....	4
Unterthema 1.1.2. Entwicklung der Fachgebiete als Disziplin und als Berufsfeld [IMIA: 1.1] .....	4
Unterthema 1.1.3. Bedeutung einer systematischen Informationsverarbeitung im Gesundheitswesen, Mehrwert bzw. Nutzen und Grenzen von IT im Gesundheitswesen [IMIA: 1.2].....	5
Unterthema 1.1.4. Effiziente und verantwortungsvolle Nutzung von Werkzeugen der Informationsverarbeitung zur Unterstützung von Fachkräften der Gesundheitsversorgung und ihrer Entscheidungsfindung [IMIA: 1.3] .....	7
<b>Thema 1.2. Medizinische Dokumentation und medizinisches Datenmanagement</b> .....	8
Unterthema 1.2.1. Informationskompetenz: Klassifikationssysteme für Bibliotheken, systematische Terminologien des Gesundheitswesens und ihre Codierungen, Methoden der Literatursuche, Forschungsmethoden und Forschungsparadigmen [IMIA: 1.5] .....	8
Unterthema 1.2.2. Prinzipien der Dokumentation und des Datenmanagements im Gesundheitswesen einschließlich der Fähigkeit, medizinische und gesundheitsbezogene Codiersysteme zu nutzen; Konstruktion medizinischer und gesundheitsbezogener Codiersysteme [IMIA: 1.11].....	9
Unterthema 1.2.3. Prinzipien der Datenrepräsentation und Datenanalyse aus Primär- und Sekundärquellen, des Data Mining, der Data Warehouses und des Wissensmanagements [IMIA: 1.14].....	11
<b>Thema 1.3. Informationssysteme in der medizinischen Versorgung</b> .....	13
Unterthema 1.3.1. Eigenschaften, Funktionalitäten und Beispiele für Anwendungssysteme in der Gesundheitsversorgung (z.B. Anwendungssysteme für Krankenhäuser, Arztpraxen, Rehabilitation und Pflege sowie für den Patienten) [IMIA: 1.6] .....	13
Unterthema 1.3.2. Architekturen von Informationssystemen der Gesundheitsversorgung; Ansätze und Standards für Kommunikation und Interoperabilität (HL7, DICOM, IHE, ....) sowie für Schnittstellen- und Integrationskonzepte im Kontext komponentenbasierter Architekturparadigmen (z.B. service-orientierte Architekturen) [IMIA: 1.7].....	14
Unterthema 1.3.3. Management von Informationssystemen des Gesundheitswesens (Management von Gesundheitsinformationen, strategisches und taktisches Informationsmanagement, IT-Governance, IT-Servicemanagement, rechtliche und regulatorische Aspekte) [IMIA: 1.8] .....	15
Unterthema 1.3.4. Sozio-organisatorische und sozio-technische Aspekte einschließlich Prozess- und Systemanalysen, Prozessmodellierung, Prozessgestaltung, Prozessreorganisation [IMIA: 1.13].....	16

Unterthema 1.3.5. Ethische Fragen und Bedeutung der Informationssicherheit einschließlich Verantwortlichkeit des klinischen Personals, der Leitungsebene sowie der BMI-Spezialisten sowie Aspekte der Vertraulichkeit, des Schutzes und der Sicherheit von Patientendaten .....	17
Unterthema 1.3.6. Evaluation und Bewertung von Informationssystemen, einschließlich Studiendesign, Auswahl und Triangulation von (quantitativen und qualitativen) Methoden, Evaluierung von Ergebnis und Auswirkung, ökonomische Evaluierung, unerwünschte Auswirkungen .....	17
Unterthema 1.3.7. Systematische Reviews und Metaanalysen, Evidenzbasierte Medizinische Informatik [IMIA: 1.19] .....	18
<b>Thema 1.4. Institutionsübergreifende Informationssysteme der medizinischen Versorgung (Gesundheitstelematik und Consumer Health Informatics) .....</b>	<b>19</b>
Unterthema 1.4.1. Methoden und Ansätze zur regionalen Vernetzung und integrierten Versorgung (eHealth, Telematikanwendungen im Gesundheitswesen, Gesundheitstelematikplattformen, einrichtungübergreifender Informationsaustausch, Versorgungsforschung) [IMIA: 1.10] .....	19
Unterthema 1.4.2. Struktur, Design- und Analyseprinzipien für Gesundheitsakten einschließlich der Begriffe Datenqualität, Minimaldatensatz sowie Architektur und allgemeine Anwendungen von elektronischen Patienten- und Gesundheitsakten [IMIA: 1.12] .....	20
Unterthema 1.4.3. Eigenschaften, Funktionalitäten und Beispiele von Informationssystemen zur Unterstützung von Patienten und der Bevölkerung (z.B. Architektur und Anwendung von patientenorientierten Informationssystemen, persönliche Gesundheitsakten, sensorgestützte Informationssysteme, Health Apps) [IMIA: 1.9] .....	22
<b>Thema 1.5. Medizinisch-technische Informatik und Bioinformatik .....</b>	<b>23</b>
Unterthema 1.5.1. Bioinformatik und Systemmedizin (inkl. Biomedizinische Modellierung und Simulation) [IMIA: 1.15 mit Ergänzung] .....	23
Unterthema 1.5.2. Biomedizinische Bild- und Signalverarbeitung [IMIA: 4.1] .....	23
Unterthema 1.5.3. IT-gestützte medizintechnische Verfahren (RÖ, CT, MR, Angio-, Sono-, Szintigraphie, Endoskopie, TEE/TTE, Neurophysiologie (EEG, NLG, EMG)) .....	25
Unterthema 1.5.4. Integration der Medizintechnik in Informationssysteme des Gesundheitswesens .....	26
Unterthema 1.5.5. Gesundheitsunterstützende Technologien, Ubiquitous Computing, Ambient Assisted Living [IMIA 4.3] .....	27
Unterthema 1.5.6. Medizinische Robotik und computergestützte Chirurgie [partiell aus IMIA 4.7] .....	28
<b>Thema 1.6. Informationssysteme in der medizinischen Forschung und Lehre .....</b>	<b>29</b>
Unterthema 1.6.1. Eigenschaften, Funktionalitäten und Beispiele von Informationssystemen zur Unterstützung klinischer Forschung (z. B. Klinische Studien, Klinische Register, Datenintegrationszentren) .....	29
Unterthema 1.6.2. Methoden und Werkzeuge der Informatik zur Unterstützung der Lehre (einschl. Fernlehre), Nutzung relevanter Lehrtechnologien einschl. Internet und WWW .....	31
Unterthema 1.6.3. Bereitstellung und Zugriff auf medizinisches Wissen .....	32

<b>Kapitel 2. Kompetenzen im Bereich Medizin, Gesundheit und Biowissenschaften, Organisation des Gesundheitswesens</b> .....	33
<b>Thema 2.1. Medizin, Gesundheit und Biowissenschaften</b> .....	33
Unterthema 2.1.1. Grundlagen der Funktionsweise des menschlichen Körpers (Anatomie, Physiologie, Mikrobiologie, Genetik, klinische Fachgebiete wie Innere Medizin, Chirurgie etc.) [IMIA: 2.1].....	33
Unterthema 2.1.2. Grundlagen der Gesundheit aus einer physiologischen, soziologischen, psychologischen, ernährungswissenschaftlichen, emotionalen, umweltbezogenen, kulturellen, spirituellen Perspektive und ihre Beurteilung [IMIA: 2.2].....	33
Unterthema 2.1.3. Grundlagen der klinischen und medizinischen Entscheidungsfindung und diagnostischer und therapeutischer Strategien [IMIA: 2.3] .....	34
Unterthema 2.1.4. Überblick über wichtige diagnostische und interventionelle Verfahren .....	34
Unterthema 2.1.5. Prinzipien der evidenzbasierten Versorgung (Grundlagen klinischer Forschung, Evidenzbasierte Medizin, evidenzbasierte Pflege) [IMIA: 2.6] .....	35
<b>Thema 2.2. Organisation des Gesundheitswesens</b> .....	36
Unterthema 2.2.1. Organisation von Gesundheitseinrichtungen und des Gesundheitswesens, interorganisatorische Aspekte, Integrierte Versorgung [IMIA: 2.4].....	36
Unterthema 2.2.2. Politische und regulatorische Rahmenbedingungen für die Informationsverarbeitung im Gesundheitswesen [IMIA: 2.5] .....	37
Unterthema 2.2.3. Gesundheitsmanagement, Gesundheitsökonomie, Qualitäts- und Ressourcenmanagement im Gesundheitswesen, Initiativen zur Patientensicherheit, Dienste für die öffentlichen Gesundheit, Wirkungsbeurteilung [IMIA: 2.7].....	38
<b>Kapitel 3. Kompetenzen im Bereich Informatik, Mathematik und Biometrie</b> .....	40
<b>Thema 3.1. Informatik und Computerwissenschaft</b> .....	40
Unterthema 3.1.1. Grundlegende Begriffe der Informatik wie Daten, Information, Wissen, Hardware, Software, Computer, Netzwerk, Informationssysteme [IMIA: 3.1] .....	40
Unterthema 3.1.2. Fähigkeit, Computer zu nutzen: Textverarbeitung und Tabellenkalkulation, einfache Datenbankmanagementsysteme [IMIA: 3.2] .....	40
Unterthema 3.1.3. Fähigkeit, elektronisch zu kommunizieren, einschl. elektronischer Datenaustausch mit anderen Gesundheitsdiensteanbietern, Nutzung von Internet/Intranet [IMIA: 3.3].....	41
Unterthema 3.1.4. Methoden der Praktischen Informatik, insb. Programmiersprachen, Software Engineering, Webtechnologien, Algorithmen, Datenstrukturen, Datenbankmanagementsysteme, Werkzeuge zur Informations- und Systemmodellierung, Theorie und Praxis der Informationssysteme, Wissensverarbeitung, Begriffs-/Konzeptrepräsentation und -erhebung, Softwarearchitekturen [IMIA: 3.4] .....	42
Unterthema 3.1.5. Methoden der Theoretischen Informatik, z.B. Formale Sprachen, Automatentheorie, Entscheid- und Berechenbarkeit, Komplexitätstheorie, Modellbildung, Simulation, Verschlüsselung/Sicherheit [IMIA: 3.5].....	43
Unterthema 3.1.6. Methoden der Technischen Informatik, z.B. Betriebssysteme, Compilerbau, Rechnerarchitekturen, verteilte Systeme, eingebettete Systeme, Netzwerkarchitekturen und -	

topologien, Telekommunikation, drahtlose Technologien, Virtual Reality, Multimedia [IMIA 3.6]	44
UntertHEMA 3.1.7. Methoden der Kopplung und Integration von Informationssystemkomponenten in verteilten Systemen [i.A.a. IMIA: 3.7]	45
UntertHEMA 3.1.8. Umgang mit dem Lebenszyklus von Informationssystemen (Analyse, Anforderungsspezifikation, Implementierung oder Auswahl von Informationssystemen, Risikomanagement, Schulungen) [IMIA: 3.8]	46
UntertHEMA 3.1.9. Methoden des Projektmanagements und Change Managements (insb. Projektplanung, Ressourcenverwaltung, Teammanagement, Konfliktmanagement, Zusammenarbeit und Motivation, Theorien und Strategien für Veränderungsprozesse) [IMIA: 3.9]	47
UntertHEMA 3.1.10. Grundlegende Konzepte und Anwendungen des Ubiquitous Computing (z.B. Pervasive Computing, sensor-basierte, in die Umgebung integrierte Systeme und Technologien der Gesundheitsversorgung, gesundheitsunterstützende Technologien, ubiquitäre Gesundheit)	48
UntertHEMA 3.1.11. Usability Engineering, Human-Computer Interaction, Usability-Evaluation, kognitive Aspekte der Informationsverarbeitung [IMIA: 3.14]	49
<b>Thema 3.2. Mathematik, Biometrie und Entscheidungsunterstützung</b>	49
UntertHEMA 3.2.1. Mathematik: Algebra, Analysis, Logik, diskrete Strukturen, numerische Mathematik, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Kryptographie [IMIA: 3.10]	49
UntertHEMA 3.2.2. Biometrie, Epidemiologie und Forschungsmethoden in Medizin und Gesundheitsversorgung, einschl. Studiendesign [IMIA: 3.11]	51
UntertHEMA 3.2.3. Methoden der Entscheidungsunterstützung und ihrer Anwendung für die Patientenversorgung; Erhebung, Repräsentation und Verarbeitung von medizinischem Wissen; Konstruktion und Nutzung von klinischen Pfaden und Leitlinien [IMIA: 3.12]	52
<b>Kapitel 4. Persönliche Kompetenzen</b>	54
<b>Thema 4.1. Selbstkompetenz</b>	54
UntertHEMA 4.1.1. Selbstkompetenz	54
<b>Thema 4.2. Methodenkompetenz</b>	54
UntertHEMA 4.2.1. Methodenkompetenz	54
<b>Thema 4.3. Soziale Kompetenz</b>	56
UntertHEMA 4.3.1. Soziale Kompetenz	56

## Einleitung

Das GMDS-Präsidium hat Ende 2014 die heutige Arbeitsgruppe „Curricula der Medizinischen Informatik“ (CMI) eingerichtet. Aufgabe der CMI ist die Erarbeitung von Empfehlungen für Curricula hochschulischer Ausbildung in Medizinischer Informatik und verwandter Fächer unter Berücksichtigung der aktuellen und künftigen Anforderungen aus Wissenschaft und Praxis. Dabei sollen Anforderungen an die MI-Ausbildung aus internationaler Perspektive respektive entsprechender Ausbildungsempfehlungen z.B. der IMIA berücksichtigt werden. Weiterhin sollen drei Perspektiven einbezogen bzw. abgegrenzt werden:

- Medizinische Informatik (MI)
- Medizinisches Informationsmanagement/Medizinische Dokumentation (MD)
- Biomedizinische Informatik (BI)

Die CMI wurde diesem Auftrag entsprechend besetzt mit Vertretern der Hochschullehre aus den genannten Bereichen sowie der Berufspraxis, namentlich des KH-IT Bundesverband der Krankenhaus IT - Leiterinnen/Leiter e.V. sowie des Bundesverbandes Gesundheits-IT (bvitg e. V.).

Mit dem vorliegenden Kompetenzkatalog für Bachelor-Studiengänge „Medizinische Informatik“, „Medizinisches Informationsmanagement / Medizinische Dokumentation“ und „Biomedizinische Informatik“ liegt nach mehrjähriger Entwicklungsarbeit das erste Arbeitsergebnis der CMI vor. Der Kompetenzkatalog ist hierarchisch aufgebaut und ist unterteilt in vier **Kapitel**, die Kapitel in insgesamt 13 **Themen**, die Themen in insgesamt 51 **Unterthemen** und die Unterthemen in einzelne zu erwerbende **Kompetenzen** (insgesamt 234). Die Kapitel und Themen lauten:

1. Kernkompetenzen und Kernfähigkeiten in Medizinischer Informatik, Medizinischem Informationsmanagement und Biomedizinischer Informatik
  - 1.1. Voraussetzungen und Grundlagen
  - 1.2. Medizinische Dokumentation und medizinisches Datenmanagement
  - 1.3. Informationssysteme in der medizinischen Versorgung
  - 1.4. Institutionsübergreifende Informationssysteme der medizinischen Versorgung (Gesundheitstelematik und Consumer Health Informatics)
  - 1.5. Medizinisch-technische Informatik und Bioinformatik
  - 1.6. Informationssysteme in der medizinischen Forschung und Lehre
2. Kompetenzen im Bereich Medizin, Gesundheit und Biowissenschaften, Organisation des Gesundheitswesens
  - 2.1. Medizin, Gesundheit und Biowissenschaften
  - 2.2. Organisation des Gesundheitswesens
3. Kompetenzen im Bereich Informatik, Mathematik und Biometrie
  - 3.1. Informatik und Computerwissenschaft
  - 3.2. Mathematik, Biometrie und Entscheidungsunterstützung
4. Persönliche Kompetenzen
  - 4.1. Selbstkompetenz
  - 4.2. Methodenkompetenz
  - 4.3. Soziale Kompetenz

Nachfolgende Abbildung 1 gibt einen Überblick zu den Themenfeldern und der jeweils spezifizierten Anzahl von Kompetenzen.

