

Hartmut Dickhaus, Petra Knaup-Gregori
Biomedizinische Technik – Medizinische Informatik
Studium

Biomedizinische Technik



Herausgegeben von
Ute Morgenstern und Marc Kraft

Hartmut Dickhaus, Petra Knaup-Gregori

Biomedizinische Technik – Medizinische Informatik

Band 6

DE GRUYTER

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Dickhaus

Universität Heidelberg
Institut für Medizinische Biometrie und Informatik
Im Neuenheimer Feld 305, 69120 Heidelberg
E-Mail: hartmut.dickhaus@med.uni-heidelberg.de

Prof. Dr. sc. hum. Petra Knaup-Gregori

Universität Heidelberg
Institut für Medizinische Biometrie und Informatik
Im Neuenheimer Feld 305, 69120 Heidelberg
E-Mail: petra.knaup@med.uni-heidelberg.de

ISBN 978-3-11-025204-0

e-ISBN (PDF) 978-3-11-025222-4

e-ISBN (EPUB) 978-3-11-038515-1

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

A CIP catalog record for this book has been applied for at the Library of Congress.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Der Verlag hat für die Wiedergabe aller in diesem Buch enthaltenen Informationen (Programme, Verfahren, Mengen, Dosierungen, Applikationen etc.) mit Autoren bzw. Herausgebern große Mühe darauf verwandt, diese Angaben genau entsprechend dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes abdruckten. Trotz sorgfältiger Manuskripterstellung und Korrektur des Satzes können Fehler nicht ganz ausgeschlossen werden. Autoren bzw. Herausgeber und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und keine daraus folgende oder sonstige Haftung, die auf irgendeine Art aus der Benutzung der in dem Werk enthaltenen Informationen oder Teilen davon entsteht.

Die Wiedergabe der Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Namen ohne weiteres von jedermann benutzt werden dürfen. Vielmehr handelt es sich häufig um gesetzlich geschützte, eingetragene Warenzeichen, auch wenn sie nicht eigens als solche gekennzeichnet sind.

© 2015 Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston

Satz: le-tex publishing services GmbH, Leipzig

Druck und Weiterverarbeitung: Hubert & Co. GmbH & Co. KG, Göttingen

Einbandabbildung: Getty Images/Science Photo Library RF

© Gedruckt auf säurefreiem Papier

Printed in Germany

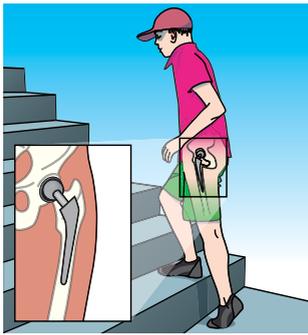
www.degruyter.com

Vorwort zur Lehrbuchreihe Biomedizinische Technik

Die Biomedizinische Technik umfasst – kurz gesagt – die Bereitstellung ingenieurwissenschaftlicher Mittel und Methoden und deren Anwendung auf lebende Systeme in Biologie und Medizin.

Es ist ein faszinierendes, breit angelegtes und interdisziplinäres Fachgebiet, das in der Lehrbuchreihe „Biomedizinische Technik“ aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet wird.

Spannende Fragen, die in den Lehrbüchern beantwortet werden:



Was machen technische Werkstoffe wie Stahl, Keramik, Carbon oder Titan inmitten eines lebenden Menschen, und was kann passieren, wenn sie in Kontakt mit dem Blutstrom kommen? Wie passt man Kugelkopf und Schaft bei einem künstlichen Hüftgelenk am besten an die natürlichen anatomischen Verhältnisse des Patienten an? Ist es günstiger, eine defekte Herzklappe durch die eines gesunden Schweines oder durch eine technische Nachbildung mit hörbar klapperndem Ventil zu ersetzen?



„Ich atme, also bin ich“ – was ist, wenn ich nicht mehr selbst atme? Was tut die Beatmungsmaschine, um Leben zu erhalten, und warum heißt das Gerät zur maschinellen Beatmung Ventilator und nicht Respirator? Wodurch unterscheiden sich eine natürliche und eine ganz anders konstruierte Künstliche Nase bei der Atemgasanfeuchtung? Welches physikalische Grundprinzip nutzte der Forscher W. J. Kolff, basierend auf seinen Experimenten mit Zellophan, für die erste erfolgreiche Dialysebehandlung?



Wenn ein Stromschlag für den Menschen tödlich sein kann, wieso reizt man dann mit elektrischen Impulsen bewusst bestimmte Nerven? Weswegen ist gerade Wasser ein guter Vermittler der Ionenbewegung zwischen Neurotechnik und biologischem Gewebe? Wie stellen wir uns zukünftig eine technische Sehhilfe vor, die nicht nur Helligkeitsunterschiede, sondern sogar hochaufgelöste farbige Bildinformation wahrnehmen und dem Hirn übermitteln kann?

Abbildungen: Biomedizinische Technik. Von oben nach unten: Bewegung mittels künstlichem Hüftgelenk; maschinelle Überdruckbeatmung; Retina-Implantat als Sehhilfe.

Wenn Sie an Antworten auf diese und weitere Fragen interessiert sind, dann lesen Sie weiter!

Experten aus allen Bereichen haben in den zwölf Bänden der Reihe eine in sich stimmige systematische Darstellung der Biomedizinischen Technik komponiert: Ausgehend vom einführenden strukturierten Überblick werden über die medizinischen, physikalischen, terminologischen und methodischen Grundlagen in den Fachbänden der Reihe die wesentlichen Teilgebiete dargestellt. Den Abschluss bildet ein Band zur Entwicklung und Bewirtschaftung von Medizinprodukten, mit dem die Brücke vom theoretischen Hintergrund der biomedizintechnischen Verfahren und Geräte zur praktischen klinischen Nutzung geschlagen wird.

Die Herausgeberschaft der Reihe liegt im Fachausschuss „Aus- und Weiterbildung – Biomedizinische Technik im Studium“ der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT) im Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE).

DGBMT DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR
BIOMEDIZINISCHE TECHNIK IM VDE

Die jeweiligen Bandherausgeber bilden den Wissenschaftlichen Beirat der Lehrbuchreihe, der auf ausgewogene Darstellung der Biomedizinischen Technik aus wissenschaftstheoretischer, Anwender- und Herstellersicht achtet. Die Autoren vertreten eine Vielfalt unterschiedlicher Aspekte aus der Lehre, der Forschung und Entwicklung, der Produktion, der Klinik, dem Standardisierungs- und Prüfwesen sowie der Gesundheitswirtschaft.