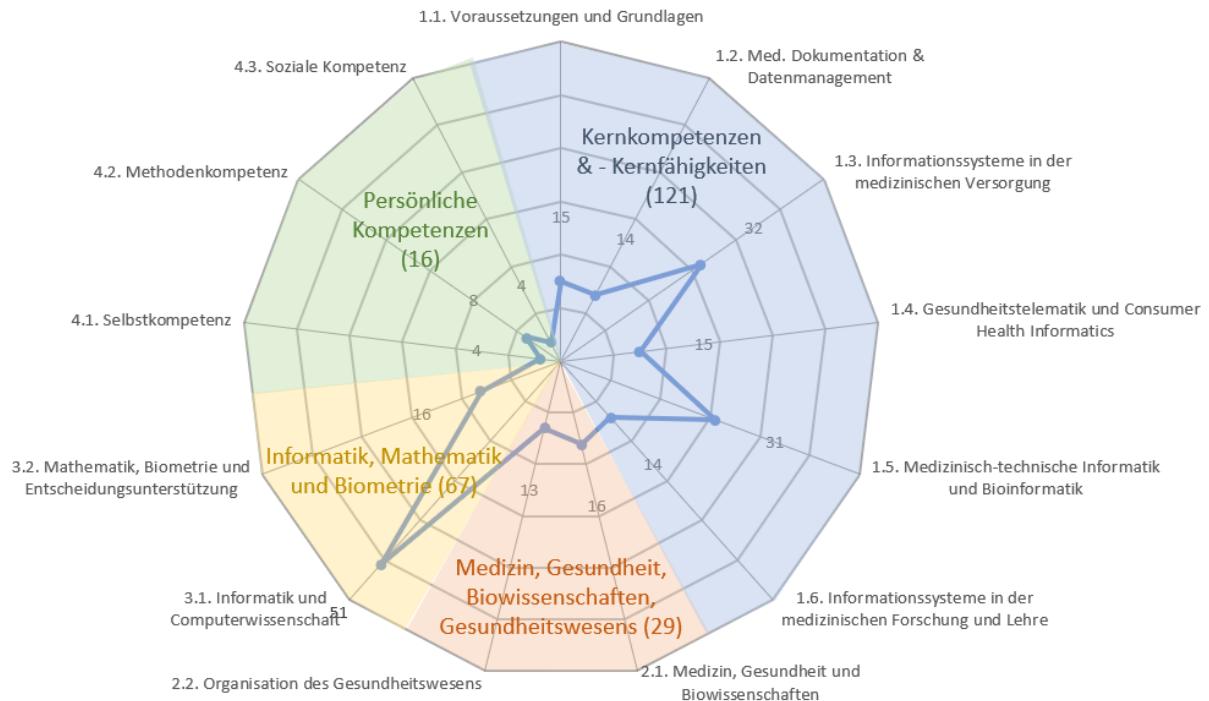


Abbildung 1: Kapitel, Themenfelder und Kompetenzanzahl des Kompetenzkataloges

**Kompetenzen** beschreiben Fähigkeiten, die Studierende in entsprechenden Studienprogrammen erwerben sollen oder können. Dabei wird unterschieden in drei aufeinander aufbauende Kompetenzniveaus in Anlehnung an die Bloom'sche Taxonomie<sup>1</sup>:

1. Kennen und Verstehen
2. Anwenden und Analysieren
3. Bewerten und Synthetisieren

Die Kompetenzbeschreibungen verfügen zum Teil über ergänzende **curriculare Hinweise** insbesondere zu relevanten zu vermittelnden Inhalten.

Der Kompetenzkatalog beschreibt Kompetenzen zunächst mit Fokussierung auf Bachelor-Programme der Hochschulen und Universitäten. Dabei ist nicht intendiert, dass jedes Studienprogramm alle Kompetenzen in den angegebenen Niveaus vermittelt, vielmehr stellt der Kompetenzkatalog einen Baukasten potenziell zu vermittelnder Kompetenzen dar, der genutzt werden kann das profilspezifische Kompetenzspektrum eines Studiengangs zu entwickeln und/oder zu beschreiben. Insgesamt sind mit dem Kompetenzkatalog folgende Anwendungsszenarien intendiert:

- Im Rahmen der Entwicklung einschlägiger Studienangebote soll der Katalog Unterstützung bei der Definition des zu vermittelnden Kompetenzspektrums bieten.
- Der Katalog soll durch studiengangsspezifische Darstellung der vermittelten Kompetenzen einen Vergleich von Studienangeboten für insb. Studiengangsinteressierte und Arbeitgeber ermöglichen.
- Der Katalog kann die Akkreditierung einschlägiger Studiengänge unterstützen, in dem die zu akkreditierenden Studiengänge das durch das Studienangebot angestrebte Kompetenzprofil durch Bezugnahme auf den Katalog transparent machen.

<sup>1</sup> Anderson, Lorin W., and David R. Krathwohl, eds. 2001. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. New York: Addison Wesley Longman, Inc.



In einem nächsten Schritt werden durch die CMI Rahmenempfehlungen für ausgewählte Studiengangsprofile entwickelt, die je eine Auswahl von mindestens zu vermittelnden Kernkompetenzen benennen. Die Ergänzung weiterer Kompetenzen soll studienprogrammspezifische Zusammenstellungen von Kompetenzen ermöglichen, welche das besondere Profil der betreffenden Studienprogramme zu beschreiben erlauben.

Der Kompetenzkatalog in der vorliegenden ersten Version soll im Rahmen eines Governance-Prozesses regelmäßig alle 5 Jahre im Rahmen von Kommentierungsrunden aktualisiert werden um aktuelle Entwicklungen wie z.B. die derzeitig steigende Bedeutung von Methoden der Data Science aufgreifen zu können. Für diese Kommentierungsphasen wird eine webbasierten Tool-Unterstützung angeboten.

In weiteren Schritten wird die CMI Kompetenzprofile auch für Master- und Promotionsprogramme erarbeiten.

Entwickelt wurde der Kompetenzkatalog ausgehend von den Recommendations of the international medical informatics association (IMIA) on education in biomedical and health informatics von 2010<sup>2</sup>, deren hierarchische Gliederung in Themen und Unterthemen Grundlage der Unterteilung des vorliegenden Kompetenzkataloges in Kapitel, Themen und Unterthemen war. Verweise auf die entsprechenden Abschnitte der IMIA-Recommendations finden sich in eckigen Klammern eingefasst in den Bezeichnungen der Unterthemen. Nach Festlegung der Kapitel, Themen und Unterthemen des Kompetenzkatalogs wurden auf Ebene der Unterthemen in einem Bachelorstudiengang potenziell zu vermittelnde Kompetenzen definiert. Der Kompetenzkatalog wurde nach Fertigstellung einer ersten Entwurfsfassung von der CMI unter Einbeziehung von externen Fachexpert\_innen einer Kommentierung und nachfolgenden Überarbeitung unterzogen.

In der Arbeitsgruppe und der Erstellung des vorliegenden Kompetenzkataloges arbeiten aktuell bzw. arbeiteten folgende Personen mit:

- Prof. Dr. Elske Ammenwerth, UMIT in Hall/Tirol
- Prof. Dr. Tim Beißbarth, Universitätsmedizin Göttingen, lt. Vertreter des Bereichs BI
- Prof. Dr. Oliver J. Bott, Hochschule Hannover, Vertreter des BVMI und lt. Vertreter des Bereichs MD
- Prof. Dr. Martin Haag, Hochschule Heilbronn
- Prof. Dr. Peter Haas, Fachhochschule Dortmund
- Prof. Dr. Heinz Handels, Universität zu Lübeck
- Jörg Holstein, Geschäftsführer der VISUS in Bochum, Vertreter des bvitg
- Dr. Alexander März, IT-Abteilung im Klinikum Nürnberg, Arzt Vertreter des KH-IT
- Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch, Universität Erlangen
- Prof. Dr. Paul Schmücker, Hochschule Mannheim, lt. Vertreter des Bereich MI
- Prof. Dr. Cord Spreckelsen, Universitätsklinikum Jena
- Prof. Dr. Sylvia Thun, Hochschule Niederrhein/Charité Berlin, Ärztin

Bei der Erstellung des Kompetenzkataloges unterstützt haben

- Expert(inn)en des SMITH-Joint Expertise Center for Teaching (*SMITH-JET*) unter der unter der Leitung von Prof. Dr. Alfred Winter, Universität Leipzig
- Helmut Schlegel, KH-IT-Vertreter

---

<sup>2</sup> Mantas, J., Ammenwerth, E., Demiris, G., Hasman, A., Haux, R., Hersh, W., Hovenga, E., Lun, K. C., Marin, H., Martin-Sanchez, F., & Wright, G. (2010). Recommendations of the international medical informatics association (IMIA) on education in biomedical and health informatics. *Methods of Information in Medicine*, 49(2), 105-120. <https://doi.org/10.3414/ME5119>

## Kapitel 1. Kernkompetenzen und Kernfähigkeiten in Medizinischer Informatik, Medizinischem Informationsmanagement und Biomedizinischer Informatik

### Thema 1.1. Voraussetzungen und Grundlagen

Unterthema 1.1.1. Nutzung persönlicher Werkzeuge der Informationsverarbeitung für die Dokumentation, für die persönliche Kommunikation inkl. Internet-Zugang, für Publikationen und für grundlegende Statistik [IMIA: 1.4]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.1.1.1	Die Studierenden können Informatikmethoden und -instrumente zur Unterstützung von Studium und Ausbildung (inkl. flexiblem und Fernunterricht) und E-Learning Technologien (inkl. Internet und World Wide Web) erklären und nutzen.	2. Anwendung und Analysieren	Dies schließt Werkzeuge zur Literaturverwaltung und -integration in Texten wie z.B. CITAVI ebenso mit ein wie Methoden und Werkzeuge zum persönlichen Wissensmanagement (z.B. Mind Maps).
1.1.1.2	Studierende sind mit Aufbau und Eigenschaften von Dateisystemen vertraut und können auch netz- und cloudbasierte Dateisysteme zur Organisation von Dateiablagen auch für Arbeitsteams nutzen.	2. Anwendung und Analysieren	Dies schließt Anwendungen zur verteilten Versionsverwaltung von Dateien ein (Beispiel: Git).
1.1.1.3	Studierende sind mit Aufbau und Eigenschaften typischer Office-Systeme vertraut und können Textverarbeitungssysteme, Präsentationssysteme, Tabellenkalkulationssysteme, Notizsysteme und E-Mail-Clients effizient nutzen.	2. Anwendung und Analysieren	Insbesondere fortgeschrittene Funktionen von Tabellenkalkulationssystemen mit ihren Möglichkeiten der statistischen Datenanalyse und -präsentation sollten beherrscht werden. Bzgl. Textverarbeitung steht die effiziente Erstellung größerer Dokumente (insb. wiss. Ausarbeitungen) im Vordergrund.

Unterthema 1.1.2. Entwicklung der Fachgebiete als Disziplin und als Berufsfeld [IMIA: 1.1]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.1.2.1	Die Studierenden kennen die Fachgebiete der Medizinischen Informatik, des Medizinischen Informationsmanagements und der Biomedizinischer Informatik und können diese begrifflich definieren und gegeneinander	1. Kennen und Verstehen	Bei der Vorstellung und Abgrenzung der Fachgebiete ist die Medizinische Dokumentation als Querschnittsthema aller drei genannten Fachgebiete einzubeziehen.

	abgrenzen sowie wesentliche Untergebiete benennen und erläutern.		
1.1.2.2	Studierenden können typische Problem- und Aufgabenstellungen der Fachgebiete (Bio-)Medizinische Informatik und Medizinisches Informationsmanagement im Kontext der medizinischen Versorgung und Forschung benennen.	1. Kennen und Verstehen	
1.1.2.3	Studierende können die historische Entwicklung der Fachgebiete (Bio-)Medizinische Informatik und Medizinisches Informationsmanagement im Kontext der Entwicklung der medizinischen Versorgung und Forschung erläutern.	1. Kennen und Verstehen	

Unterthema 1.1.3. Bedeutung einer systematischen Informationsverarbeitung im Gesundheitswesen, Mehrwert bzw. Nutzen und Grenzen von IT im Gesundheitswesen [IMIA: 1.2]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.1.3.1	Studierende können die Bedeutung systematischer Informationsverarbeitung für ein effektives Gesundheitssystem erläutern.	1. Kennen und Verstehen	Diskussion der Nutzung der Daten in der Gesundheitsversorgung und Medizinischen Forschung mit Bezugnahme auf konkrete Aufgaben der Datenverarbeitung insbesondere im Rahmen der medizinischen Dokumentation, der medizinischen, pflegerischen und cotherapeutischen Entscheidungsfindung, der Qualitätssicherung und den verschiedenen Facetten medizinischer Forschung sowie der Abrechnung und Unterstützung der Steuerung einer effektiven und effizienten Leistungserbringung (Prozesse) in den Kliniken unter den Aspekten Ökonomie, Ergebnisqualität und

			Prozessperformanz. In Bezug auf die Illustration der erwartbaren Effekte systematischer Informationsverarbeitung kann auf die Medizininformatik-Initiative des BMBF ab 2017 Bezug genommen werden.
1.1.3.2	Studierende können erläutern, wie Betrieb und Management von Gesundheitsversorgungseinrichtungen durch IT-Systeme unterstützt werden können.	1. Kennen und Verstehen	Diese Kompetenz bezieht sich auf die Projektion des Begriffes betrieblicher Informationssysteme aus der Wirtschaftsinformatik auf Informationssysteme der Gesundheitsversorgungseinrichtungen unter Bezugnahme auf die Unterscheidung von insb. Administrations- und Dispositionssystemen sowie Managementinformations- und Planungssystemen. Eine differenzierte Konkretisierung der Unterstützung medizinischen Handelns wird in Kompetenz 1.1.3.3 adressiert.
1.1.3.3	Studierende kennen die Facetten der Unterstützung medizinischen Handelns durch IT-Systeme und können Grenzen benennen.	1. Kennen und Verstehen	Zur Differenzierung kann auf die Unterteilung der Aspekte med. Handelns nach Haas 2004 zurückgegriffen werden: Informationstransparenz, das problemorientierte Krankenblatt, Klinische Pfade und Behandlungsmanagement, Benachrichtigungs- und Erinnerungsfunktionen, Integration von Literatur-/Wissensbasen, Entscheidungsunterstützende Funktionen. Allgemeiner bietet sich eine Unterscheidung der Unterstützungsdimensionen (ebd.): Verarbeitungs-, Dokumentations-, Organisations-, Kommunikations-, Entscheidungsunterstützung.
1.1.3.4	Studierende können erläutern, wie medizinische Forschung durch IT-Systeme unterstützt werden kann.	1. Kennen und Verstehen	Vermittelt werden sollte die Kenntnis über IT-Infrastrukturkonzepte sowie spezifische

			Informationssystemkomponenten zur Unterstützung der med. Forschung insb. in Forschungsverbänden. Als einschlägige Organisation und Informationsquelle auf diesem Gebiet ist der TMF e.V. und die dort angegliederten Initiativen zu nennen.
1.1.3.5	Studierende können das Problem semantischer Interoperabilität unter Bezugnahme auf den Aufbau medizinischer Dokumentation sowie die Integration von Informationssystemen des Gesundheitssystems erläutern.	1. Kennen und Verstehen	Bedeutung semantischer Bezugssysteme für die med. Dokumentation, Bedeutung von Standards für Dokumentation und Datenaustausch

Unterthema 1.1.4. Effiziente und verantwortungsvolle Nutzung von Werkzeugen der Informationsverarbeitung zur Unterstützung von Fachkräften der Gesundheitsversorgung und ihrer Entscheidungsfindung [IMIA: 1.3]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.1.4.1	Die Studierenden können die Grundsätze angemessener Dokumentation und des Gesundheitsdatenmanagements (inkl. der Fähigkeit, Gesundheits- und medizinische Kodierungssysteme zu verwenden und aufzubauen) nennen und anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	
1.1.4.2	Studierende können Grundlagen der medizinischen Entscheidungsfindung sowie diagnostische und therapeutische Strategien nennen und am Beispiel von Use Cases/ausgewählten Krankheitsbildern erläutern.	1. Kennen und Verstehen	
1.1.4.3	Studierende können politische, regulatorische und ethische Rahmenbedingungen für den Umgang mit Informationen im Gesundheitswesen nennen,	2. Anwendung und Analysieren	

	erläutern und aktiv berücksichtigen.		
1.1.4.4	Die Studierenden können einen effizienten und verantwortungsvollen Einsatz von Informationsverarbeitungswerkzeugen zur Unterstützung der Versorgungspraxis und der Entscheidungsfindung von Angehörigen der Gesundheitsberufe planen und durchführen.	2. Anwendung und Analysieren	