Die 12 Bände der Lehrbuchreihe im Überblick

Biomedizinische Technik

Band 1: Faszination, Einführung, Überblick

Herausgegeben von Ute Morgenstern und Marc Kraft

ISBN: 978-3-11-025198-2

e-ISBN: 978-3-11-025218-7

Biomedizinische Technik

Band 2: Physikalische, medizinische und terminologische Grundlagen

Herausgegeben von Ewald Konecny und Clemens Bulitta

ISBN: 978-3-11-025200-2

e-ISBN: 978-3-11-025219-4

Biomedizinische Technik

Band 3: Biomaterialien, Implantate und Tissue Engineering

Herausgegeben von Birgit Glasmacher und Gerald A. Urban

ISBN: 978-3-11-025201-3

e-ISBN: 978-3-11-025216-3

Biomedizinische Technik

Band 4: Modellierung und Simulation

Herausgegeben von Ute Morgenstern, Falk Uhlemann und Tilo Winkler

ISBN: 978-3-11-025202-6

e-ISBN: 978-3-11-025224-8

Biomedizinische Technik

Band 5: Biosignale und Monitoring

Herausgegeben von Hagen Malberg und Gerald A. Urban

ISBN: 978-3-11-025203-3

e-ISBN: 978-3-11-025217-0

Biomedizinische Technik

Band 6: Medizinische Informatik

Herausgegeben von Hartmut Dickhaus und Petra Knaup-Gregori

ISBN: 978-3-11-025204-0

e-ISBN: 978-3-11-025222-4

Biomedizinische Technik

Band 7: Medizinische Bildgebung

Herausgegeben von Olaf Dössel und Thorsten M. Buzug

ISBN: 978-3-11-025205-7

e-ISBN: 978-3-11-025214-9

Biomedizinische Technik

Band 8: Bild- und computergestützte Interventionen

Herausgegeben von Tim Lüth

ISBN: 978-3-11-025206-4

e-ISBN: 978-3-11-025215-6

Biomedizinische Technik

Band 9: Automatisierte Therapiesysteme

Herausgegeben von Jürgen Werner

ISBN: 978-3-11-025207-1

e-ISBN: 978-3-11-025213-2

Biomedizinische Technik

Band 10: Rehabilitationstechnik

Herausgegeben von Marc Kraft und Catherine Disselhorst-Klug

ISBN: 978-3-11-025208-8

e-ISBN: 978-3-11-025226-2

Biomedizinische Technik

Band 11: Neurotechnik

Herausgegeben von Thomas Stieglitz, Ulrich G. Hofmann und Steffen Rosahl

ISBN: 978-3-11-025209-5

e-ISBN: 978-3-11-025225-5

Biomedizinische Technik

Band 12: Entwicklung und Bewirtschaftung von Medizinprodukten

Herausgegeben von Stephan Klein, Felix Capanni, Uvo M. Hölscher und Frank Rothe

ISBN: 978-3-11-025210-1

e-ISBN: 978-3-11-025223-1

Besonderheiten der Reihe

Jeder Band der Reihe ist inhaltlich eigenständig angelegt. Im Überblicksband (► [Band 1](#)) werden alle Schwerpunktthemen der Fachbände kurz dargestellt. Es bietet sich daher an, den ersten Band als Einstieg zu nutzen und um die Inhalte der nachfolgenden Bände zu ergänzen, in denen die Fachthemen behandelt werden, die jeweils von persönlichem Interesse sind.

- Wir haben uns für die Vermittlung des Stoffes in deutscher Sprache entschieden, um allen Lesern, insbesondere Studierenden der deutschsprachigen Bachelor-, Master- und Diplomstudiengänge, ein fundiertes und einfach zu erschließendes Grundlagenwissen mit auf den Weg zu geben. In allen Bänden der Lehrbuchreihe wird selbstverständlich auch auf ergänzende, weiterführende Fachliteratur in englischer Sprache verwiesen.
- Alle zwölf Bände sind nach den gleichen didaktischen Prinzipien aufgebaut: Es werden für das weitere Verständnis erforderliche Grundlagen des jeweiligen Fachgebiets mit aussagekräftigen Übersichten und Abbildungen dargelegt und mit anwendungsorientierten Praxisbeispielen verknüpft.
- Alle Kapitel besitzen Zusammenfassungen in deutscher und englischer Sprache sowie (in den Bänden zwei bis zwölf) einen Wissenstest zur Prüfungsvorbereitung. Ein kapitelbezogenes Glossar fasst in jedem Band die wichtigsten Begriffe und Definitionen zusammen. Formelzeichen und Abkürzungen sind jeweils für die Bände zusammengestellt.
- Über den vom Verlag angebotenen elektronischen Zugriff auf die Bände lassen sich Querverweise und Suchstrategien besonders gut realisieren. Einzelne Kapitel wie z. B. die „Medizinische Terminologie für die Biomedizinische Technik“ werden bereits durch eine Lernsoftware ergänzt – beste Voraussetzungen, um den Stoff spielerisch kennenzulernen und zu trainieren und ggf. medizinische Fachbegriffe auf unterhaltsame Weise auswendig zu lernen.

Die Herausgeber danken allen Beteiligten für das große Engagement, mit dem die Reihe auf den Weg gebracht wurde: den Hochschullehrern und Autoren, den Verlagsmitarbeitern und Lektoren, den Grafikern und Administratoren und allen anderen fleißigen Helfern, die zum Gelingen beigetragen haben! Alle Autoren freuen sich über Anregungen zur Verbesserung unserer Lehrbuchreihe!

Wir wünschen allen Lesern viel Erfolg und tiefgründige Erkenntnisse, aber auch großes Vergnügen beim Lesen und Lernen, beim Einarbeiten in die Thematiken der Biomedizinischen Technik und beim Vertiefen interessanter Teilgebiete.

Die Herausgeber der Lehrbuchreihe
Ute Morgenstern und Marc Kraft

Vorwort zu Band 6 der Lehrbuchreihe

Biomedizinische Technik – Medizinische Informatik

Liebe Leserinnen und Leser,

Medizinische Informatik ist in ihren zahlreichen Facetten mit der Medizin, der Informatik und der Biomedizinischen Technik eng verwoben und nimmt als Querschnittsfach eine besondere Rolle ein.

Zum Beispiel erfordert heute die Bearbeitung medizinisch-biologischer Problemstellungen unbedingt effiziente Methoden der Informationsverarbeitung und moderne IT-Infrastrukturen.