## Thema 1.2. Medizinische Dokumentation und medizinisches Datenmanagement

Unterthema 1.2.1. Informationskompetenz: Klassifikationssysteme für Bibliotheken, systematische Terminologien des Gesundheitswesens und ihre Codierungen, Methoden der Literatursuche, Forschungsmethoden und Forschungsparadigmen [IMIA: 1.5]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.2.1.1	Die Studierenden kennen grundlegende Möglichkeiten der Literaturbeschaffung und die Grundlagen der Regeln für die Formalerschließung in wissenschaftlichen Bibliotheken. Sie verstehen die Funktionsweise des Bibliotheksverwaltungssystems in wissenschaftlichen Bibliotheken. Studierende kennen die wichtigsten allgemeinen und fachrelevanten Informationsmittel und sind in der Lage, diese bei gegebenem Informationsbedarf anzuwenden. Studierende können fachliche Problemstellungen analysieren und in Suchstrategien für relevante Informationsmittel umsetzen.	2. Anwendung und Analysieren	Typologie, Funktion und Anwendungsbereiche der wichtigsten Publikationsformen und Informationsmittel insbesondere im Fachgebiet Medizin und Medizinische Informatik. Formale Erschließung nach den RAK-WB. PICA als Beispiel für ein Bibliotheksverwaltungssystem. Vorstellung und Benutzung ausgewählter Beispiele. Entwicklung und gezielter Einsatz grundlegender Suchstrategien. Bewertung der Rechercheergebnisse. Nutzung eines inhaltlichen Erschließungssystems (Thesaurus oder Klassifikation) beim Retrieval aus Datenbanken. Möglichkeiten der Literaturbeschaffung.
1.2.1.2	Studierende kennen die Bedeutung von Fachdatenbanken als Quellen für Fachinformation. Sie haben Verständnis für den Aufbau, die Struktur und die	2. Anwendung und Analysieren	Aufbau und Struktur von medizinischen und medizininformatischen Fachdatenbanken sowie ihre Suchmöglichkeiten am Beispiel

	davon abgeleitete Nutzung von Fachdatenbanken und können darin recherchieren. Sie verstehen die Funktion von inhaltlicher Erschließung und können sie am Beispiel des MESH für Medline/PubMed sachlich richtig anwenden. Die Studierenden kennen die thematische Abdeckung und Qualitätskriterien wesentlicher medizinischer Datenbanken im WWW.		kostenfreier Angebote im WWW (PubMed, Open Access, Google Scholar etc.). Bedeutung und Anwendung inhaltlicher Erschließung für die Suche am Beispiel des MeSH in PubMed. Grundlegende Übersicht über medizinisch relevante professionelle und endnutzerorientierte Fachdatenbanken.
1.2.1.3	Die Studierenden kennen quantitative und qualitative Forschungsmethoden und Schritte im Forschungsprozess.	2. Anwendung und Analysieren	Einführung quantitative und qualitative Forschungsmethoden. Schritte im Forschungsprozess: Sammlung verfügbaren Wissens, Entwicklung einer Fragestellung oder Hypothese, Planung einer Untersuchung, Durchführung der Untersuchung, Auswertung der Daten, Schlussfolgerungen aus der Untersuchung, Publikation der Ergebnisse.

Unterthema 1.2.2. Prinzipien der Dokumentation und des Datenmanagements im Gesundheitswesen einschließlich der Fähigkeit, medizinische und gesundheitsbezogene Codiersysteme zu nutzen; Konstruktion medizinischer und gesundheitsbezogener Codiersysteme [IMIA: 1.11]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.2.2.1	Studierende kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe und Konzepte der Dokumentations- und Ordnungslehre sowie des Information Retrieval.	1. Kennen und Verstehen	Ablauf des Dokumentationsprozesses mit dem Schwerpunkt formaler und inhaltlicher Erschließung.
1.2.2.2	Die Studierenden kennen die Grundprinzipien und gesetzlichen Rahmenbedingungen der Medizinischen Dokumentation. Sie sind in der Lage, diese praktisch und unter Anwendung für die Praxis typischer Dokumentationssysteme umzusetzen. Sie kennen und	2. Anwendung und Analysieren	Ziel und Aufgaben der Medizinischen Dokumentation sowie dokumentarische Prinzipien. Bedeutung einer strukturierten/standardisierten Dokumentation für Wissenschaft, Gesundheitsversorgung, Verwaltung und Abrechnung. Medizinische Sachverhalte in eine

	verstehen den Aufbau typischer medizinischer Dokumentationen.		geeignete Dokumentationsform überführen. Typische med. Dokumentationen: Krankenakte, Krankenaktenarchiv, Klinische Basisdokumentation, Befunddokumentation, Klinische Tumordokumentation, Dok. für das Qualitätsmanagement, Klin. und epidem. Register, Dokumentation bei klinischen Studien.
1.2.2.3	Die Studierenden sind in der Lage, für eine gegebene medizinische Dokumentationsaufgabe das geeignete Dokumentationssystem auszuwählen oder zu entwerfen und die Datenbankgrundlage des Dokumentationssystems fachgerecht anzulegen beziehungsweise zu konfigurieren. Sie kennen und verstehen die Methoden der strukturierten Datenerfassung.	3. Bewerten und Sythetisieren	Kriterien zur Auswahl geeigneter Dokumentationssysteme, systematische Auswahl und Konfiguration eines Dokumentationssystems, Datenmodelle für Dokumentationssysteme, Datenbankmodellierung von Beispielen klinischer Dokumentation (z.B. Diagnosen, Labordaten, Prozeduren, Patientenstammdaten, Therapiedokumentation)
1.2.2.4	Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe der allgemeinen Terminologielehre und die Bedeutung von Ordnungssystemen für die medizinische Dokumentation. Sie kennen und verstehen Inhalt, Struktur und Anwendungsbereich der wichtigsten medizinischen Klassifikations- und Terminologiesysteme und können ausgewählte med. Ordnungssysteme praktisch anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Nomenklaturen, Vokabulare, Terminologien, Ontologien und Taxonomien der biomedizinischen Informatik. Beispiele: ICD, OPS und DRG sowie der Thesaurus MeSH (Medical Subject Headings), das UMLS sowie weiterführende Klassifikationen (z.Bsp. TNM, MedDRA und AO-Klassifikation) und Nomenklaturen (SNOMED). Datenmodelle medizinischer Ordnungssysteme.



Unterthema 1.2.3. Prinzipien der Datenrepräsentation und Datenanalyse aus Primär- und Sekundärquellen, des Data Mining, der Data Warehouses und des Wissensmanagements [IMIA: 1.14]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.2.3.1	Studierende kennen die Grundkonzepte der Datenbanktechnologie und -entwicklung und verstehen deren Bedeutung für Medizinische Informations- und Dokumentationssysteme. Sie kennen die wichtigsten Beschreibungsmethoden für Datenmodelle und können mind. die ER-Technik sicher für die Datenmodellierung anwenden. Sie können ein ER-Datenmodell systematisch in ein Datenbankschema übertragen. Sie können einfache Datenbankabfragen formulieren (Relationenalgebra, SQL).	2. Anwendung und Analysieren	Datenbanken (Einleitung und Übersicht). Datenbankentwurf, ER-Modellierung, UML. Das relationale Modell und relationale Anfragesprachen. Datenintegrität und relationale Entwurfstheorie. Projektablauf bei Erstellung einer Datenbank.
1.2.3.2	Die Studierenden kennen die Prinzipien objektorientierter Analyse und Datenmodellierung sowie die Unified Modelling Language und können diese anwenden. Sie können einen Problembereich in ein objektorientiertes Datenmodell überführen.	2. Anwendung und Analysieren	Einführung in die objektorientierte Analyse und Modellierung insbesondere mit UML: Klassen, Objekte, Methoden, Vererbung, Polymorphie.
1.2.3.3	Die Studierenden beherrschen die für den fachgerechten Einsatz von XML erforderlichen theoretischen Grundlagen. Sie sind in der Lage XML-Dateien mit den dafür geeigneten Werkzeugen zu erstellen, zu durchsuchen und zu bearbeiten.	2. Anwendung und Analysieren	Aufbau und Regeln von XML. XML-Schema zur Strukturbeschreibung. XPath und XQuery zur Inhaltsabfrage. XSLT zur Darstellung. XML Serialisierung von RDF. XSLT zur Darstellung.
1.2.3.4	Die Studierenden kennen die wichtigsten Konzepte des Semantischen Webs und sind in der Lage einfache Sachverhalte in den auf XML basierenden	2. Anwendung und Analysieren	Grundlagen des Semantic Webs. Thesauri, Topic Maps und Ontologien. Sprachen des semantischen Webs: RDF, RDF/XML, RDFS und OWL.

	Sprachen des Semantischen Webs zu modellieren.		
1.2.3.5	Studierende kennen Anwendungsszenarien und Architekturkonzepte von Data Warehouses, das Datenmodell, Speicherung und Anfragerealisierung im Warehouse und können typische Fragestellungen in Data Warehouses bearbeiten, d.h. Data-Warehouses entwerfen und betreiben.	2. Anwendung und Analysieren	Architektur und Anwendungsszenarien von Data Warehouses (DWH). Modellierung von DWH (Multidimensionale Modellierung, OLAP-Operationen) und Umsetzung. Extraction, Transformation Load (ETL) - Prozesse. Anfragen und Optimierung.
1.2.3.6	Die Studierenden kennen die wichtigsten Data-Mining-Verfahren für die Informationsextraktion aus strukturierten und unstrukturierten Daten und können diese selbständig auf typische Fragestellungen des Anwendungsgebiets anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Einführung mit Anwendungsszenarien zu typischen Aufgaben des Data-Mining: Klassifikation, Segmentierung, Abhängigkeits- und Abweichungsanalysen, Zeitreihenanalysen/Prognosen. Bezugnahme auf hierfür relevante Verfahren des maschinellen Lernens und der vorbereitenden Datenbereinigung.
1.2.3.7	Die Studierenden kennen grundlegende Modelle des Wissensmanagements. Sie können die Bedeutung von Wissensmanagements für den Unternehmenserfolg beschreiben und in Anwendungsszenarien zielgerichtet Methoden des Wissensmanagements auswählen und gestalten.	2. Anwendung und Analysieren	Einführung in das Wissensmanagement (Motivation, Bedeutung, Bausteine). Formen des Wissens (Wissensbegriff, Wissen und Handeln, Wissen und Können, Reifegrade, Wissenstreppe). Verfügbarkeit des Wissens (SECI-Modell, Story-Telling, Wissensspirale; Wissensschaffung; Wissensverlust). Wert des Wissens (Unternehmenswert, Intellektuelles Kapital, Wissensmessung, Wissensbilanz). Wissensvernetzung (Soziale Netzwerke, Innerbetriebliche Netzwerke, Organisationsübergreifende Netzwerke).

## Thema 1.3. Informationssysteme in der medizinischen Versorgung

Unterthema 1.3.1. Eigenschaften, Funktionalitäten und Beispiele für Anwendungssysteme in der Gesundheitsversorgung (z.B. Anwendungssysteme für Krankenhäuser, Arztpraxen, Rehabilitation und Pflege sowie für den Patienten) [IMIA: 1.6]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.3.1.1	Studierende kennen wichtige Typen von Anwendungssystemen im ambulanten und stationären Bereich sowie im Bereich der öffentlichen Versorgung und können beschreiben, welche Unternehmensaufgabe sie jeweils unterstützen.	1. Kennen und Verstehen	Patientenverwaltungssysteme, klinische Anwendungssysteme (z.B. KAS, LIS, PIS, RIS, PACS, CPOE, Archiv, OP, Anwendungssysteme für Facility-Management und für Logistik (Apotheke, Blutbank, Lager, Speiserversorgung usw.) und generelle Verwaltungssysteme (z.B. Anwendungssysteme für Finanzbuchhaltung, Controlling, Erlössicherung, Personalwesen).
1.3.1.2	Studierende können für wichtige Typen von Anwendungssystemen deren jeweilige typische Funktionalität und Nutzergruppe beschreiben.	1. Kennen und Verstehen	
1.3.1.3	Studierende können erläutern, wie verschiedene Anwendungssysteme gemeinsam die Informationslogistik in einer Gesundheitseinrichtung unterstützen.	1. Kennen und Verstehen	Durchgängige Prozessunterstützung
1.3.1.4	Studierende können an einem konkreten Beispiel einer Gesundheitseinrichtung die verwendeten Anwendungssysteme identifizieren und korrekt benennen.	2. Anwendung und Analysieren	
1.3.1.5	Studierende kennen die Aufgaben des IT-Risikomanagements und können zugehörige Standards nennen.	2. Anwendung und Analysieren	B3S, ISO 31000, ISO/IEC 20000-1, ISO 27005

Unterthema 1.3.2. Architekturen von Informationssystemen der Gesundheitsversorgung;  
 Ansätze und Standards für Kommunikation und Interoperabilität (HL7, DICOM, IHE, ...) sowie  
 für Schnittstellen- und Integrationskonzepte im Kontext komponentenbasierter  
 Architekturparadigmen (z.B. service-orientierte Architekturen) [IMIA: 1.7]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.3.2.1	Studierende kennen die wichtigsten Kommunikations- und Interoperabilitätsstandards im Kontext der Informationssysteme des Gesundheitswesens und verstehen den grundsätzlichen Aufbau dieser Standards sowie deren Eignung für verschiedene Kommunikationsvorgänge.	1. Kennen und Verstehen	Wichtige Beispiele sind HL7 mit HL 7 Version 2.x, Version 3 (insb. CDA) sowie FHIR, IHE, openEHR, ISO 13606, DICOM und die deutschen xDT-Standards für den ambulanten Bereich. Dabei ist eine Verknüpfung zu Standards für semantische Bezugssysteme herzustellen (z.B. SNOMED-CT, LOINC, ICD etc.).
1.3.2.2	Studierende kennen die Bedeutung von Kommunikationsservern für die nachrichtenbasierte Kommunikation und deren Aufgaben und zentralen Funktionen.	1. Kennen und Verstehen	Begriffsdefinition Kommunikationsserver, typische Aufgaben und Funktionen, Konfiguration, Anwendungsfunktionen, erweiterte Funktionen insb. im Kontext von Data-Warehouses
1.3.2.3	Studierende können einen vorgegebenen Kommunikationsstandard nutzen, um Informationen zwischen Sender und Empfänger auszutauschen.	2. Anwendung und Analysieren	Z.B. die Anwendung von HL 7 Version 2.x für die Übertragung einer Verlegungsmittelung an Subsysteme eines KIS im Rahmen einer selbst programmierten Simulations- bzw. Laborumgebung. Oder Anwendung von FHIR zum Abruf von Patientendaten.
1.3.2.4	Studierende kennen verschiedene Architekturformen von Krankenhausinformationssystemen mit ihren Vor- und Nachteilen und können diese an einem konkreten Beispiel erläutern.	2. Anwendung und Analysieren	Stern-Architektur, Spaghetti-Architektur; best of breed, all in one
1.3.2.5	Studierende kennen verschiedene Integrationsbedingungen in Krankenhausinformationssystemen und können an einem konkreten Beispiel beschreiben, inwiefern diese erfüllt sind bzw. was die Konsequenzen bei einer Nicht-Erfüllung sind.	3. Bewerten und Sythetisieren	Datenintegration, semantische Integration, Kontextintegration etc.