Darüber hinaus hat die Medizinische Informatik ein spezifisches Anwendungsspektrum im Kontext der zahlreichen Aufgaben und Prozesse in unserem Gesundheitssystem. Beispiele sind die Entscheidungsunterstützung bei diagnostischen oder therapeutischen Fragestellungen, das Management und die Präsentation der zahlreichen Daten ganz unterschiedlicher Art in Krankenhausinformationssystemen sowie die effiziente Speicherung von Forschungsdaten in Datenbanken.

Der vorliegende Band will den Studierenden das breite Spektrum der Fragestellungen und Anwendungsfelder der Medizinischen Informatik vor Augen führen und das Verständnis für die komplexen Zusammenhänge fördern. Die Interdisziplinarität des Faches und ihr breites Methodenspektrum aus vielen Bereichen der Natur- und Lebenswissenschaften unterstreichen die aktuelle Bedeutung des Faches und seine hohe Attraktivität.

Die Themen des vorliegenden Bandes bieten zu mancherlei Inhalten der weiteren Bände dieser Lehrbuchreihe wertvolle Ergänzungen und Bezüge. So kann z. B. das Kapitel „Bildverarbeitung“ dieses Bandes in unmittelbarem Bezug zu [▶Band 7](#) (Medizinische Bildgebung) gesehen werden. [▶Band 5](#) (Biosignale und Monitoring) steht wiederum im Zusammenhang mit den Kapiteln „Telemedizin“ und „Technische Assistenzsysteme“.

So bleibt schließlich zu hoffen, dass durch das Studium dieses Bandes die Bedeutung der Medizinischen Informatik im Gesundheitswesen in ihrer Eigenständigkeit – aber auch durch ihre die Biomedizinische Technik ergänzenden Funktionen – demonstriert werden kann und dies den interessierten Studierenden wertvolle Anleitung und Unterstützung sein wird.

Wir danken allen Autoren, die mit hoher Kompetenz und großer Sorgfalt geholfen haben, dass dieser Band in seiner Vielfalt der Themen zustande gekommen ist. Für die praktische Unterstützung bei der Erstellung dieses Bandes danken wir besonders den Mitarbeitern unserer Sektion Medizinische Informatik Christoph Auer, Martin Löprrich, Lydia Roeder und Marianne Schmidt. Darüber hinaus haben wir die sorgfältige und kompetente Begleitung der Mitarbeiter des DeGruyter-Verlags besonders zu schätzen gelernt. Insbesondere danken wir der Lektorin Frau Priv.-Doz. Dr. Eva

Gottfried und Frau Dr. Britta Nagl, die uns jederzeit in allen redaktionellen Fragen bei der Erstellung des Bandes pragmatisch und mit hohem Sachverstand beraten haben.

Nicht zuletzt sei den Herausgebern und Initiatoren der 12-bändigen Lehrbuchreihe zur Biomedizinischen Technik gedankt, Frau Priv.-Doz. Dr. Ute Morgenstern, Universität Dresden und Herrn Prof. Dr. Marc Kraft, Freie Universität Berlin. Sie haben beide als Leiter des Fachausschusses „Aus- und Weiterbildung“ der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik im VDE mit unermüdlicher Geduld und hohem persönlichem Einsatz dafür gesorgt, dass nun auch dieser Band im Rahmen der Lehrbuchreihe fertig gestellt werden konnte.

Die Herausgeber des sechsten Bandes



Hartmut Dickhaus und Petra Knaup-Gregori
Heidelberg, im Mai 2015

Inhalt

Vorwort zur Lehrbuchreihe Biomedizinische Technik — V

**Vorwort zu Band 6 der Lehrbuchreihe Biomedizinische Technik –
Medizinische Informatik — X**

Hinweise zur Benutzung — XVII

Verzeichnis der Abkürzungen — XIX

Verzeichnis der Formelzeichen und Symbole — XXVIII

Hartmut Dickhaus

- 1 Einführung in die Medizinische Informatik — 1**
- 1.1 Historische Entwicklung des Fachgebiets — 4
- 1.2 Lehre und Ausbildung, Fachgesellschaften — 7
- 1.3 Gesellschaftliche Aspekte der Medizinischen Informatik — 12
- 1.4 Herausforderungen und zukünftige Entwicklungen — 14
- 1.5 Inhalte und Gliederung des Bandes — 18

Franziska Jahn

- 2 Krankenhausinformationssysteme — 27**
- 2.1 Einleitung — 28
- 2.2 Anwendungssysteme im Krankenhaus — 29
- 2.3 Architektur von Krankenhausinformationssystemen — 35
- 2.4 Integration im Krankenhausinformationssystem — 44
- 2.5 Management von Krankenhausinformationssystemen — 48
- 2.6 Qualität von Krankenhausinformationssystemen — 54
- 2.7 Zusammenfassung und Ausblick — 56

Petra Knaup-Gregori

- 3 Patientenakten — 59**
- 3.1 Einleitung — 60
- 3.2 Grundlagen der medizinischen Dokumentation — 62
- 3.3 Entwicklungsstufen von Patientenakten — 65
- 3.4 Begriffsbestimmung im Kontext elektronischer Patientenakten — 76
- 3.5 Standards für elektronische Patientenakten — 77
- 3.6 Zusammenfassung und Ausblick — 80

Hans-Ulrich Prokosch

- 4 IT für die medizinische Forschung — 83**
- 4.1 Einleitung — **84**
- 4.2 Grundlegende Begriffe im Kontext der medizinischen Forschung — **85**
- 4.3 Institutionen im Umfeld der medizinischen Forschung — **90**
- 4.4 Datenmanagement in Studien und für Register — **94**
- 4.5 Datenschutz in der medizinischen Forschung — **97**
- 4.6 Beispiele für IT-Anwendungen in der medizinischen Forschung — **98**
- 4.7 Die CDISC-Standards für die medizinische Forschung — **110**
- 4.8 Ausblick — **111**

Richard Lenz, Thomas Ganslandt

- 5 Medizinische Datenbanken — 115**
- 5.1 Einleitung — **116**
- 5.2 Grundlagen — **117**
- 5.3 Datenbankmodell und Datenbankentwurf — **124**
- 5.4 Verteilte Datenhaltung und Systemintegration — **137**
- 5.5 *Data Warehouses* in der Medizin — **142**
- 5.6 *Data Mining* — **160**