1.3.2.6	Studierende kennen das Problem der eindeutigen Patientenidentifikation und Lösungsmöglichkeiten dazu in verteilten Systemen	2. Anwendung und Analysieren	Das Grundproblem der eindeutigen Patientenidentifikation, Möglichkeiten der Festlegung von Patienten-Identifiern, Vor- und Nachteile semantischer Schlüssel, Notwendigkeit eines Master Patient Index, das IHE/PIX-Profil, Analyse und Bereinigung von Datenbeständen (Patientendatenzusammenführung, Patientendatenauseinanderführung), Nutzung der eGK für eindeutige Identifikation/lebenslange Versichertennummer
---------	---	------------------------------	---

Unterthema 1.3.3. Management von Informationssystemen des Gesundheitswesens (Management von Gesundheitsinformationen, strategisches und taktisches Informationsmanagement, IT-Governance, IT-Service management, rechtliche und regulatorische Aspekte) [IMIA: 1.8]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.3.3.1	Studierende können die Aufgabe des strategischen, taktischen und operativen Managements von Informationssystemen beschreiben und voneinander abgrenzen.	1. Kennen und Verstehen	Informationsmanagement, Informationslogistik
1.3.3.2	Studierende können den Zweck und Aufbau einer IT-Strategie darstellen und diese an einem konkreten Beispiel erläutern und auch darstellen, wie im Sinne der IT Governance die IT-Strategie mit der Unternehmensstrategie zusammen hängt.	1. Kennen und Verstehen	Konkrete IT-Strategie und ihre Untergliederung durchsprechen.  Auch IT-Compliance mit Bezug zur IT-Strategie z.B. Lizenzmanagement, ansprechen
1.3.3.3	Studierende können Zweck und Inhalt wichtiger Normen und Standards im Bereich des IT-Management in Gesundheitseinrichtungen übersichtsartig beschreiben.	1. Kennen und Verstehen	COBIT, ITIL, Prince2, ISO27001, BSI, ISO/IEC 38500, ISO/IE 20000

1.3.3.4	Studierende können beschreiben, wie Organisationsstrukturen für das IT-Management aussehen können und was ihre Vor- und Nachteile sind	2. Anwendung und Analysieren	
1.3.3.5	Studierende können für eine ausgewählte Organisationseinheit eine IT-Strategie skizzieren und begründen.	3. Bewerten und Sythetisieren	z.B. für eine Klinik: Ist-Zustand, Bewertung, Soll-Zustand, Projektvorschläge

Unterthema 1.3.4. Sozio-organisatorische und sozio-technische Aspekte einschließlich Prozess- und Systemanalysen, Prozessmodellierung, Prozessgestaltung, Prozessreorganisation [IMIA: 1.13]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.3.4.1	Studierende können erläutern, wieso Informationssysteme sozio-technische Systeme sind und was diese Erkenntnis für das IT-Management bedeutet.	1. Kennen und Verstehen	Bedeutung Prozessmanagement, Usability/HCI
1.3.4.2	Studierende kennen Methoden zur Systemanalyse und sind in der Lage, diese im klinischen Umfeld zielgerichtet einzusetzen.	2. Anwendung und Analysieren	Beobachtungen, schriftliche Befragungen, mündliche Befragungen, Datenbestandsananlysen
1.3.4.3	Studierende kennen eine Notation zur Geschäftsprozessmodellierung und sind in der Lage, einen klinischen Prozess nachvollziehbar zu modellieren.	2. Anwendung und Analysieren	BPMN, UML, EPK ...
1.3.4.4	Studierende können einen modellierten klinischen Prozess mittels geeigneter Bewertungsmethoden bewerten und anschließend zielgerichtet reorganisieren.	3. Bewerten und Sythetisieren	

Unterthema 1.3.5. Ethische Fragen und Bedeutung der Informationssicherheit einschließlich Verantwortlichkeit des klinischen Personals, der Leitungsebene sowie der BMI-Spezialisten sowie Aspekte der Vertraulichkeit, des Schutzes und der Sicherheit von Patientendaten

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.3.5.1	Studierende kennen den Begriff der Informationssicherheit und können die verschiedenen Aspekte der Informationssicherheit definieren und an Beispielen erläutern.	1. Kennen und Verstehen	Vertraulichkeit, Verfügbarkeit, Integrität
1.3.5.2	Studierende verstehen die Notwendigkeit des Schutzes sensibler Daten und können sowohl Ziele als auch Maßnahmen des Datenschutzes erläutern.	1. Kennen und Verstehen	Rolle der MI!
1.3.5.3	Studierende können Normen, Standards und gesetzliche Grundlagen von Informationssicherheit und Datenschutz skizzieren.	1. Kennen und Verstehen	ISO27001, BSI, ...
1.3.5.4	Studierende können für eine konkrete Situation darstellen, welche Aspekte der Informationssicherheit verletzt wurden und welche Auswirkungen dies auf die Patientenversorgung haben kann.	2. Anwendung und Analysieren	
1.3.5.5	Studierende können erläutern, welche Personengruppen jeweils für verschiedene Aspekte der Informationssicherheit verantwortlich sind.	2. Anwendung und Analysieren	

Unterthema 1.3.6. Evaluation und Bewertung von Informationssystemen, einschließlich Studiendesign, Auswahl und Triangulation von (quantitativen und qualitativen) Methoden, Evaluierung von Ergebnis und Auswirkung, ökonomische Evaluierung, unerwünschte Auswirkungen

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.3.6.1	Studierende verstehen die Notwendigkeit, Informationssysteme systematisch bezüglich Effektivität und Effizienz	1. Kennen und Verstehen	

	sowie bezüglich unerwünschter Auswirkungen zu evaluieren.		
1.3.6.2	Studierende sind in der Lage, in einer gegebenen Situation Ziele und Fragestellungen einer Evaluation zu formulieren und diese zu begründen.	2. Anwendung und Analysieren	
1.3.6.3	Studierende kennen wesentliche quantitative und qualitative Methoden der Datenerhebung und Datenauswertung sowie typische Studiendesigns für Evaluationsstudien.	1. Kennen und Verstehen	
1.3.6.4	Studierende kennen die wesentlichen Schritte einer Evaluationsstudie und sind in der Lage, einen Evaluationsplan zu erstellen.	2. Anwendung und Analysieren	
1.3.6.5	Studierende sind in der Lage, über eine Literaturrecherche Evaluationsstudien zu suchen und deren Ergebnis und Qualität kritisch zu würdigen.	3. Bewerten und Sythetisieren	

Unterthema 1.3.7. Systematische Reviews und Metaanalysen, Evidenzbasierte Medizinische Informatik [IMIA: 1.19]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.3.7.1	Studierende können Zweck und Aufbau systematischer Reviews und Metanalysen darstellen und verstehen deren Notwendigkeit als Basis einer Evidenzbasierten Medizinischen Informatik.	1. Kennen und Verstehen	
1.3.7.2	Studierende können zu einer gegebenen Fragestellung systematische Reviews und Metaanalysen suchen und ihre Schlussfolgerung kritisch würdigen.	2. Anwendung und Analysieren	



## Thema 1.4. Institutionsübergreifende Informationssysteme der medizinischen Versorgung (Gesundheitstelematik und Consumer Health Informatics)

Unterthema 1.4.1. Methoden und Ansätze zur regionalen Vernetzung und integrierten Versorgung (eHealth, Telematikanwendungen im Gesundheitswesen, Gesundheitstelematikplattformen, einrichtungübergreifender Informationsaustausch, Versorgungsforschung) [IMIA: 1.10]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.4.1.1	Studierende kennen die wesentlichen Herausforderungen im Gesundheitswesen und die Motivation und den Wertebeitrag telematischer Lösungen, sie kennen die wesentlichen Interaktionsszenarien und können anhand einer Anwendungstaxonomie vorhandene Lösungsansätze einordnen	1. Kennen und Verstehen	Derzeitige Probleme wie demographische Entwicklung, Sektorisierung der Versorgung, Komplexität einrichtungübergreifender Prozesse, Interaktionsszenarien im Gesundheitswesen, Wertbeitrag durch Vernetzung und Unterstützung in den 5 Unterstützungsdimensionen Verarbeitung, Dokumentation, Kommunikation, Organisation und Entscheidungsunterstützung, Anwendungstaxonomie jeweils für Versorgung - Lehre und Ausbildung -Forschung, Webservices als Integrationstechnologie
1.4.1.2	Studierende kennen die wichtigsten Aspekte von und Lösungsansätze für verteilte Systeme und verstehen wie Informationssysteme zusammenarbeiten und auf welchen Ebenen Integration erfolgen muss und können Lösungsansätze analysieren und entwerfen	2. Anwendung und Analysieren	Integrations Ebenen: 5 OPD-Viewpoints, die Ebenen technische Integration / Datenintegration / Semantikintegration / Funktionsintegration / Präsentationsintegration / Geschäftsprozessintegration
1.4.1.3	Studierende kennen die gesetzlichen Regelungen für den Aufbau der nationalen Telematikinfrastruktur und ihrer Anwendungen	1. Kennen und Verstehen	Regelungen im SGB V, Rolle der gematik, Vorgeschriebene Anwendungen VSDM, Medikationsplan, Notfalldatensatz, Elektronische Patientenakte, Patientenfach, Rolle der Karten, Sicherheitsinfrastruktur gemäß SGB
1.4.1.4	Studierende kennen die wesentlichen Komponenten einer Gesundheitstelematikplattform	1. Kennen und Verstehen	Elemente der Handlungsinfrastruktur, der Technikinfrastruktur, der

	sowie dafür vorhandene Standards sowie die Elemente der geplanten nationalen Telematikinfrastruktur (TI)		Sicherheitsinfrastruktur und der Anwendungsinfrastruktur, Terminologieserver und CTS 2, Health Provider Directory und IHE-Profil, die Rolle von OIDs, TI-Komponenten Konnektor/eGK/HBA/Kiosk/Netze und Zusammenspiel an den Beispielen VSDM und Notfalldaten, Grundstruktur des KV-Safenet
1.4.1.5	Studierende kennen den CDA-basierten elektronischen Arztbrief und seine Möglichkeiten für eine Arztbriefkommunikation und können Kommunikationslösungen bewerten und planen und umsetzen	3. Bewerten und Sythetisieren	CDA-Arztbrief allgemein, spezielle Nutzung für Befundübermittlungen, Verarbeitungsprozesse im sendenden und empfangenden System, Parsen von Briefen für Datennutzung im empfangenden System, Vorgehen beim Entwurf neuer Kommunikationen auf Basis des CDA-Arztbriefes, Benutzungsaspekte in den Primärsystemen
1.4.1.6	Studierende kennen das Potenzial für die Versorgungsforschung und ein lernendes Gesundheitssystem	1. Kennen und Verstehen	Versorgungsforschung und Versorgungsdaten, prinzipieller Aufbau von Telematiklösungen für die Versorgungsforschung, die Rolle von Registern, das Konzept eines lernenden Gesundheitswesens, Interoperabilitätsnotwendigkeiten für Datensammlungen für die Versorgungsforschung und ein lernendes Gesundheitssystem

Unterthema 1.4.2. Struktur, Design- und Analyseprinzipien für Gesundheitsakten einschließlich der Begriffe Datenqualität, Minimaldatensatz sowie Architektur und allgemeine Anwendungen von elektronischen Patienten- und Gesundheitsakten [IMIA: 1.12]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.4.2.1	Studierende kennen die Ziele von einrichtungsübergreifenden Akten und den Wertebeitrag in Abgrenzung zur reinen Punkt2Punkt-Arztbriefkommunikation, sie	1. Kennen und Verstehen	Unterschied institutionelle Akten und einrichtungsübergreifende Akten, einrichtungsübergreifende Aktentypen: Fallakte, arztgeführte Pateintenakte, patientengeführte Gesundheitsakte, Notfalldaten und

	kennen verschiedenen Aktentypen und deren Merkmale und Einteilungskriterien im Detail und können Lösungsansätze für gegebene Problemstellungen skizzieren		Patient Summary Record, Registerakte und integrative Ansätze. Prinzipielles Zusammenspiel von Primärsystemen und Aktensystemen an einem Fallbeispiel.
1.4.2.2	Studierende kennen den Unterschied zwischen Dokumentenakten und granularen phänomenbasierten Akten sowie Standards zu den Paradigma	2. Anwendung und Analysieren	Prinzipielle Paradigma, resultierende Grunddatenmodelle, IHE/XDS, ISO 13606, openEHR, die Rolle von FHIR für Akteninteroperabilität
1.4.2.3	Studierende kennen die verschiedenen Aspekte, die beim Einsatz von einrichtungsübergreifenden Aktensystemen zu berücksichtigen sind und was dies für die Interoperabilität zwischen Aktensystem und Primärsystemen bedeutet und können Lösungen hinsichtlich dieser Aspekte analysieren und konzipieren	3. Bewerten und Sythetisieren	Informationsstrukturierung und Semantik, Inhaltsstrategie, Informationssynchronisation, Interoperabilität, Funktionalitäten für verschiedenste Versorgungszwecke, Datenschutzaspekte allgemein und im speziellen Aspekte des Rechtemanagements
1.4.2.4	Studierende kennen den Einsatz und Wertebeitrag von Aktensystemen für verschiedene Versorgungsszenarien, Integration von Telemonitoring und Akte	2. Anwendung und Analysieren	Versorgungsszenarien konkret und Akteneinsatz: Demenzversorgung, geriatrische Versorgung, Palliativversorgung, Monitoring und Versorgung von KHK-Patienten, psychiatrische Versorgung
1.4.2.5	Studierende kennen fortgeschrittene Anwendungsaspekte auf Grundlage von Aktensystemen	1. Kennen und Verstehen	Aktensysteme als Basis für ein Behandlungsmanagement, einrichtungsübergreifende klinische Pfade und Behandlungssteuerung, teamorientiertes Handeln verschiedener Berufsgruppen, problemorientiertes Krankenblatt nach Weed, Akte als Basis für entscheidungsunterstützende Mechanismen

Unterthema 1.4.3. Eigenschaften, Funktionalitäten und Beispiele von Informationssystemen zur Unterstützung von Patienten und der Bevölkerung (z.B. Architektur und Anwendung von patientenorientierten Informationssystemen, persönliche Gesundheitsakten, sensorgestützte Informationssysteme, Health Apps) [IMIA: 1.9]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.4.3.1	Studierende kennen aktuelle Trends und die Rollenveränderungen im Gesundheitswesen durch den Informatik-Einsatz sowie die prinzipiellen Unterstützungsmöglichkeiten für Patienten	1. Kennen und Verstehen	Krankheitsphasen und Patientenbedarfe, Patientensouveränität und -selbstmanagement, die Rolle der IT im Patienten-Arzt-Verhältnis, Health Literacy-Anwendungen, positive und kritische Aspekte einer neuen Rollenverteilung, virtuelle Patientencommunities/Foren
1.4.3.2	Studierende kennen die prinzipiellen Funktionalitäten von Aktensystemen für den Patienten und können Lösungen auf ihren Unterstützungsgehalt für Patienten analysieren	2. Anwendung und Analysieren	Selbstdokumentation, Selbstorganisation, elektronische Kommunikation mit Behandlungsteammitglieder, kontextsensitive Literacy-Recherche und Verwaltung, Beispiel OpenNotes der Harvard University
1.4.3.3	Studierende kennen die Ziele, Funktionsweise und verschiedenen Implementierungsmöglichkeiten von Health-Apps, Health-Apps und Zusammenspiel mit Aktensystemen	2. Anwendung und Analysieren	Health-Apps und Gesundheitshandeln, prinzipielle Ausprägungen (rein lokal, lokal mit Hintergrundsystem, zentral als Web-App), Datenschutzaspekte, Taxonomie von Health Apps, Anwendungsbeispiele z.B. Diabetes, Adipositas, Medikationsmanagement
1.4.3.4	Studierende kennen das Grundmodell für Telemonitoring und Einsatz und Einbindung von Sensoren für verschiedene Zwecke	1. Kennen und Verstehen	Prinzipielle Modelle für Telemonitoring gemäß VDI, Zusammenspiel Sensoren und Apps bzw. Hintergrundsysteme, Sensortechnologien, integratives Anwendungsbeispiel AAL

## Thema 1.5. Medizinisch-technische Informatik und Bioinformatik

Unterthema 1.5.1. Bioinformatik und Systemmedizin (inkl. Biomedizinische Modellierung und Simulation) [IMIA: 1.15 mit Ergänzung]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.5.1.1	Datenmanagement in der Bioinformatik	1. Kennen und Verstehen	1. Öffentliche molekularbiologische Ressourcen und Datenbanken. 2. Strukturierung von biomedizinischem Wissen 3. Integration von biologischem und medizinischem Vorwissen
1.5.1.2	Sequenzanalyse	2. Anwendung und Analysieren	1. Alignment, 2. Sequenzdatenbanksuche, 3. Phylogenie
1.5.1.3	Molekulare Strukturen und Pathways	1. Kennen und Verstehen	1. Protein 3D-Strukturmodellierung, 2. RNA-Strukturen 3. Molekulare Netzwerke und Pathways 4. Funktionsvorhersage
1.5.1.4	Analyse von Hochdurchsatz-Daten (Omics)	3. Bewerten und Sythetisieren	1. grundlegende statistische Analysen (deskriptiv, lineare Regression, ANOVA), 2. Visualisierung von Hochdimensionalen Daten (Heatmap, Vulcano-Plot, Verteilungen). 3. Klassifikation und Prädiktion (Therapieansprechen, Survival, klinische Endpunkte)
1.5.1.5	Systemische Modellierung	2. Anwendung und Analysieren	1. Systembiologie und Modellierung biologischer und medizinischer Prozesse. 2. Systemmedizin und Umsetzung von systemischen Modellen in klinischer Forschung und Routine

Unterthema 1.5.2. Biomedizinische Bild- und Signalverarbeitung [IMIA: 4.1]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.5.2.1	Die Studierenden können grundlegende Verfahren zur medizinischen Bildverarbeitung einordnen und charakterisieren.	1. Kennen und Verstehen	Punktoperatoren (Histogrammoperationen etc.) , lokale Operatoren (Kanten- und Glättungsfilter), Segmentierungsverfahren:

			Schwellwertbasierte Segmentierung und Region Growing, morphologische Operatoren, rigide und affine Registrierung, quantitative Analyse med Bilddaten (Abstands- und Winkelmessung, ROI-Analyse etc.)
1.5.2.2	Sie können verschiedene Methoden der Segmentierung, der Clusteranalyse und der statistischen Mustererkennung unterscheiden und anhand der implizit verwendeten, unterschiedlichen Modellannahmen und Eigenschaften charakterisieren. Sie sind in der Lage, diese Verfahren zur Segmentierung medizinischer multispektraler Bilddaten sowie zur Objekterkennung einzusetzen.	2. Anwendung und Analysieren	Region-Growing, schwellwertbasierte Segmentierung, Clusteranalyse und Klassifikatoren zur Bildsegmentierung: K-Means-Verfahren, Bayes-Klassifikation, ML-Klassifikation, Euklidischer und Mahalanobis-Klassifikator, K-NN-Klassifikation
1.5.2.3	Sie können Segmentierungsergebnisse verschiedener Verfahren anhand etablierter Gütemaße evaluieren und einen objektiven Vergleich der Güte verschiedener Segmentierungsmethoden in der praktischen Anwendung durchführen.	2. Anwendung und Analysieren	Gütemaße: Dice-Koeffizient, Hausdorff-Distanz, Mittlere Kontur- und Oberflächendistanz etc
1.5.2.4	Sie sind befähigt, die Eigenschaften rigider und affiner Bildregistrierungsmethoden einzuschätzen und für ein konkretes Registrierungsproblem Ähnlichkeitsmaße und Regularisierungsterme problemspezifisch auszuwählen und zu parametrisieren.	2. Anwendung und Analysieren	Merkmalsraum, Ähnlichkeitsmaß (SSD, Mutual Information), Suchraum
1.5.2.5	Sie können grundlegende Bildverarbeitungsalgorithmen implementieren und in Kombination mit in einer Programmbibliothek verfügbaren medizinischen	2. Anwendung und Analysieren	Punktoperatoren (Histogrammoperationen etc.) , lokale Operatoren (Kanten- und Glättungsfilter), Segmentierungsverfahren: Schwellwertbasierte Segmentierung und Region

	Bildverarbeitungsmodulen zum Einsatz bringen.		Growing, morphologische Operatoren, rigide und affine Registrierung, quantitative Analyse med Bilddaten
1.5.2.6	Sie haben die Fähigkeit durch Nutzung verschiedener Softwaretools problemadäquate medizinischer Bildanalysesysteme zu entwickeln. Sie können hierbei komplexe Aufgaben analysieren, in Teilaufgaben gliedern und in arbeitsteiliger Implementierung umsetzen.	2. Anwendung und Analysieren	Z.B. mit MatLab, ITK oder VTK

Unterthema 1.5.3. IT-gestützte medizintechnische Verfahren (RÖ, CT, MR, Angio-, Sono-, Szintigraphie, Endoskopie , TEE/TTE, Neurophysiologie (EEG, NLG, EMG))

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.5.3.1	Studierende kennen die wichtigsten bildgebenden Verfahren der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik sowie der Sonographie und Endoskopie, deren grundlegenden technischen Prinzipien, deren typisches Indikationsspektrum sowie resultierende Datenformate und Bearbeitungsverfahren.	1. Kennen und Verstehen	Digitale Radiographie, CT, MRT, Angiographie u.a., Funktionsdiagnostik: Szintigraphie, PET-CT, etc., DICOM-Standard  Sonographie und Spezialverfahren wie Hochfrequenzsonographie, Doppler-Sonographie, TTE (transthorakale Echokardiographie) und TEE-transösophageal (Schluckecho)  Endoskopie und Spezialverfahren wie Kapselendoskopie, Doppelballon-Endoskopie etc.
1.5.3.2	Studierende kennen die wichtigsten diagnostischen Verfahren der Neurophysiologie deren grundlegenden technischen Prinzipien, deren typisches Indikationsspektrum sowie resultierende Datenformate und Bearbeitungsverfahren.	1. Kennen und Verstehen	EEG, NLG, EMG etc.
1.5.3.3	Studierende kennen die wesentlichen Standards und Standardisierungsinitiativen im	2. Anwendung und Analysieren	DICOM, IHE, etc.

	Kontext bildgebender und signalverarbeitender Diagnostik und können diese anwenden.		
1.5.3.4	Studierende kennen die wesentlichen Anforderungen, die sich aus dem Medizinproduktegesetz bzw. der Europäischen Medizingeräteverordnung für die Entwicklung von Medizingeräten ergeben.	1. Kennen und Verstehen	MPG, Risikomanagement, Zulassungsverfahren und Regulierungsbehörden
1.5.3.5	Die Studierenden können Signaldaten auswerten, präsentieren und bezüglich der Qualität und der inhaltlichen Informationen beurteilen. Sie sind in der Lage, relevante Informationen in den Daten zu identifizieren.	2. Anwendung und Analysieren	Pragmatischer Bezug ist das Erkennen von Anomalien in der Menge der Signale als Grundlage der Diagnostik.
1.5.3.6	Studierende können die grundlegenden Prinzipien des Aufbaus medizinischer Geräte praktisch in Testumgebungen anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	
1.5.3.7	Studierende können einfache sensorbasierte Messsysteme für die Aufnahme von Biosignaldaten entwickeln. Sie sind konzeptionell in der Lage, ein Medizingeräte-Entwicklungsprojekt gemäß den Bestimmungen und Anforderungen des Medizinproduktegesetzes aufzusetzen	3. Bewerten und Sythetisieren	

#### Unterthema 1.5.4. Integration der Medizintechnik in Informationssysteme des Gesundheitswesens

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.5.4.1	Studierende kennen die typischen, technischen Integrations- und Architekturkonzepte für Medizingeräte in	1. Kennen und Verstehen	Integration in KIS, KAS, PDMS etc. über ggf. Kommunikationsserver und Übertragungsstandards.



	Informationssysteme des Gesundheitswesens.		
1.5.4.2	Studierende kennen die typischen Datenübertragungsstandards und semantischen Bezugssysteme für die Integration von Medizingeräten und können diese anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	HL7, DICOM, GDT, SNOMED, LOINC, OID, UCUM, IHE etc.
1.5.4.3	Studierende kennen die Funktionsweise eines Kommunikationsservers und können diesen für Integrationsaufgaben konfigurieren.	2. Anwendung und Analysieren	
1.5.4.4	Studierende kennen die organisatorischen und regulatorischen Anforderungen an die Integration von Medizingeräten im Spannungsfeld von Verantwortlichkeit, Technik, Organisation, Arbeitsabläufe/Betrieb und Sicherheit und können ein Integrationsprojekt aufsetzen.	3. Bewerten und Sythetisieren	MPG, Betreiberverantwortung, Risikomanagement (ISO 80001-1), etc.

Unterthema 1.5.5. Gesundheitsunterstützende Technologien, Ubiquitous Computing, Ambient Assisted Living [IMIA 4.3]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.5.5.1	Die Studierenden erläutern rechtliche Aspekte gesundheitsunterstützender Technik im Sinne der Medical Device Regulation und der Datenschutzgesetzgebung und nehmen eine Einordnung geplanter Vorhaben vor.	1. Kennen und Verstehen	EU-Medizinprodukte-Verordnung; Software als Medizinprodukt und Zuordnung gesundheitsunterstützender Technologien zu den Produktklassen; EU-Datenschutz-Grundverordnung und Öffnungsklauseln für nationale Gesetzgebung; Datenschutzfolgeabschätzung sowie Technische und organisatorische Maßnahmen (TOMs) für Datenschutz und Datensicherheit im Kontext gesundheitsunterstützender

			Technologien, Ubiquitous Computing und AAL
1.5.5.2	Die Studierenden können raumfeste und mobile bzw. tragbare Sensoren über Schnittstellen in Informationssysteme einbinden und die Qualität des Datenstroms bewerten.	2. Anwendung und Analysieren	Sensortypen und grundlegende Funktionsprinzipien; Sensorbezogene Datenformate, -schnittstellen und Kommunikationsstandards (u.a. MQTT/MQTT-SN, SSI); Quellen und Häufigkeit von Signalstörungen; Algorithmische Detektion und Klassifikation von Signalanomalien; Standards des Internet of Things (IoT)
1.5.5.3	Die Studierenden erläutern Definition, Einsatzszenarien und technische Ansätze für Ambient Assisted Living (AAL) und AAL Systeme (AALS).	1. Kennen und Verstehen	Smart Home Paradigma; Echtzeitmonitoring von Umgebungen; Aktivitätsmodelle und Aktivitätserkennung; Identifikation kritischer Situationen (u.a. Falldetektion); telemedizinisches Gesundheitsmonitoring;
1.5.5.4	Die Studierenden erläutern Ansätze für das Management und die Analyse großer Echtzeitdatenströme.	1. Kennen und Verstehen	Ringspeicherlösungen; Smart Grids, Offene Gateway Plattformen (OSGi); Complex Event Processing; Architekturen (u.a. Lambda Architecture)
1.5.5.5	Die Studierenden begründen die Relevanz von Interprofessionalität und die Notwendigkeit sowie die Probleme intersektoraler Kommunikation.	3. Bewerten und Sythetisieren	Geriatrische Versorgungsstrukturen; Sektorübergreifende Versorgungsprozesse; Technische Aspekte intersektoraler Kommunikation, insbes. unterschiedliche Datenkommunikationsstandards (xDT- vs. HL7-Standards)

Unterthema 1.5.6. Medizinische Robotik und computergestützte Chirurgie [partiell aus IMIA 4.7]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.5.6.1	Studierende können einen Überblick über aktuell in der Medizin verwendete Robotersysteme geben und	1. Kennen und Verstehen	Roboter in der Chirurgie, der Pflege etc.

	typische Krankheitsbilder und Versorgungsszenarien und deren Behandlung bzw. Unterstützung mit Robotersystemen erläutern.		
1.5.6.2	Studierende kennen die besonderen Anforderungen an die Umgebung und das System für eine roboterassistierte Operation und können Bedingungen für eine roboterassistierte Operation und notwendige Vorbereitungsmaßnahmen benennen.	1. Kennen und Verstehen	Apparative Ausstattung, OP Setting, Teamaspekte, regulatorische Anforderungen u.a.
1.5.6.3	Studierende können die Anwendung eines Robotersystems im Operationssaal anhand typischer Szenarien erläutern und entsprechende Workflows für einen robotergestützten Eingriff entwerfen.	2. Anwendung und Analysieren	
1.5.6.4	Studierende kennen die technischen Aspekte des Einsatzes eines Robotersystems und können diese zur Entwicklung roboterbasierter Systeme anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Kinematik, Trackingsysteme, Kollisionserkennung und -vermeidung, grundlegende Verfahren für die Registrierung von Bilddaten unterschiedlicher Modalitäten und die physikalische Registrierung mit ihren verschiedenen Flexibilisierungsstufe

## Thema 1.6. Informationssysteme in der medizinischen Forschung und Lehre

Unterthema 1.6.1. Eigenschaften, Funktionalitäten und Beispiele von Informationssystemen zur Unterstützung klinischer Forschung (z. B. Klinische Studien, Klinische Register, Datenintegrationszentren)

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.6.1.1	Die Studierenden kennen die wesentlichen, datenbezogenen Geschäftsprozesse der Klinischen Forschung von der Erhebung der Daten an den Studienzentren über die Verifikation und Validierung bis hin zur Aufbereitung der Daten für die biometrische Auswertung. Sie kennen Gesetze und	1. Kennen und Verstehen	Grundlegende Kenntnis von GCP/GEP, Datenerfassungsprinzipien und Datenstrukturen; Kenntnis der „Good Clinical Data Management Practices“(GCDMP) der Society for Clinical Data Management. Kenntnisse über Studienplanung

	Regularien sowie Standards, die national sowie international die Anforderungen an das Datenmanagement in klinischen Forschungsprojekten definieren.		und die Erstellung von Datenmanagementplänen.
1.6.1.2	Studierende können die hierfür relevanten Klassen von Spezialsoftwaresystemen für die klinische Forschung benennen und verstehen deren Einsatzzweck. Sie kennen die wesentlichen Datenaustauschstandards der klinischen Forschung und verstehen deren Beschreibungsumfang. Sie kennen und verstehen Architekturkonzepte von Datenintegrationszentren und die hierfür relevanten Basistechnologien.	1. Kennen und Verstehen	Electronic Data Capturing (EDC), Erstellung von Electronic Case Report Form Erstellung (eCRF), Clinical Trial Management Systeme (CTMS), Clinical Data Management Systeme (CDMS), Document Management Systeme (DMS), Drug Safety Systeme (DSS), Randomisierungssysteme, ePRO-Systeme (Patient Reported Outcome), Metadaten-Repositories, Clinical Data Warehouses; Architekturen von Datenintegrationszentren; CDISC-Standards (SDTM, ODM etc.)
1.6.1.3	Die Studierenden können die Schritte der Durchführungsphase im klinischen Datenmanagement detailliert beschreiben. Sie können die Dateneingabe und ihre Verifikation ebenso wie Datenimport und die Validierung der Daten unter Einsatz der hierfür relevanten Spezialsoftware planen, implementieren und durchführen.	2. Anwendung und Analysieren	Durchführung einer Beispiel-Studie mit einem CDMS, Methoden der Datenerfassung und Qualitätskontrolle auf Basis des Entwurfs von eCRFs resp. klinischer Datenbankmodelle, Validierung klinischer Datenbankmodelle, Query-Prozess, Medizinische Kodierung, Aufgaben/Berufsbilder des Clinical Data Managers.
1.6.1.4	Studierende kennen Aufgabe und Aufbau der verschiedenen medizinischer Register, sie kennen die Anforderungen an Softwaresysteme für Medizinische Register und verstehen deren Einsatzzweck.	1. Kennen und Verstehen	Public Health Register, Register der Versorgungsforschung, Epidemiologische Register, klinische Register, Krebsregister, Pharmakovigilanzregister, Qualitätsregister etc. Softwaresysteme für Register.

Unterthema 1.6.2. Methoden und Werkzeuge der Informatik zur Unterstützung der Lehre (einschl. Fernlehre), Nutzung relevanter Lehrtechnologien einschl. Internet und WWW

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.6.2.1	Studierende kennen grundlegende Begriffe des technologiegestützten Lehren und Lernens wie z.B. MOOC, Lernmanagementsystem, Gamification oder Serious Games for Health und wissen, wann diese Konzepte bzw. Werkzeuge nutzbringend für die Ausbildung, Aufklärung oder Therapie eingesetzt werden können.	1. Kennen und Verstehen	
1.6.2.2	Studierende wissen, was hinsichtlich des Urheberrechts bei der Erstellung von Lehr-/Lernanwendungen bzw. Lehr-/Lernmaterialien zu beachten ist und welche Ausnahmeregelungen für Forschung und Lehre gelten.	1. Kennen und Verstehen	
1.6.2.3	Studierende kennen die grundlegenden Formen des technologiegestützten Lehren und Lernens und sind insbesondere in der Lage, Hypertexte mit Hilfe von HTML zu erstellen.	2. Anwendung und Analysieren	
1.6.2.4	Studierende können Vortragsaufzeichnungen erstellen und im Internet bzw. Intranet verfügbar machen.	2. Anwendung und Analysieren	
1.6.2.5	Studierende sind in der Lage, selbständig neues Wissen im Internet und in einschlägigen Literaturdatenbanken zu recherchieren und sich zu erarbeiten (Fähigkeit zum Lebenslangen Lernen).	3. Bewerten und Sythetisieren	ggf. in anderes Kapitel packen (übergreifendes Thema). Habe es aber mal hier reingepackt, damit es nicht verloren geht.