Cord Spreckelsen, Peter Schlattmann

- 6 Medizinische Entscheidungsunterstützung — 165**
- 6.1 Einleitung — **166**
- 6.2 Statistische Konzepte — **167**
- 6.3 Symbolische Wissensverarbeitung — **170**
- 6.4 Klassifikation und Mustererkennung — **175**
- 6.5 Lernen aus Daten — **178**
- 6.6 Probabilistische Entscheidungsfindung — **180**
- 6.7 Biomedizinische Ontologien und ihre formale Repräsentation — **182**
- 6.8 Klinische Entscheidungsunterstützungssysteme — **188**
- 6.9 Standardisierungsansätze für *Clinical Decision Support Systems* — **191**
- 6.10 Ausgewählte Anwendungsgebiete — **193**
- 6.11 Zusammenfassung und Ausblick — **197**

Benedikt Brors, Svetlana Bulashevskaya, Kai Safferling, Thomas Sütterlin

- 7 Bioinformatik und Systembiologie — 201**
- 7.1 Einleitung — **202**
- 7.2 Biologisch-genetische Grundlagen — **204**
- 7.3 Bioinformatik — **212**
- 7.4 Systembiologie — **227**
- 7.5 Zusammenfassung und Ausblick — **240**

Hartmut Dickhaus, Heinz Handels

- 8 Medizinische Bildverarbeitung — 243**
- 8.1 Einleitung — **244**
- 8.2 Typen und Formate medizinischer Bilddaten — **245**
- 8.3 Operatoren und Transformationen — **251**
- 8.4 Segmentierung — **258**
- 8.5 Registrierung medizinischer Bilddaten — **263**
- 8.6 3D-Visualisierung — **269**
- 8.7 Zusammenfassung und Ausblick — **280**

Martin Staemmler, Michael Walz

- 9 Telemedizin — 285**
- 9.1 Einführung — **286**
- 9.2 Teleradiologie — **287**
- 9.3 Telepathologie — **296**
- 9.4 Telekonferenz — **299**
- 9.5 Telemonitoring — **303**
- 9.6 Rahmenbedingungen — **311**
- 9.7 Zusammenfassung und Ausblick — **315**

Edwin Naroska, Christian Ressel, Gudrun Stockmanns

- 10 Technische Assistenzsysteme im Kontext des demografischen Wandels — 319**
- 10.1 Einleitung — **320**
- 10.2 Wurzeln und Ausprägungen des *Ambient Assisted Living* (AAL) — **321**
- 10.3 Ziele und Aufgaben von *Ambient-Assisted-Living*-Systemen — **325**
- 10.4 Herausforderungen technischer Assistenz im Rahmen von AAL — **331**
- 10.5 Technische Infrastruktur eines AAL-Systems — **334**
- 10.6 Beispiele zentraler Dienste: Verhaltensanalyse und Aktivitätserkennung — **342**
- 10.7 Zusammenfassung und Ausblick — **345**

Kai U. Heitmann

- 11 IT-Standards in der Medizin — 351**
- 11.1 Einleitung — **352**
- 11.2 Grundlagen — **353**
- 11.3 Kommunikationsstandards — **359**
- 11.4 Terminologiestandards — **377**
- 11.5 Zusammenfassung und Ausblick — **380**

Klaus Pommerening, Marita Muscholl

12 **Datenschutz und IT-Sicherheit in der Medizin — 385**

12.1 Einleitung — **386**

12.2 Rechtliche Rahmenbedingungen — **387**

12.3 Problemfelder des Datenschutzes in der Medizin — **390**

12.4 Technische Grundlagen der IT-Sicherheit — **398**

12.5 Konzepte zur IT-Sicherheit — **409**

12.6 Zusammenfassung — **417**

Autorenverzeichnis — 421

Bandspezifisches Glossar — 425

Sachwortverzeichnis — 441

Hinweise zur Benutzung

Methodischer Hinweis

Ob elektronisch oder auf Papier: Es empfiehlt sich immer, ein Lehrbuch als Arbeitsbuch zu benutzen, es mit persönlichen Notizen, Hervorhebungen und Markierungen zu versehen. Über www.degruyter.de lassen sich auf elektronischem Wege beim Verlag Kapitel aus Bänden zu einem eigenen Sammelwerk zusammenstellen. Ergänzende interaktive Lernsoftware findet man z. B. unter www.theragnosos.de.

Gender-Hinweis

Im Gegensatz zu rein technischen Fächern ist im Bereich der Biomedizinischen Technik das Geschlechterverhältnis ausgewogener. In den Bänden der Lehrbuchreihe „Biomedizinische Technik“ liegt der Schwerpunkt auf fachlichen Darstellungen der Grundlagen unseres Berufsbildes, bei dem das Geschlecht des Akteurs selbst keine Rolle spielt. Aus diesem Grund wird generell für alle Personen- und Funktionsbezeichnungen das generische (geschlechtsneutrale) Maskulinum verwendet, das die weibliche Form einschließt.

Verzeichnis der Abkürzungen

Allgemeine Abkürzungen sind im Abkürzungsverzeichnis aufgeführt (s. S. XIX).

Verzeichnis der Formelzeichen, Symbole und Indizes

Formelzeichen, Symbole und Indizes sind im jeweiligen Verzeichnis aufgeführt (s. S. XXVIII).

Quellen

Die Quellenangaben bei Normen und Standards sind grundsätzlich ohne Jahreszahl vermerkt, da die jeweils aktuelle Ausgabe zu beachten ist. Soweit in den Abbildungen Quellen genannt werden, finden sich Erstautor und Jahreszahl in eckigen Klammern, die im Quellenverzeichnis am Ende des Kapitels aufgelöst werden.

Verzeichnis der Autoren

Alle Autoren des Bandes sind im Autorenverzeichnis am Ende des Bandes aufgeführt (s. S. 421).

Bandspezifisches Glossar

Alle Definitionen des Bandes sind im Glossar am Ende des Bandes zusammengeführt (s. S. 425).

Sachwortverzeichnis

Wichtige Begriffe, auf deren Erläuterung man beim Suchen im **Sachwortverzeichnis** am Ende des Bandes verwiesen wird, sind im Text gefettet dargestellt.

Im Text verwendete Symbole sowie Sonderauszeichnungen des Textes

Neben den üblichen mathematischen Symbolen und Sonderzeichen wird folgendes Symbol im Text verwendet:

► verweist auf Abbildungen, Tabellen, Glossarbegriffe, Kapitel und Bände innerhalb der Reihe Biomedizinische Technik.

Alle Einträge, die im **Sachwortverzeichnis** und im **bandspezifischen Glossar** verzeichnet sind, sind im Text hervorgehoben durch eine fette Auszeichnung des Begriffs.