Unterthema 1.6.3. Bereitstellung und Zugriff auf medizinisches Wissen

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
1.6.3.1	Die Studierenden können relevante Phasenmodelle des Wissensmanagements skizzieren und erläutern.	1. Kennen und Verstehen	Nonaka-Takeuchi-Zyklus, McElroy-Zyklus, Wiig-Zyklus
1.6.3.2	Die Studierenden kennen und nutzen relevante Quellen für den systematischen Wissenszugriff.	2. Anwendung und Analysieren	Institutionelle Quellen (z.B. PubMed, NGCH/AWMF, RKI); Schlagwort vs. Suchwortsuche; Abfrage-Syntax relevanter Quellen; Einschlägige Application Programming Interfaces (z.B. NCBI-APIs)
1.6.3.3	Die Studierenden können Methoden der semantischen Indexierung von Wissen erläutern und nutzen sowie den hierzu nötigen Transfer verwandter Kompetenzen aus dem Kontext der medizinischen Dokumentation und Terminologearbeit leisten.	1. Kennen und Verstehen	Rolle von Terminologiesystemen und Klassifikationen bei der Verschlagwortung von Inhalten. Implementierung und Nutzung von Metadata-Repositories und Ontologien; Techniken des Semantic Web (RDF, SPARQL)
1.6.3.4	Die Studierenden können relevante Ansätze zur Qualitätssicherung von (Internet)-Quellen für Gesundheitsinformationen beschreiben und selbst zur Bewertung verwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Kriterien und Anwendungsrahmen von HON, afgis; DISCERN-Instrument; Fact Sheets und Fact Boxes; Institutionelle und Organisatorische Infrastruktur
1.6.3.5	Die Studierenden können Maße für die Retrievalqualität erläutern und zur Bewertung einsetzen.	2. Anwendung und Analysieren	Recall, Precision, Accuracy, True negative rate, F-Measures

## Kapitel 2. Kompetenzen im Bereich Medizin, Gesundheit und Biowissenschaften, Organisation des Gesundheitswesens

### Thema 2.1. Medizin, Gesundheit und Biowissenschaften

Unterthema 2.1.1. Grundlagen der Funktionsweise des menschlichen Körpers (Anatomie, Physiologie, Mikrobiologie, Genetik, klinische Fachgebiete wie Innere Medizin, Chirurgie etc.) [IMIA: 2.1]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
2.1.1.1	Studierende kennen die Grundlagen der Anatomie, Pathologie, Pharmakologie und Physiologie des Menschen	1. Kennen und Verstehen	Grundlagen der Anatomie, Pathologie, Histologie, Physiologie und Pharmakologie des Menschen
2.1.1.2	Studierende kennen die Grundlagen der Mikrobiologie, Labormedizin und Humangenetik	1. Kennen und Verstehen	Inkl. LOINC, Snomed CT, ICD-10
2.1.1.3	Studierende können die Erkenntnisse aus den Grundlagenfächern in den klinischen Fächern (Chirurgie, Innere Medizin, Gynäkologie) anwenden (Diagnostik und Therapie) und analysieren die Anforderungen an die IT.	2. Anwendung und Analysieren	Anforderungskataloge an klinische IT erstellen.
2.1.1.4	Studierende können die Erkenntnisse aus den Grundlagenfächern in speziellen klinischen Fächern (Psychiatrie, Neurologie, Anästhesie, Radiologie, Dermatologie...) anwenden und bewerten (Diagnostik und Therapie) und analysieren die Anforderungen an die IT.	3. Bewerten und Sythetisieren	Anforderungskataloge an klinische IT erstellen.

Unterthema 2.1.2. Grundlagen der Gesundheit aus einer physiologischen, soziologischen, psychologischen, ernährungswissenschaftlichen, emotionalen, umweltbezogenen, kulturellen, spirituellen Perspektive und ihre Beurteilung [IMIA: 2.2]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
2.1.2.1	Studierende kennen die Grundlagen der Gesundheit aus physiologischer, soziologischer, ernährungswissenschaftlichen,	1. Kennen und Verstehen	

	umweltbezogenen, kulturellen und spirituellen Perspektiven.		
2.1.2.2	Studierende können die Anforderungen an IT auf den Grundlagen physiologischer, soziologischer, ernährungswissenschaftlichen, umweltbezogenen, kulturellen und spirituellen Perspektiven analysieren.	2. Anwendung und Analysieren	

Unterthema 2.1.3. Grundlagen der klinischen und medizinischen Entscheidungsfindung und diagnostischer und therapeutischer Strategien [IMIA: 2.3]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
2.1.3.1	Studierende wissen, welchen regulatorischen Vorgaben der Arzneimittelmarkt unterliegt und welche IT-Systeme dort eine Rolle spielen. Sie kennen die wesentlichen Akteure und Ihnen ist bewusst, welche wichtige Rolle Arzneimittelinformationssysteme und -prüfungen im E-Health Umfeld spielen.	1. Kennen und Verstehen	Behördenanforderungen: Regulative Anforderungen an ePharma. eRezept, Medikationsplan, Arzneimitteltherapiesicherheit (AMTS)
2.1.3.2	Formale Entscheidungsfindungssprachen - und mechanismen können angewendet werden.	2. Anwendung und Analysieren	ARDEN Syntax, Data analytics with Snomed CT, Big Data
2.1.3.3	Studierende können große Datenmengen bewerten und synthetisieren.	3. Bewerten und Sythetisieren	

Unterthema 2.1.4. Überblick über wichtige diagnostische und interventionelle Verfahren

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
2.1.4.1	Die Studierenden erhalten Kenntnisse und Einblicke in die wichtigen medizinisch-technischen Routineverfahren. Sie werden mit den Einsatzgebieten der üblichen	1. Kennen und Verstehen	MRT, CT, Strahlentherapie, NUK, Röntgen, Ultraschall, Endoskopie, Labor, EKG



	Untersuchungsmaßnahmen in der Akutmedizin vertraut gemacht.		
2.1.4.2	Die Studierenden kennen die Funktion und den Nutzen medizinischer Diagnose- und Therapiegeräte (Sensortechnik, Schnittstellen) sowie die ihnen zugrundeliegenden physikalischen und mathematischen Sachverhalte.	1. Kennen und Verstehen	IEEE 11073, Sensorik, Consumer Healthcare (APPS)
2.1.4.3	Die Studierenden analysieren das Zusammenwirken der IT und der medizinischer Diagnose- und Therapiegeräte.	2. Anwendung und Analysieren	ISO 80.001

Unterthema 2.1.5. Prinzipien der evidenzbasierten Versorgung (Grundlagen klinischer Forschung, Evidenzbasierte Medizin, evidenzbasierte Pflege) [IMIA: 2.6]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
2.1.5.1	Die Studierenden erlernen Kenntnisse der wichtigsten Methoden des EBM und Health Technology Assessments sowie deren Anwendungsgebiete.	1. Kennen und Verstehen	IQWiG, Literaturrecherche, Literaturdatenbanken
2.1.5.2	Die Studierenden sollen Fachliteratur aus Epidemiologie und HTA kritisch beurteilen und Erkenntnisse daraus für eigene Arbeiten anwenden können.	2. Anwendung und Analysieren	HTA Berichte analysieren
2.1.5.3	Die Studierenden können Klinische Studien verstehen, konzipieren und in einen Gesamtzusammenhang einordnen.	2. Anwendung und Analysieren	Datenbanken (internat.) kennen, Studienplanung, Studiendesign, Durchführung, Studiendokumentation, Good Clinical Practice (CPMP/ICH/135/95)
2.1.5.4	Studierende können "Big Data" in den Zusammenhang mit evidenzbasierter Forschung und klinischen Studien bringen.	2. Anwendung und Analysieren	

## Thema 2.2. Organisation des Gesundheitswesens

Unterthema 2.2.1. Organisation von Gesundheitseinrichtungen und des Gesundheitswesens, interorganisatorische Aspekte, Integrierte Versorgung [IMIA: 2.4]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
2.2.1.1	Studierende haben ein grundlegendes Verständnis des deutschen Gesundheitssystems, der politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen und der zentralen Abläufe und Akteure in Organisationen des Gesundheitswesens.	1. Kennen und Verstehen	Politische und Selbstverwaltungsorganisationen: Bundesministerium für Gesundheit (BMG), Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA), Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG), Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG), Kassenärztliche und -zahnärztliche Vereinigungen, Krankenhausgesellschaft, Ärzte-, Zahnärzte-, Psychotherapeuten- und Apothekerkammern, Nicht-ärztliche Heilberufe, Patientenorganisationen und Selbsthilfe, etc.
2.2.1.2	Studierende kennen Aufbau und Organisationsstruktur von Einrichtungen der ambulanten und stationären Gesundheitsversorgung sowie integrierte Versorgungskonzepte und die damit zusammenhängenden, institutionsübergreifenden Leistungsprozesse.	1. Kennen und Verstehen	Kennzahlen von Kliniken (Stationäre Betten, Fallzahlen stationär/ambulant, CMI). Krankenhaus-Klassen (Grundversorgung, Regelversorgung, ...), Träger von Krankenhäusern (privat, freigemeinnützig, öffentlich Land, Stadt, Landkreis, Bezirk, Berufsgenossenschaften etc.). Ambulante Versorgung (Hausarzt, Facharzt, MVZ, ...). Medizinische Dienstleister (Physiotherapeuten, ...). Akut- u. Reha-Kliniken.
2.2.1.3	Studierende können ausgewählte Gesundheitssysteme im internationalen Vergleich gegenüberstellen.	1. Kennen und Verstehen	

Unterthema 2.2.2. Politische und regulatorische Rahmenbedingungen für die Informationsverarbeitung im Gesundheitswesen [IMIA: 2.5]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
2.2.2.1	Die Studierenden können wesentliche Grundsätze und gesetzlichen Regelungen des Datenschutzes und der IT-Sicherheit benennen und anwenden. Sie kennen die wesentlichen Institutionen und Einrichtungen des Datenschutzes und der IT-Sicherheit.	2. Anwendung und Analysieren	Insb. DSGVO (Datenschutz-Grundverordnung der Europäischen Union), IT-Sicherheitsgesetz, etc.; Datenschutzbeauftragte/-behörden des Bundes und der Länder, BSI etc.
2.2.2.2	Studierenden kennen die regulatorischen Anforderungen an die Entwicklung medizinischer Software und können sie anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Medical Device Regulation/Medizinprodukteverordnung, Medizinproduktegesetz (MPG), Verordnungen, IEC 62304, Sicherheitsklassifizierung und Zusammenspiel mit Risikomanagement gem. ISO 14971, Usability-Anforderungen etc.
2.2.2.3	Studierende kennen die rechtlichen Grundlagen der medizinischen Dokumentation.	1. Kennen und Verstehen	Medizinische Dokumentationspflicht gem. Musterberufsordnung für Ärzte (§ 11 Abs. 1 MBO), relevante Paragraphen des StGB und BGB, Patientenrechtegesetz, gesetzliche Regelungen zur Archivierung von Krankenunterlagen (z.B. Röntgenverordnung), Regelungen zur digitalen Signatur (eIDAS-Verordnung (EU), Vertrauensdienstegesetz) und Beweiswerterhaltung (BSI TR-03125 - BSI), etc.
2.2.2.4	Die Studierenden kennen die nationalen und internationalen regulatorischen Anforderungen und (Daten-)Standards für die medizinische Forschung und können sie anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Phasen der klinischen Arzneimittelentwicklung mit ihren vorrangigen Zielen einschließlich aktueller nationaler und internationaler Gesetze bzw. Regularien und ethischer Standards, die in der Arzneimittelentwicklung national bzw. weltweit zu berücksichtigen sind. Gute Klinische Praxis (GCP)

			bei der Planung, Durchführung und Auswertung einer klinischen Studie. Datenstandards wie CDISC etc.
2.2.2.5	Studierenden kennen die regulatorischen Rahmenbedingungen telemedizinischer Betreuung.	1. Kennen und Verstehen	MBO (Fernbehandlung), Digitale-Versorgung-Gesetz (DVG), Terminservice- und Versorgungsgesetz–TSVG, etc.

Unterthema 2.2.3. Gesundheitsmanagement, Gesundheitsökonomie, Qualitäts- und Ressourcenmanagement im Gesundheitswesen, Initiativen zur Patientensicherheit, Dienste für die öffentlichen Gesundheit, Wirkungsbeurteilung [IMIA: 2.7]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
2.2.3.1	Studierende haben einen Überblick über die Vergütungsstrukturen im deutschen Gesundheitswesen und kennen die unterschiedlichen Vergütungssysteme im ambulanten und stationären Sektor. Sie verstehen die hiermit verknüpfen Anreizstrukturen und deren Wirkung.	1. Kennen und Verstehen	Abrechnung ambulanter Leistungen (GOÄ, EBM), stationärer Leistungen (DRG-System) etc.
2.2.3.2	Studierende haben ein grundlegendes Verständnis der Konzepte und regulatorischen Rahmenbedingungen der Qualitätssicherung in der Medizinischen Versorgung. Sie können Dokumentations- und Auswertungssysteme fokussiert auf die Qualitätssicherung entwickeln.	2. Anwendung und Analysieren	Grundlegende Begriffe und Zusammenhänge: Qualität, Qualitätssicherung, Qualitätsmanagement; Patientenorientierung und Patientenzufriedenheit als Ziele des Qualitätsmanagement; Beurteilung von Qualität im Gesundheitswesen und Bedeutung von Qualitätsindikatoren; Methoden der Qualitätssicherung, z.B. gesetzliche Qualitätssicherung, Qualitätssicherung durch Routinedaten, externe Qualitätsvergleiche, Risikoadjustierung für Qualitätsvergleiche, Benchmarking, Peer Review, Mindestmengen; Klinisches Risikomanagement; Einführung

			und Weiterentwicklung von Qualitätsmanagementsystemen;  Public und Private Reporting; Pay for Performance; Internationale Vergleiche; Evidence Based Medicine.
2.2.3.3	Studierende kennen die Grundprinzipien des Managements materieller und personeller Ressourcen im Hinblick auf die besonderen Anforderungen der med. Dokumentation und Abrechnung in diesem Bereich.	1. Kennen und Verstehen	Grundlagen und Zusammenhänge des Einkaufs- und Lagermanagements, Warenwirtschaftssysteme, Logistik, Personalplanung. Anforderungen der med. Dokumentation wie Chargendokumentationspflicht, Implantateregister, Implantatepass, materialbasierte Kodierung und Liquidation.
2.2.3.4	Studierende kennen zentrale Konzepte, Initiativen und gesetzliche Vorgaben zur Patientensicherheit	1. Kennen und Verstehen	Qualitäts- und Sicherheitsvorgaben wie z.B. im Arzneimittel- und Medizinproduktegesetz, Infektionsschutzgesetz; Verpflichtungen zur Qualitätssicherung (externe Qualitätssicherung und internes Qualitätsmanagement), z. B. im SGB V, Patientenrechtegesetz, Krankenhausstrukturgesetz, Arzneimitteltherapiesicherheit, OP-Checklisten, etc.
2.2.3.5	Studierenden können das Fachgebiet Public Health und deren Teilbereiche erläutern.	1. Kennen und Verstehen	Teilbereiche: Bekämpfung der Infektionskrankheiten, Sozialmedizin, Gesundheitsschutz, Gesundheitsstatistik und Epidemiologie, Prävention und Gesundheitsförderung, Gesundheitsversorgung, Public Mental Health, Gesundheitssystemforschung

## Kapitel 3. Kompetenzen im Bereich Informatik, Mathematik und Biometrie

### Thema 3.1. Informatik und Computerwissenschaft

Unterthema 3.1.1. Grundlegende Begriffe der Informatik wie Daten, Information, Wissen, Hardware, Software, Computer, Netzwerk, Informationssysteme [IMIA: 3.1]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.1.1.1	Studierende kennen grundlegende Begriffe der Informatik wie Daten, Information, Wissen, Hardware, Software, Computer, Netzwerk, Informationssysteme und können diese gegeneinander abgrenzen.	1. Kennen und Verstehen	
3.1.1.2	Studierende kennen die Teilgebiete der Informatik sowie deren elementare Erkenntnisse und Methoden.	1. Kennen und Verstehen	
3.1.1.3	Studierende verwenden die grundlegenden Begriffe der Informatik in Diskussionen und in schriftlichen Ausarbeitungen korrekt.	2. Anwendung und Analysieren	
3.1.1.4	Studierende können neue technische Entwicklungen und Trends in der Informatik den Teildisziplinen der Informatik begründet zuordnen.	2. Anwendung und Analysieren	

Unterthema 3.1.2. Fähigkeit, Computer zu nutzen: Textverarbeitung und Tabellenkalkulation, einfache Datenbankmanagementsysteme [IMIA: 3.2]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.1.2.1	Studierende kennen grundlegende Funktionalitäten eines typischen Office-Pakets und sind in der Lage zu beurteilen, für welche Art von Problemstellungen welche Office-Werkzeuge sinnvoll eingesetzt werden können.	1. Kennen und Verstehen	...
3.1.2.2	Studierende können Daten mit Hilfe einer Tabellenkalkulation auswerten und visualisieren.	2. Anwendung und Analysieren	

3.1.2.3	Studierende kennen die Möglichkeiten und Grenzen einfacher Datenbankmanagementsysteme und können ein solches System zur Lösung von geeigneten Problemen einsetzen.	2. Anwendung und Analysieren	
3.1.2.4	Studierende sind in der Lage, die Dokumentation von Office-Paketten zur Lösung von Problemen heranzuziehen und entsprechend zu nutzen.	2. Anwendung und Analysieren	z.B. Nachschlagen von Befehlen für Makroprogrammierung

Unterthema 3.1.3. Fähigkeit, elektronisch zu kommunizieren, einschl. elektronischer Datenaustausch mit anderen Gesundheitsdiensteanbietern, Nutzung von Internet/Intranet [IMIA: 3.3]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.1.3.1	Studierende kennen die Unterschiede zwischen Internet und Intranet und wissen, wann Intranet-Anwendungen gegenüber Internet- bzw. Cloud-Lösungen zu bevorzugen sind.	1. Kennen und Verstehen	
3.1.3.2	Studierende kennen die wesentlichen gesetzlichen Vorgaben bzgl. Datenschutz und Datensicherheit und sind in der Lage, diese beim elektronischen Datenaustausch adäquat zu berücksichtigen.	2. Anwendung und Analysieren	
3.1.3.3	Studierende kennen die relevanten Standards zum Datenaustausch im Gesundheitswesen wie z.B. HL7 FHIR und können diese auswählen und für den Datenaustausch nutzen.	2. Anwendung und Analysieren	
3.1.3.4	Studierende kennen und verstehen die Grundlagen von XML, DTD, XML-Schema, XSLT und Werkzeuge zur Bearbeitung von XML-Dateien, wie z.B. XML-Parsern.	1. Kennen und Verstehen	

3.1.3.5	Studierende sind in der Lage, eigene XML-Sprachen zu definieren und für den Austausch von Daten adäquat zu nutzen.	2. Anwendung und Analysieren	
---------	--	------------------------------	--

Unterthema 3.1.4. Methoden der Praktischen Informatik, insb. Programmiersprachen, Software Engineering, Webtechnologien, Algorithmen, Datenstrukturen, Datenbankmanagementsysteme, Werkzeuge zur Informations- und Systemmodellierung, Theorie und Praxis der Informationssysteme, Wissensverarbeitung, Begriffs-/Konzeptrepräsentation und -erhebung, Softwarearchitekturen [IMIA: 3.4]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.1.4.1	Studierende kennen grundlegende Datenstrukturen und dazugehörige Algorithmen.	1. Kennen und Verstehen	
3.1.4.2	Studierende sind in der Lage, die Unified Modelling Language (UML) insbesondere zur Beschreibung von Softwaresystemen einzusetzen.	2. Anwendung und Analysieren	Besonders relevant sind Klassendiagramme, Sequenzdiagramme, Aktivitätsdiagramme und UseCase-Diagramme
3.1.4.3	Studierende sind in der Lage unter Zuhilfenahme von Werkzeugen wie Entwicklungsumgebungen, Systemen zur verteilten Versionsverwaltung, Werkzeugen für die Testautomatisierung usw. objektorientierte Software zu erstellen, zu testen und zu dokumentieren.	2. Anwendung und Analysieren	Die Vermittlung von Entwicklungsumgebungen sollte die verteilte Entwicklung insb. mit Systemen zur verteilten Versionsverwaltung (z.B. Git) einbeziehen.
3.1.4.4	Studierende sind in der Lage, mit Hilfe von HTML, CSS und einer Scriptsprache wie z.B. JavaScript einfache interaktive Webanwendungen zu erstellen.	2. Anwendung und Analysieren	
3.1.4.5	Studierende können grundlegende Kenntnisse der Prinzipien und Methoden von Datenbank-, Informations- und Wissensbasierten Systemen (auf der Basis strukturierter und semistrukturierter Daten) zur Problemlösung anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Studierende müssen in der Lage sein, SQL-92-Anfragen zu programmieren



Unterthema 3.1.5. Methoden der Theoretischen Informatik, z.B. Formale Sprachen, Automatentheorie, Entscheid- und Berechenbarkeit, Komplexitätstheorie, Modellbildung, Simulation, Verschlüsselung/Sicherheit [IMIA: 3.5]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.1.5.1	Studierende kennen die Grundlagen der Berechenbarkeitstheorie, Komplexitätstheorie, Automatentheorie sowie der Theorie der Formalen Sprachen.	1. Kennen und Verstehen	
3.1.5.2	Studierende können berechenbare von nicht berechenbaren Problemen unterscheiden und sind in der Lage, den Aufwand für die Lösung von Problemen abzuschätzen.	2. Anwendung und Analysieren	
3.1.5.3	Studierende sind in der Lage, gespeicherte Daten, die elektronische Kommunikation und den elektronischen Datenaustausch mit anderen Gesundheitsanbietern z.B. durch Auswahl und Nutzung geeigneter Verschlüsselungsverfahren und organisatorischer Maßnahmen gesetzeskonform vor unberechtigten Zugriffen zu schützen.	2. Anwendung und Analysieren	
3.1.5.4	Studierende können aus verschiedensten Datenquellen Kontext identifizieren und herstellen und sind in der Lage Datenbeziehungen in berechenbare Modellstrukturen und –abläufe zu übersetzen, zu visualisieren und zu erklären. Existierende Randbedingungen können benannt und deren Bezug zu einem Modell beschrieben werden.	3. Bewerten und Sythetisieren	
3.1.5.5	Studierende beherrschen gängige Simulationstechniken und sind in der Lage zur Verfügung stehende Daten, Fragestellungen und Simulationsmethoden aufeinander	3. Bewerten und Sythetisieren	

	abzustimmen und lauffähige Modelle zu erstellen, die reproduzierbare Antworten der Modelle auf zuvor definierte Fragestellungen ermöglichen.		
--	--	--	--

Unterthema 3.1.6. Methoden der Technischen Informatik, z.B. Betriebssysteme, Compilerbau, Rechnerarchitekturen, verteilte Systeme, eingebettete Systeme, Netzwerkarchitekturen und -topologien, Telekommunikation, drahtlose Technologien, Virtual Reality, Multimedia [IMIA 3.6]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.1.6.1	Studierende kennen den grundsätzlichen Aufbau, die Funktionsweise und die funktionalen Abläufe von Softwareprogrammen auf von-Neumann Prozessorarchitekturen und kennen Optimierungsmöglichkeiten bei Speicherzugriffen und das Interruptkonzept.	1. Kennen und Verstehen	...
3.1.6.2	Studierende kennen die Grundlagen von Betriebssystemen, sowohl für Desktop- als auch für Mobilprozessoren.	1. Kennen und Verstehen	
3.1.6.3	Studierende kennen relevante Netzwerkarchitekturen und -topologien, können diese in Projekten sinnvoll einsetzen und verstehen die grundlegenden Prinzipien von Netzwerkprotokollen.	2. Anwendung und Analysieren	
3.1.6.4	Studierende kennen die relevanten drahtlosen Technologien und sind in der Lage, anwendungsbezogen die jeweils am besten geeignete Technologie auszuwählen.	2. Anwendung und Analysieren	
3.1.6.5	Studierende sind in der Lage, geeignete Dateiformate für die Übertragung und Speicherung von multimedialen Daten (Bild, Ton,	2. Anwendung und Analysieren	Berücksichtigung der besonderen Anforderungen für die medizinische Diagnostik

	Video) auszuwählen und einzusetzen.		
3.1.6.6	Studierende kennen aktuelle Entwicklungen und Konzepte aus dem Bereich der Computertechnik wie beispielsweise Anforderungen an Mobilgeräte bei Energieeffizienz und Sensordatenverarbeitung, Augmented-, Mixed- und Virtual Reality und können bewerten, inwieweit sich diese zur Problemlösung im Gesundheitswesen einsetzen lassen.	3. Bewerten und Sythetisieren	

Unterthema 3.1.7. Methoden der Kopplung und Integration von Informationssystemkomponenten in verteilten Systemen [i.A.a. IMIA: 3.7]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.1.7.1	Studierende kennen die prinzipiellen Problemstellungen der Interoperabilität von Informationssystemen	1. Kennen und Verstehen	Kommunikation zwischen Menschen und Systemen, syntaktische und semantische Aspekte, Schema- und Semantik-Mismatches zwischen Systemen, Rolle von Terminologieservern
3.1.7.2	Studierende kennen die unterschiedlichen Technologien für Systemkopplungen/Interoperabilität und können diese je nach informatischem Vorwissen anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Datensynchronisationsmechanismen im Überblick, Datenaustausch via eMail, via RFC/RPC, via Webservices, Kurzeinführung SOAP und REST.
3.1.7.3	Studierende können aus gegebenen Informationsmodellen Webservice-Spezifikationen ableiten.	3. Bewerten und Sythetisieren	Schrittweises Vorgehen beim Design von Webservice-Schnittstellen, Umwandlung Klassenmodelle in hierarchische XML-Strukturen, Servicezuschnitt anhand Use Cases bzw. Interaktionsszenarien, Aufstellung Service-Matrix, Definition der WSDL-Dateien.

Unterthema 3.1.8. Umgang mit dem Lebenszyklus von Informationssystemen (Analyse, Anforderungsspezifikation, Implementierung oder Auswahl von Informationssystemen, Risikomanagement, Schulungen) [IMIA: 3.8]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.1.8.1	Studierende kennen den Phasenprozess der Systementwicklung von der Analyse über den Betrieb bis zum End of Live sowie verschiedene Vorgehensmodelle	1. Kennen und Verstehen	Prinzipielle Phasen: Analyse, Design, Implementierung, Test, Abnahme, Einführung, Betrieb / verschiedene Vorgehensweisen: linear - Spiralmodell - agile Methoden
3.1.8.2	Studierende kennen verschiedene Methoden der Anforderungsanalyse und können diese anwenden	2. Anwendung und Analysieren	Analyse durch Auswertung von Unterlagen und Altsystemen, Beobachten, Interviews, Workshops / Qualitätskriterien an Analysen, Konzepte des Requirements Engineering
3.1.8.3	Studierende kennen verschiedene Methoden der Anforderungsspezifikation und können diese anwenden, um Anforderungen strukturiert zu dokumentieren	2. Anwendung und Analysieren	Aussagensammlungen, Use Cases, Interaktionsdiagramme, Verarbeitungsablaufpläne, Mockups, Informationsmodelle / UML-Notation dazu
3.1.8.4	Studierende kennen den Prozess und die Aspekte bei der Auswahl von IT Lösungen und können einen solchen durchführen	2. Anwendung und Analysieren	Verfahren der Markterkundung, Ablauf Ausschreibungen, Rahmenbedingungen für öffentliche Auftraggeber (VOL, EVB-IT), hierarchischer Leistungskatalog, nichtfunktionale Kriterien, Aspekte der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit von Investitionen, Return on Investment, Nutzwertanalyse für Angebotsauswertung, Präsentationen, Bietergespräche, Vertragsaspekte und -verhandlungen
3.1.8.5	Studierende kennen das Vorgehen bei der Einführung von Systemen und kritische Erfolgsfaktoren für den erfolgreichen Einsatz	2. Anwendung und Analysieren	Phasen der Systemeinführung, Methoden und Werkzeuge für Schulungen, Rolle von First- und Second Level Support, Fehlermanagement, Datensicherungs-/Backup-

			Strategien, Datenmigration zwischen Lösungen
--	--	--	--

Unterthema 3.1.9. Methoden des Projektmanagements und Change Managements (insb. Projektplanung, Ressourcenverwaltung, Teammanagement, Konfliktmanagement, Zusammenarbeit und Motivation, Theorien und Strategien für Veränderungsprozesse) [IMIA: 3.9]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.1.9.1	Studierende kennen den Projektbegriff und wie man ein Projekt definiert, Studierende kennen verschiedene Projekttypen bzw. Vorgehens- und Organisationsweisen und können einschlägige Standards nennen	1. Kennen und Verstehen	Definition eines Projektes, Projektphasen und Meilensteine, Spezifikation von Arbeitspaketen, Aufbau- und Ablauforganisation in Projekten, Organisationsformen wie Linien- oder Matrixorganisation, Rollen und rollenspezifische Aufgaben in Projekten; PRINCE, PM Book, Scrum
3.1.9.2	Studierende kennen Methoden und Werkzeuge für die Projektplanung und können diese anwenden	2. Anwendung und Analysieren	Ressourcendefinitionen, Methoden der Aufwandsabschätzung, Erstellung und Aufbau Ressourcen- und Zeitplanung, GANTT-Diagramm, Identifikation des kritischen Pfades, Werkzeuge für Projektplanungen
3.1.9.3	Studierende können eine Projektdokumentation definieren, aufbauen und pflegen	2. Anwendung und Analysieren	Dokumentvorlagen für Projektdokumente, Namenskonventionen, Ablagestrukturen, Indizierungen, Projektdokumentation mittels WIKI und DMS/CMS, kollaborative Erstellung von Projektdokumenten, Dokumentation des Erledigungsstatus und Projektfortschrittes
3.1.9.4	Studierende kennen Methoden und Werkzeuge für die Zusammenarbeit in Projekten und des Teammanagements	2. Anwendung und Analysieren	Aufbau und Inhalte eines Projekthandbuches, Moderation von Gruppen/Moderationstechniken, Vorbereitung und Durchführung von Projektsitzungen, Definition von Berichts- und

			Kommunikationsstrukturen/-wegen, Teamzusammenarbeit, Konfliktbewältigungsstrategien, Automatisierung
3.1.9.5	Studierende kennen Methoden und Werkzeuge für das Qualitäts- und Risikomanagement in Projekten	2. Anwendung und Analysieren	Identifikation von Risiken/Risikoanalyse, Definition und Überwachung von Qualitätsindikatoren, Definition und Umsetzung von Eskalationsketten, Projektüberwachung und Frühwarnsysteme

Unterthema 3.1.10. Grundlegende Konzepte und Anwendungen des Ubiquitous Computing (z.B. Pervasive Computing, sensor-basierte, in die Umgebung integrierte Systeme und Technologien der Gesundheitsversorgung, gesundheitsunterstützende Technologien, ubiquitäre Gesundheit)

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.1.10.1	Studierende kennen die Charakteristika, Methoden, Algorithmen und Technologien aktueller ubiquitärer Systeme.	1. Kennen und Verstehen	Definition und Abgrenzung der Begriffe des Themenfeldes, Architekturkonzepte, Sensorik, mobile Geräte, mobile Kommunikation, Schnittstellen.
3.1.10.2	Studierende kennen typische Anwendungsfelder und -szenarien ubiquitärer Systeme in der Medizin sowie vorhandene regulatorische Anforderungen.	1. Kennen und Verstehen	Diskussion typische Anwendungsfelder ubiquitärer Systeme (Ambient Assisted Living, Ambient Health, Smart Home, etc.) am Beispiel konkreter Projekte und/oder Produkte. Klärung regulatorischer Fragen zum Thema IT-Sicherheit und Datenschutz.
3.1.10.3	Studierende sind in der Lage, ubiquitäre und kontext-sensitive Systeme und Anwendungen im Kontext der Medizin zu entwickeln.	2. Anwendung und Analysieren	Entwicklung kleinerer Anwendungen unter Einsatz ubiquitärer Technologien (Sensorik, Middleware, drahtlose Kommunikation etc.)
3.1.10.4	Die Studierenden sind in der Lage, Chancen und Risiken des Einsatzes ubiquitärer Systeme einzuschätzen und deren Anwendungsnutzen zu bewerten.	3. Bewerten und Synthetisieren	Methodenwissen zur kriterienbasierten Evaluation von Eigenschaften ubiquitärer Systeme.