Alle **Definitionen** innerhalb der Kapitel sind gekennzeichnet durch einen grau hinterlegten Kasten.

i Alle erläuternden Beispiele und Exkursionen innerhalb der Kapitel sind gekennzeichnet durch dieses Symbol und einen gerahmten Kasten mit einer, den Textabschnitt begrenzenden, blauen Ober- und Unterlinie.

? Dieses Symbol markiert den Übungsteil in Form von Testfragen zum Verständnis des jeweiligen Kapitels am Kapitelende.

Verzeichnis der Abkürzungen

1NF	erste Normalform
2NF	zweite Normalform
2PC	<i>2Phase Commit</i>
3LGM ²	<i>3-Layer Graph-Based Metamodel</i> , 3-Ebenen-Metamodell
3NF	dritte Normalform
AAL	<i>Ambient Assisted Living</i> , altersgerechte Assistenzsysteme für ein selbstbestimmtes Leben, umgebungsunterstütztes Leben
ACCR	<i>Advisory Committee on Computers in Research</i>
aCGH	<i>Array-based Comparative Genome Hybridization</i>
ACID	<i>Atomicity, Consistency, Isolation and Durability</i> , AKID, Atomarität, Konsistenz, Isolation und Dauerhaftigkeit
ACK	<i>Acknowledgement</i> , Bestätigung
ACR	<i>American College of Radiology</i>
ADaM	<i>Analysis Dataset Model</i>
ADL	<i>Archetype Definition Language</i> , Sprache zur Definition von Archetypen
ADT	1. Abrechnungsdatenträger, 2. Arbeitsgemeinschaft Deutscher Tumorzentren
AES	<i>Advanced Encryption Standard</i>
AHD	<i>Application Hosting Device</i> , Anwendungsspeichergerät
AL	Aussagenlogik
ALC	<i>Attributive Concept Language with Complements</i>
AMG	Arzneimittelgesetz
AmI	<i>Ambient Intelligence</i> , Umgebungszintelligenz
AML	akute myeloische Leukämie
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
ART	<i>Adverse Reaction Terminology</i>
ATP	Adenosinriphosphat
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
BÄK	Bundesärztekammer
BCNF	BOYCE-CODD-Normalform
BD2K	<i>Big Data to Knowledge</i>
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
BLAST	<i>Basic Local Alignment Search Tool</i>
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BMI	<i>Body Mass Index</i>

BPMN	<i>Business Process Model Notation</i> , Notation für Geschäftsprozessmodelle
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BVMI	Berufsverband Medizinischer Informatiker
CAP	<i>College of American Pathologists</i>
CBR	<i>Case-based Reasoning</i> , fallbasiertes Schließen
CCC	<i>Comprehensive Cancer Center</i>
CCOW	<i>Clinical Context Object Workgroup</i>
CCR	<i>Continuity of Care Record</i>
CD	<i>Compact Disc</i>
CDA	<i>Clinical Document Architecture</i>
CDASH	<i>Clinical Data Acquisition Standards Harmonization</i>
CDER	<i>Center for Drug Evaluation and Research</i>
CDISC	<i>Clinical Data Interchange Standards Consortium</i> , Standardisierungsorganisation für Standards zum Austausch von Daten aus klinischen Studien
cDNA	<i>complementary Deoxyribonucleic Acid</i> , komplementäre Desoxyribonukleinsäure
CDS	<i>Clinical Decision Support</i> , klinische Entscheidungsunterstützung
CDSS	<i>Clinical Decision Support System</i> , klinisches Entscheidungsunterstützungssystem
CDSTC	<i>Clinical Decision Support Technical Committee</i>
CEN	<i>Comité Européen de Normalisation</i> , Europäisches Komitee für Standardisierung
CFR	<i>Code of Federal Regulations</i>
C-Get	DICOM-Operation zur Bildbereitstellung
CHA	<i>Continua Health Alliance</i>
CIO	<i>Chief Information Officer</i> , Leiter des Informationsmanagements
CKM	<i>Clinical Knowledge Manager</i>
CM	<i>Context Manager</i>
COPD	<i>Chronic Obstructive Pulmonary Disease</i> , chronisch obstruktive Lungenerkrankung
CORBA	<i>Common Object Request Broker Architecture</i>
COSTART	<i>Coding Symbols for a Thesaurus of Adverse Reaction Terminology</i>
CPG	<i>Computerized Clinical Practice Guidelines</i> , computerunterstützte Leitlinien
CPOE	<i>Computerized Physician Order Entry</i> , 1. computerbasierte Leistungsanforderung, 2. elektronische Arzneimittelverordnung
CPR	<i>Computer-based Patient Record</i> , elektronische Patientenakte
CRF	<i>Case Report Form</i> , Prüfbogen in klinischen Studien

CSCW	<i>Computer Supported Cooperative Work</i> , computerunterstützte Gruppenarbeit
C-Store	DCIOM-Operation zur Bildspeicherung
CT	1. Computertomographie, 2. Computertomograph
D2D	<i>Doctor to Doctor</i>
DAG	<i>Directed Acyclic Graph</i> , gerichteter azyklischer Graph
DBS	Datenbanksystem
DBVS	Datenbankverwaltungssystem
DCA	<i>Divide-and-Conquer</i> -Verfahren, Teile-und-Herrsche-Verfahren
DDBJ	<i>DNA Data Bank of Japan</i>
DECT	<i>Digital Enhanced Cordless Telecommunication</i> , digitale schnurlose Sprachübertragung
DH-Algorithmus	DIFFIE-HELLMAN-Algorithmus
DICOM	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i> , digitale Bildverarbeitung und Kommunikation in der Medizin
DIMDI	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIP	<i>Database of Interacting Proteins</i>
DL	<i>Description Logics</i> , Beschreibungslogiken
DMP	<i>Disease Management Program</i> , <i>Disease-Management-Programm</i>
DNA	<i>Deoxyribonucleic Acid</i> , Desoxyribonukleinsäure
DPKK	Deutsches Prostatakarzinom-Konsortium
DRG	<i>Diagnosis Related Groups</i> , diagnosebezogene Fallpauschalen
DSS	<i>Decision Support Service</i>
DSS-SFM	<i>Decision Support Service Functional Model</i>
DVD	<i>Digital Video Disc</i>
DWH	<i>Data Warehouse</i> , <i>Data Warehousing</i>
E/R	<i>Entity Relationship</i>
EAV	<i>Entity Attribute Value</i>
EBM	einheitlicher Bewertungsmaßstab
ECA	<i>Event Condition Action</i>
ECC	<i>Elliptic Curve Cryptography</i>
eCRF	<i>electronic Case Report Form</i> , elektronischer Prüfbogen
EDC	<i>Electronic Data Capture</i> , elektronische Datenerfassung
EDD	<i>Enterprise Data Dictionary</i>
EDV	elektronische Datenverarbeitung
EEG	Elektroencephalogramm
EFMI	<i>European Federation for Medical Informatics</i>
EGA	elektronische Gesundheitsakte, <i>Electronic Health Record</i>
eHBA	elektronischer Heilberufsausweis
EHR	<i>Electronic Health Record</i> , elektronische Gesundheitsakte