### Unterthema 3.1.11. Usability Engineering, Human-Computer Interaction, Usability-Evaluation, kognitive Aspekte der Informationsverarbeitung [IMIA: 3.14]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.1.11.1	Studierende kennen die Grundlagen des und den Handlungsrahmen für Usability Engineerings und können Usability-Projekte planen	2. Anwendung und Analysieren	Usability als Konzept, Usability von Anwendungssoftware/Kriterien, die EN ISO 9241 und ihre Teile
3.1.11.2	Studierende kennen die grundlegenden kognitiven Prinzipien und deren Konsequenzen für User Interfaces	1. Kennen und Verstehen	Wahrnehmungssysteme, Aufmerksamkeit, Speichermodelle, Visualisierungsprinzipien
3.1.11.3	Studierende können Usability von Systemen und Anwendungssettings testen	2. Anwendung und Analysieren	Usability-Test- und Evaluierungsmethoden, Auswertung von Nutzungsbeobachtungen/Nutzungsstatistiken etc.
3.1.11.4	Studierende können bedienungsbezogene Anforderungen von Benutzern analysieren und spezifizieren (User Research)	2. Anwendung und Analysieren	Benutzergruppen und -profile, Spezifikation Nutzungskontext, Methoden der Benutzungsanalyse, Kontextanalyse
3.1.11.5	Studierende können Benutzungsanforderungen in Prototypen umsetzen	3. Bewerten und Synthetisieren	Designprinzipien nach ISO 9241-110, Erstellung von Mockups für verschiedene Zielumgebungen (klassische Anwendung, Webanwendung, App)

## Thema 3.2. Mathematik, Biometrie und Entscheidungsunterstützung

### Unterthema 3.2.1. Mathematik: Algebra, Analysis, Logik, diskrete Strukturen, numerische Mathematik, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Kryptographie [IMIA: 3.10]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.2.1.1	Studierende beherrschen die Grundlagen der Mengenlehre und Logik und können diese auf praxisorientierte Fragestellungen anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Mengenlehre und Aussagenlogik, Funktionen, Relationen, Äquivalenzrelationen, Beweismethoden
3.2.1.10	Studierende beherrschen die Grundlagen der Kryptographie mit den in der Praxis häufig eingesetzten symmetrischen und	2. Anwendung und Analysieren	PKI, kryptographische Verfahren und deren Bezug zu den Grundproblemen der IT-Sicherheit (Vertraulichkeit, Integrität,

	asymmetrischen kryptographischen Verfahren und können diese Verfahren anwenden.		Authentifikation, Verbindlichkeit), Triple-DES, RSA-Algorithmus, Diffie-Hellman-Schlüsselaustauschprotokoll etc.
3.2.1.2	Studierende beherrschen die Grundlagen der Analysis und können diese auf praxisorientierte Fragestellungen anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Mengen, Abbildungen, Relationen, komplexe Zahlen, Konvergenz von Folgen und Reihen, Differential- und Integralrechnung mit einer Veränderlichen, gewöhnliche Differentialgleichungen
3.2.1.3	Studierende beherrschen fortgeschrittene Methoden der Analysis und können diese auf praxisorientierte Fragestellungen anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Differentialgleichungen 2. Ordnung mit konstanten Koeffizienten, Fourierreihen, Fouriertransformation sowie Differential- und Integralrechnung in mehreren Veränderlichen
3.2.1.4	Studierende beherrschen die Grundlagen der Linearen Algebra und können diese auf praxisorientierte Fragestellungen anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Vektorräume, Körper, lineare Gleichungssysteme, lineare und affine Abbildungen, Basistransformation, homogene Koordinaten, Skalarprodukt, Eigenwertprobleme, quadratische Formen
3.2.1.5	Studierende beherrschen die Grundlagen der Stochastik und können diese auf praxisorientierte Fragestellungen anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Diskreter Wahrscheinlichkeitsraum, Axiome von Kolmogorov, Kombinatorik, Bedingte Wahrscheinlichkeit, stochastische Unabhängigkeit, Zufallsvariablen, Erwartungswerte, höhere Momente, Korrelationen, Ungleichung von Tschebyschev, schwaches und starkes Gesetz der großen Zahlen, Satz von De Moivre und Laplace, Einführung in die Test- und Schätztheorie
3.2.1.6	Die Studierenden kennen die Grundlagen der Statistik und können diese unter Verwendung von Statistiksoftware anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Aufgabe und Bedeutung der deskriptiven/analytischen Statistik; Grundbegriffe: Grundgesamtheit, Erhebungsarten, Stichprobe, Merkmale, Skalierung, Häufigkeitsverteilungen, Klassenbildung; statistische Kenngrößen (Lage- und Streuungsmaße) und grafische Darstellung der Daten; statistische



			Verteilungen (Binomialverteilung, Normalverteilung, etc.); Grundprinzip eines statistischen Tests; Anwendung von Statistiksoftware (Datenaufbereitung, Datenimport, Auswertung und Ausgabe)
3.2.1.7	Die Studierenden beherrschen fortgeschrittene Verfahren der Statistik und können diese unter Verwendung von Statistiksoftware anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Verfahren der schließenden Statistik für ein bzw. zwei Stichproben, Verfahren für die Schätzung des funktionalen Zusammenhangs zweier Merkmale sowie Verfahren zur Schätzung des benötigten Stichprobenumfanges; mehrfaktorielle Verfahren
3.2.1.8	Die Studierenden kennen die Grundlagen der numerischen Mathematik und können diese anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Fehleranalyse, lineare Gleichungssysteme und Quadratmittelprobleme, Polynome, Polynominterpolation, Quadratur, nichtlineare Gleichungen
3.2.1.9	Die Studierenden kennen die Grundlagen der diskreten Mathematik und können diese anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Grundlagen der elementaren Zahlentheorie (euklidischer Algorithmus, Modulo-Rechnung, Eulerscher Satz), der algebraischen Strukturen (Gruppen, Ringe, Körper), der Kombinatorik und der Graphentheorie.

Unterthema 3.2.2. Biometrie, Epidemiologie und Forschungsmethoden in Medizin und Gesundheitsversorgung, einschl. Studiendesign [IMIA: 3.11]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.2.2.1	Die Studierenden kennen die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens in der Medizin. Sie kennen medizinische Studientypen, Prinzipien und Grundlagen von kontrollierten randomisierten Studien und von epidemiologischen Erhebungen und können diese bewerten. Sie können die Aspekte der Planung medizinischer Studien	2. Anwendung und Analysieren	Grundprinzipien klinischer Studien, Studiendesigns, Studientypen & Fehlschlüsse; Epidemiologische Methoden / Maßzahlen in der Epidemiologie: Prävalenz und Inzidenz, Mortalität und Letalität, Punkt-versus Periodenprävalenz, Inzidenzrate und kumulative Inzidenz; Direkte und indirekte Altersstandardisierung; Gute Epidemiologische Praxis (GEP) Richtlinien, Epidemiologie als

	angemessen erfassen und anwenden.		Wissenschaft und Prävention als deren praktisches Ziel; Bewertung von Informationen, Evidence Based Medicine;
3.2.2.2	Studierende können die für Biometrie und Epidemiologie wichtigsten statistischen Auswertungsverfahren anwenden sowie die Ergebnisse schließender statistischer Verfahren insbesondere in Biometrie und Epidemiologie richtig interpretieren	2. Anwendung und Analysieren	Uni- und bivariate deskriptive Maße, Korrelation und Regression in klinischen Fragestellungen, Deskriptive Maße in Kontingenztafeln, Diagnosestudien und Beurteilung diagnostischer Tests, Anwendung und Interpretation statistischer Tests und Konfidenzintervalle in klinischen Studien, Fallzahlplanung, Überlebenszeitanalyse, Interpretation von Trends und Mortalitätsmaßen

Unterthema 3.2.3. Methoden der Entscheidungsunterstützung und ihrer Anwendung für die Patientenversorgung; Erhebung, Repräsentation und Verarbeitung von medizinischem Wissen; Konstruktion und Nutzung von klinischen Pfaden und Leitlinien [IMIA: 3.12]

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
3.2.3.1	Die Studierenden können Vorgehensmodelle und Erhebungsinstrumente der medizinischen Wissensakquisition erläutern und in Trainingsszenarien anwenden.	2. Anwendung und Analysieren	Modeling-View Metapher; Protokollanalyse, Durchführung und Analyse semistrukturierter Interviews; Concept Laddering and Sorting; Ontologiebasierte Akquisitionsansätze
3.2.3.2	Die Studierenden können standardisierte Repräsentationsformate für medizinisches Wissen exemplarisch zum Aufbau von Wissensbasen nutzen.	2. Anwendung und Analysieren	Clinical Quality Language; Arden-Syntax (Medical Logic Moduls, Zeitoperatoren, Fuzzifizierung); Beschreibungslogiken und Web Ontology Language (OWL); Top-Level Ontologien
3.2.3.3	Die Studierenden können evidenzbasierte Leitlinien und klinische Behandlungspfade auf der Grundlage von Standardformaten in eine auf Computern ausführbare Form bringen (operationalisieren).	2. Anwendung und Analysieren	Begriffsdefinitionen Leitlinien vs. Behandlungspfad; Nutzung des AWMF-Portals; AWMF-Regelwerk 'Leitlinien' und Bedeutung der AWMF-Entwicklungsstufen; Nutzung von Workflow-Patterns bei der Leitlinien-Operationalisierung und zum Vergleich verschiedener

			Leitlinienrepräsentationsformate; Business Process Model and Notation (BPMN)
3.2.3.4	Die Studierenden können etablierte Verfahren des maschinellen Lernens (ML) bei der Implementierung entscheidungsunterstützender Systeme anwenden und die jeweiligen Stärken und Schwächen von ML-Verfahren und klassischer Wissensakquisition im medizinischen Kontext erläutern.	2. Anwendung und Analysieren	Überwachtes-/unüberwachtes Lernen; Multilineare sowie logistische Regression; Support Vector Machines; Ensemble-Methoden (insbes. Random Forests); Multilayer Perceptrons und Übersicht über komplexere Netzwerktopologien; Cross-Over-Validierung
3.2.3.5	Die Studierenden können soziotechnische Effekte der Einführung klin. Entscheidungsunterstützungssysteme in der Routine benennen, Methoden zu deren Messung und einschlägigen Ergebnissen erläutern und diese Effekte bei der Implementierung berücksichtigen.	3. Bewerten und Sythetisieren	Bekannte Erfolgsfaktoren für die Einführung und Routineanwendung klin. Entscheidungsunterstützungssysteme; Overalerting; Alert Fatigue; Usabilityaspekte und Usabilitymessung; Primärstudien (z.B. Interventionsstudien), Systematische Reviews und Metaanalysen zu klinischen Outcomes der Systemeinführung; Herausforderungen multiprofessioneller Kommunikation

## Kapitel 4. Persönliche Kompetenzen

### Thema 4.1. Selbstkompetenz

#### Unterthema 4.1.1. Selbstkompetenz

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
4.1.1.1	Die Studierenden können ein Vorhaben zeitlich strukturieren, sinnvoll kurz- und langfristige Zeitvorgaben setzen und einhalten und mit Verzögerungen umgehen.	2. Anwendung und Analysieren	Zeitmanagement z.B. bei studentischen Projekten oder Abschlussarbeiten begleiten und unterstützen.
4.1.1.2	Studierende können sich zum Lernen und zur persönlichen Weiterentwicklung motivieren, sich ausdauernd mit einem Gegenstand auseinandersetzen, auch mit Misserfolgen umgehen und achten auf ein gesundheitsförderliches Lern- und Arbeitsumfeld.	2. Anwendung und Analysieren	Regelmäßig Feedback geben, zur Reflexion des Lernfortschritts einladen
4.1.1.3	Studierende können Rollen- und Geschlechterstereotype erkennen und damit kritisch umgehen und kennen die Bedeutung geschlechtersensibler Sprache.	2. Anwendung und Analysieren	Fallbeispiele bearbeiten lassen, Stereotype erkennen, Studien zur geschlechtergerechten Sprache besprechen, um Bedeutung des Durchbrechens vordefinierter Stereotype zu diskutieren (z.B. "Wissenschaftler sind immer männlich")
4.1.1.4	Studierende kennen die eigenen Fähigkeiten, Eigenschaften und Haltungen und können das eigene Verhalten in sozialen Situationen kritisch reflektieren.	3. Bewerten und Synthetisieren	Gegenseitiges Peer-Feedback ermöglichen, Lerntagebuch ermöglichen, Gruppenarbeiten reflektieren lassen

### Thema 4.2. Methodenkompetenz

#### Unterthema 4.2.1. Methodenkompetenz

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
4.2.1.1	Studierende verstehen, dass wissenschaftliche Texte die Interaktion in der Wissensgemeinschaft symbolisieren und kennen die	1. Kennen und Verstehen	Einfache wissenschaftliche Texte und Präsentationen verfassen lassen und Feedback geben

	Grundstruktur eines wissenschaftlichen Texts.		
4.2.1.2	Studierende können Präsentationssoftware adäquat einsetzen, können eine Präsentation zielgruppengerecht gliedern und halten und können einen freien Vortrag halten.	2. Anwendung und Analysieren	Verschiedene Präsentationstypen halten lassen und Feedback geben.
4.2.1.3	Studierende können englische Fachtexte und Präsentationen verstehen, können einen englischen Fachtext schreiben und eine englische Präsentation halten.	2. Anwendung und Analysieren	Englische Texte lesen und präsentieren lassen
4.2.1.4	Studierende können theoretische Sachverhalten zur Lösung von Praxisproblemen einsetzen und können eine Praxissituation vor dem Hintergrund von Theorien reflektieren.	2. Anwendung und Analysieren	Praxisbeispiele und Fallbeispiele besprechen lassen, Erfahrungsberichte von Absolventen besprechen
4.2.1.5	Studierende können Fachliteratur gezielt recherchieren, kennen einschlägige Fachdatenbanken und können sie nutzen, können Suchstrategien entwickeln, können Fachliteratur kritisch bezüglich Seriosität und Relevanz bewerten und können gefundene Informationen gezielt nutzen.	2. Anwendung und Analysieren	Literaturübersicht schreiben lassen
4.2.1.6	Studierende können ein eigene Vorhaben als Projekt erkennen und entsprechend systematisch planen und durchführen.	2. Anwendung und Analysieren	Gruppenarbeiten und Abschlussarbeiten als Projekte planen lassen. Möglichkeiten zur Selbstreflexion zum Management eigener Vorhaben anbieten.

4.2.1.7	Studierende können über das eigene berufliche Selbstverständnis kritisch reflektieren, können über die gemachten Lernerfahrungen reflektieren, können das eigene Agieren in einer Situation kritisch reflektieren.	3. Bewerten und Sythetisieren	Reflexionen zu Themen bzw. Praxiserfahrungen erstellen, Diskussionen mit Experten ermöglichen
4.2.1.8	Studierende können fachliche Probleme identifizieren und analysieren, können geeignete Methoden und Ansätze zur Lösung des Problems entwickeln und können alternative Lösungsansätze auch in Bezug auf ihre Risiken gegeneinander abwägen und auswählen	3. Bewerten und Sythetisieren	Praxisbeispiele und Fallbeispiele besprechen und reflektieren lassen.

## Thema 4.3. Soziale Kompetenz

### Unterthema 4.3.1. Soziale Kompetenz

Nr.	Kompetenz	Niveau	Inhalt & curriculare Hinweise
4.3.1.1	Studierende können mit anderen Personen zielgerichtet und wertschätzend zur Erfüllung einer Aufgabe zusammenarbeiten, können Spielregeln im Team definieren und einhalten, können in einem Team die Rollen benennen und sind bereit, eine Rolle übernehmen, können Probleme im Team erkennen und angemessen adressieren, können verschiedene Sichtweisen in interprofessionellen Teams als Ressource erkennen und nutzen, kennen wesentliche Phasen der Teambildung und können beschreiben, in welcher Phase sich ein Team befindet.	2. Anwendung und Analysieren	Gruppenarbeiten ermöglichen, Reflexionen zu Teamprozessen ermöglichen, Coaching anbieten
4.3.1.2	Studierende kennen übliche Gesprächsregeln in der	2. Anwendung und Analysieren	Gruppendiskussionen ermöglichen und diese beobachten und

	professionellen Kommunikation, können eigene Standpunkte klar artikulieren und verteidigen, können Entscheidungsträgern von Handlungsnotwendigkeiten überzeugen, könnten Alternativen mit ihren Stärken und Schwächen darstellen und einen überzeugenden Handlungsvorschlag machen und können einem Gesprächspartner aktiv zuhören und dabei auch andere Standpunkte akzeptieren und eigene Fehler zugeben.		reflektieren lassen; mündliche Prüfungsgespräche; Rollenspiele.
4.3.1.3	Studierende sind bereit, Verantwortung für die Leitung einer Gruppe zur Erreichung eines Zieles zu übernehmen, können ein Team auf ein gemeinsames Ziel hin motivieren, können die gemeinsame Arbeit in einem Team koordinieren und moderieren, kennen Persönlichkeitsstile und können diese bei Zuweisung von Rollen im Team berücksichtigen und kennen Methoden zur Vermeidung und Lösung von Teamkonflikten.	2. Anwendung und Analysieren	Leitung von Kleingruppen übernehmen lassen, Coaching und Reflexion ermöglichen
4.3.1.4	Studierende können Ursachen von Konflikten analysieren und können Lösungen für Konflikte vorschlagen und umsetzen.	2. Anwendung und Analysieren	Fallbeispiele (z.B. Videos) bearbeiten und gemeinsam reflektieren, eigene Erfahrungen reflektieren, Rollenspiele zum Einüben von Lösungsstrategien