EKG	Elektrokardiogramm
EMA	<i>European Medicines Agency</i>
EMBL	<i>European Molecular Biology Laboratory</i>
EMR	<i>Electronic Medical Record</i>
EPA	elektronische Patientenakte, <i>electronic patient record</i>
EPR	<i>Electronic Patient Record</i> , elektronische Patientenakte
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
EST	<i>Expressed Sequence Tags</i>
ETL	<i>Extraction, Transformation, Loading</i> , Extrahieren, Transformieren, Laden
FAMI	Fachausschuss Medizinische Informatik
FDA	<i>Food and Drug Administration</i> , US-Behörde zur Lebensmittelüberwachung und Arzneimittelzulassung
FHIR	<i>Fast Healthcare Interoperability Resources</i>
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomographie
GB	Gigabyte, 1 Milliarde Byte
GCKD-Kohorte	<i>German-Chronic-Kidney-Disease-Kohorte</i>
GCP	<i>Good Clinical Practice</i> , Gute Klinische Praxis
GELLO	<i>Guideline Expression Language</i>
GEO	<i>Gene Expression Omnibus</i>
GI	Gesellschaft für Informatik e. V.
GMDS	Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e. V.
GMP	<i>Good Manufacturing Practice</i> , gute Herstellungspraxis
GO	<i>Gene Ontology</i>
GOÄ	Gebührenordnung für Ärzte
GPG	<i>GNU Privacy Guard</i>
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i> , globales Positionsbestimmungssystem
GSEA	<i>Gene Set Enrichment Analysis</i>
GTDS	Gießener Tumordokumentationssystem
HDPE	<i>High Density Polyethylen</i> , Polyethylen mit hoher Dichte
HDTV	<i>High-definition Television</i>
HIMSS	<i>Healthcare Information and Management Systems Society</i>
HL7	<i>Health Level Seven</i>
HRN	<i>Health Record Network</i>
HSI	<i>Hue-Saturation-Intensity-Farbraum</i>
HSSP	<i>Health-Care Services Specification Project</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
HTTPS	<i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i>
i2b2	<i>Informatics for Integrating Biology and the Bedside</i>

ICD	1. <i>International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems</i> , Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme; 2. <i>implantable cardioverter-defibrillator</i> , implantierbarer Kardioverter-Defibrillator
ICD-10-GM	Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision, <i>German Modification</i>
ICF	<i>International Classification of Functioning, Disability and Health</i> , Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit
ID	Identifikationsnummer
ID3	<i>Iterative Dichotomiser 3</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IGeL	individuelle Gesundheitsleistung
IHE	<i>Integrating the Healthcare Enterprise</i>
IHTSDO	<i>International Health Terminology Standards Development Organisation</i>
IIT	<i>Investigator Initiated Trial</i>
IMAP	<i>Internet Message Access Protocol</i>
IMIA	<i>International Medical Informatics Association</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IrDA	<i>Infrared Data Association</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> , Internationale Organisation für Normung
IST	<i>Investigator Sponsored Trial</i>
ISTAG	<i>Information Society Technologies Advisory Group</i>
IT	Informationstechnik
ITIL	<i>Information Technology Infrastructure Library</i>
JIC	<i>Joint Initiative Council</i>
JPEG	<i>Joint Photographic Experts Group</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
KAS	klinisches Arbeitsplatzsystem
KBV	Kassenärztliche Bundesvereinigung
KDMS	klinisches Dokumentations- und Managementsystem
KEGG	<i>Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes</i>
KH	Krankenhaus
KI	Künstliche Intelligenz
KIS	Krankenhausinformationssystem
KKS	Koordinierungszentrum für Klinische Studien
KVP	kontinuierlicher Verbesserungsprozess
LAB	<i>Laboratory Data Model</i>

LAN	<i>Local Area Network</i> , lokales Netzwerk
LIS	Laborinformationssystem
LoG	<i>Laplacian of GAUSSIAN Operator</i>
LOINC	<i>Logical Observation Identifiers Names and Codes</i>
MAP	<i>Maximum-a-posteriori</i> -Regel
MAPK	<i>Mitogen-Activated Protein Kinase</i>
MB	Megabyte
MBO	Musterberufsordnung für Ärzte
MCU	<i>Multipoint Control Unit</i>
MDK	Medizinischer Dienst der Krankenkassen
MedDRA	<i>Medical Dictionary for Regulatory Activities</i>
MLM	<i>Medical Logic Module</i>
MOLAP	multidimensionales OLAP
MOM	<i>Message Oriented Middleware</i>
MPEG	<i>Moving Picture Expert Group</i>
MPG	Medizinproduktegesetz
MPI	<i>Master Patient Index</i>
MR	Magnetresonanzverfahren
mRNA	<i>messenger Ribonucleic Acid</i> , Boten-RNA
MRT	1. Magnetresonanztomographie, 2. Magnetresonanztomograph
MTRA	medizinisch-technischer Radiologieassistent
MUMPS	<i>Massachusetts General Hospital Utility Multi-Programming System</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space</i>
NCBI	<i>National Center for Biotechnology Information</i>
NEMA	<i>National Electrical Manufacturers Association</i>
NFC	<i>Near Field Communication</i>
NGS	<i>Next Generation Sequencing</i>
NIH	<i>National Institutes of Health</i>
OCG	Österreichische Computergesellschaft
OCL	<i>Object Constraint Language</i>
ODE	<i>Ordinary Differential Equations</i> , gewöhnliche Differentialgleichung
OID	<i>Object Identifier</i>
OLAP	<i>Online Analytical Processing</i>
OLTP	<i>Online Transactional Processing</i> , Online-Transaktionsverarbeitung
OMIM	<i>Online Mendelian Inheritance in Man</i>
OP	Operation
openEHR	<i>Open Electronic Health Record</i>
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
OSGi	<i>Open Services Gateway Initiative</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>

PACS	<i>Picture Archiving and Communication System</i> , Bildarchivierungs- und Kommunikationssystem
PAM	<i>Percent Accepted Mutations</i>
PAN	<i>Personal Area Network</i> , persönliches Netzwerk
PCR	<i>Polymerase Chain Reaction</i> , Polymerase-Kettenreaktion
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PDF/A	<i>Portable Document Format</i> zur Langzeitarchivierung
PDMS	Patientendatenmanagementsystem
PDV	Patientendatenverwaltung
PET	1. Positronen-Emissions-Tomograph, 2. <i>Positron Emission Tomography</i> , Positronen-Emissions-Tomographie
PGP	<i>Pretty Good Privacy</i>
PHI-BLAST	<i>Pattern Hit Initiated BLAST</i>
PHR	<i>Personal Health Record</i> , persönliche Gesundheitsakte
PIN	Patientenidentifikationsnummer
PKI	<i>Public Key Infrastructure</i>
PL-1	Prädikatenlogik erster Stufe
PM	<i>Procedural Manager</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMS	Patientenmanagementsystem
POP3	<i>Post Office Protocol Version 3</i>
PR	<i>Protocol Representation</i>
PSI-BLAST	<i>Position-Specific Iterated BLAST</i>
RBAC	<i>Role Based Access Control</i> , rollensbasierte Zugriffskontrolle
RDE	<i>Remote Data Entry</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RDF/N3	<i>Resource Description Framework Notation 3</i>
RDWH	<i>Research Data Warehouse</i>
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i> , Identifizierung mithilfe elektromagnetischer Wellen
RGB	Rot-Grün-Blau-Farbraum
RIS	Radiologieinformationssystem
RKI	ROBERT KOCH-Institut
RNA	<i>Ribonucleic Acid</i> , Ribonukleinsäure
ROLAP	relationales OLAP
RöV	Röntgenverordnung
RPC	<i>Remote Procedure Call</i>
RSA-Algorithmus	RIVEST-SHAMIR-ADLEMAN-Algorithmus
RSNA	<i>Radiological Society of North America</i>

SAE	<i>Serious Adverse Event</i> , schwerwiegende unerwünschte Nebenwirkung
SCIPHOX	<i>Standardized Communication of Information Systems in Physician Offices and Hospitals using XML</i>
SCP	<i>Service Class Provider</i>
SCU	<i>Service Class User</i>
SDM-XML	<i>Study Design Model in XML</i>
SDO	<i>Standards Development Organization</i> , Standardisierungsorganisation
SDTM	<i>Study Data Tabulation Model</i>
SDV	<i>Source Data Verification</i>
SGB	Sozialgesetzbuch
SGMI	Schweizerische Gesellschaft für Medizinische Informatik
SMBL	<i>Systems Biology Markup Language</i>
SMTP	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>
SNOMED-CT	<i>Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms</i> , systematisierte Nomenklatur der Medizin – klinische Begriffe
SOA	<i>Service Oriented Architecture</i> , serviceorientierte Architektur
SOP	<i>Standard Operating Procedure</i> , Standardvorgehensweise
SPECT	<i>Single Photon Emission Computed Tomography</i> , Einzelphotonen-Emissions-Computertomographie
SSL	<i>Secure Socket Layer</i>
SVM	<i>Support Vector Machine</i>
T	<i>Template</i> , Muster
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i> , Übertragungssteuerungsprotokoll
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol</i>
TDM	<i>Trial Design Model</i>
TIFF	<i>Tagged Image File Format</i>
TMF	Technologie- und Methodenplattform für die vernetzte medizinische Forschung
TMZ	Telemedizinisches Zentrum
TR	Teleradiologie
tRNA	<i>transfer-Ribonucleic Acid</i> , Transfer-Ribonukleinsäure
TTP	<i>Trusted Third Party</i> , unabhängige vertrauenswürdige Instanz
UAW	unerwünschte Arzneimittelwirkung
UCUM	<i>Unified Code for Units of Measure</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UML-AC	<i>Unified Modelling Language – Activity Charts</i>
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
UN/EDIFACT	<i>United Nations/Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport</i>
URI	<i>Unified Resource Identifiers</i>

USB	<i>Universal Serial Bus</i>
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
VStG	Versorgungsstrukturgesetz
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WADO	<i>Web Access to DICOM Objects</i> , Web-Zugriff auf persistente DICOM-Objekte
WAN	<i>Wide Area Network</i> , großräumiges Netzwerk
WHO	<i>World Health Organisation</i> , Weltgesundheitsorganisation
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i> , drahtloses lokales Netzwerk
WR	Wissensrepräsentation
XDS	<i>Cross-Enterprise Document Sharing</i>
XDS-I	<i>XDS for Imaging</i>
xDT	Datenaustauschformate
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

Verzeichnis der Formelzeichen und Symbole

Kapitel 4

eGFR *estimated Glomerular Filtration Rate*, geschätzte glomeruläre Filtrationsrate

Kapitel 6

$f(x)$	lineare Funktion
P	Wahrscheinlichkeit
p_j	Mischungsgewichte
$P(Y X)$	bedingte Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen des Ereignisses Y unter der Bedingung X
$P(Y \cap X)$	Verbundwahrscheinlichkeit für das gemeinsame Eintreffen der Ereignisse X und Y
$P(\Omega)$	Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen des sicheren Ereignisses
$P(T^- D^-)$	Wahrscheinlichkeit, einen Gesunden als gesund zu erkennen
$P(T^+ D^+)$	Wahrscheinlichkeit, einen Kranken als krank zu erkennen
$N(x \mu, \Sigma)$	Normalverteilung der Variable x mit dem Mittelwert μ und der Varianz Σ
X, Y, K	Zufallsvariable für die Ereignisse X, Y , oder K
\bar{X}, \bar{Y}	Zufallsvariable für die Ereignisse „nicht X “ bzw. „nicht Y “
„¬“	logischer Junktor: Negation
„∧“	logischer Junktor: Konjunktion
„∨“	logischer Junktor: Disjunktion
„→“	logischer Junktor: Subjunktion
„∀“	Quantor: eine bestimmte Variable steht für alle Individuen
„∃“	Quantor: eine bestimmte Variable steht für mindestens ein Individuum
\models	semantische Folgerung
\vdash	syntaktische Folgerung
μ	Mittelwert

Kapitel 7

A	Platzhalter für einen Ausgangsstoff in einer monomolekularen Reaktion
k	Reaktionsgeschwindigkeitskonstante bei Reaktionen 1. Ordnung in 1/s

K_M	MICHAELIS-MENTEN-Konstante in mol/l
r	Reaktionsgeschwindigkeit in mol/s
$[S]$	Substratkonzentration in mol/l
t	Zeit in s
X	Platzhalter für ein Reaktionsprodukt in einer monomolekularen Reaktion

Kapitel 8

Anmerkung: Fettgedruckte Zeichen stellen vektorielle Größen dar.

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
3D+t	zeitliche Folge von 3D-Daten
α	Rotationswinkel in ° (Grad)
a_i	Grauwert, dimensionslos
b	Blickrichtung des Betrachters auf eine Fläche
b_j	Grauwert, dimensionslos
$b(m, n)$	diskrete Bildfunktion, Wert eines Bildpunkts (Pixel) an der Stelle m, n
$B(m, n)$	Binärbild
$b(x, y)$	kontinuierliche Bildfunktion
D_i	Approximation einer partiellen Ableitung in i -Richtung
E	Energie, dimensionslos
$f(m, n, z)$	Bildfunktionswert eines Objektvoxels
$G(m, n, z)$	3D-Gradientenvektor
$\nabla b(x, y)$	Gradient der Funktion $b(x, y)$
h	Operator oder Maske
H_a	Entropie der Grauwerte a_i in bit/Zeichen
H_{ab}	Verbundentropie der Grauwerte a_i und b_j in bit/Zeichen
$I(n, m, z)$	Richtungsvektor der Lichtquelle
I_a	ambientes Licht einer Szene erzeugt eine konstante Grundhelligkeit
I_L	Intensität der Lichtquelle
I_{amb}	ambiente Reflektion aufgrund von I_a
I_{diff}	diffuse Reflektion aufgrund der Lichtquelle I_L
I_{spec}	spiegelnde Reflektion aufgrund der Lichtquelle I_L
I_t	Isfläche
L_4	Maske des LAPLACE-Operators
L_8	Maske des isotropen LAPLACE-Operators
L_i^R	Landmarke i des Bildes R

Λ	Transinformation, <i>mutual information</i>
M	Anzahl der Spalten der Bildmatrix
m	Spaltennummer der Bildmatrix
N	Anzahl der Zeilen der Bildmatrix
n	Zeilennummer der Bildmatrix
$\mathbf{N}(m, n, z)$	Flächennormalenvektor
N_s	diskrete Menge von Pixeln oder Voxeln
$\mathbf{v}(s)$	Konturlinie
$p(a)$	Wahrscheinlichkeit für das Auftreten der Bildintensität a
$p(a, b)$	Verbundwahrscheinlichkeit für das gemeinsame Auftreten der Bildintensitäten a und b
R	Referenzbild
$\mathbf{r}(m, n, z)$	Richtung des reflektierten Anteils
r_{amb}	Koeffizient der ambienten Reflexion
r_{diff}	Koeffizient der diffusen Reflexion
r_{spec}	Koeffizient der spiegelnden Reflexion
Ψ	Abbildungstransformation
$\mathbf{s}(m, n, z)$	Translationsvektor
\mathbf{S}	SOBEL-Operator
\mathbf{S}_i	Maske des SOBEL-Operators mit Wirkung in i -Richtung
\mathbf{SD}_i	Maske des symmetrischen Differenzoperators in i -Richtung
T	<i>Template</i> -Bild
t	Zeit in s
t_{tresh}	Schwellenwert
$U(m, n)$	Lokale Ausdehnung der Operatorumgebung
$v(m, n, z)$	Wert eines Volumenelements (Voxel) an der Stelle m, n, z
w	Gewichtsfaktor
x	kontinuierliche Ortskoordinate
$\mathbf{x}(m, n, z)$	Ortsvektor eines Voxels
y	kontinuierliche Ortskoordinate
z	Schichtnummer eines Bildstapels
Z	Anzahl der Schichten

Hartmut Dickhaus

1 Einführung in die Medizinische Informatik

- 1.1 Historische Entwicklung des Fachgebiets — 4
- 1.2 Lehre und Ausbildung, Fachgesellschaften — 7
- 1.3 Gesellschaftliche Aspekte der Medizinischen Informatik — 11
- 1.4 Herausforderungen und zukünftige Entwicklungen — 14
- 1.5 Inhalte und Gliederung des Bandes — 18

Zusammenfassung: Die Medizinische Informatik hat sich in den letzten fünfzig Jahren parallel mit der Einführung von Computern und elektronischer Datenverarbeitung als eigenständiges Fachgebiet entwickelt. Schon bald wurde ihre Bedeutung für die vielfältigen administrativen und klinischen Aufgaben in allen Bereichen des Gesundheitswesens deutlich. Aufgrund der zunehmenden Digitalisierung und fast vollständigen Durchdringung unserer Gesellschaft mit Computern unterschiedlichster Größe und Leistung sind unzählige Anwendungen der Medizinischen Informatik in der ambulanten und stationären Versorgung wie auch in der Forschung zur Selbstverständlichkeit geworden.

Abstract: In keeping with the invention and increasing application of computers and electronic data processing over the past fifty years, medical informatics has developed as an independent scientific discipline. It did not take long to discover its important role in various administrative and clinical fields of our health care system. To date, our society has almost completely been saturated by an increasing digitalization thanks to computers of varying size and performance, which have turned out as basic equipment for in-patient and out-patient treatment as well as medical research.

Die Medizinische Informatik ist ein Fachgebiet, das von der entsprechenden Fachgesellschaft in Deutschland wie folgt charakterisiert wird [GMDS 2015]:

Die **Medizinische Informatik** wird als „die Wissenschaft der systematischen Erschließung, Verwaltung, Aufbewahrung, Verarbeitung und Bereitstellung von Daten, Informationen und Wissen in der Medizin und im Gesundheitswesen“ verstanden.

Weiter heißt es: „Sie ist von dem Streben geleitet, damit zur Gestaltung der bestmöglichen Gesundheitsversorgung beizutragen. Zu diesem Zweck setzt sie Theorien und Methoden, Verfahren und Techniken der Informatik und anderer Wissenschaften ein und entwickelt eigene“.

Gegenstand der Medizinischen Informatik sind somit Daten, Information und Wissen mit Anwendungsbereich in der Medizin und im Gesundheitswesen. Beispiele sind Daten im Rahmen der Registrierung eines Elektrokardiogramms (EKG) oder der Computertomographie (CT), Informationen eines Patienten über sein Krankheitsbild und Wissen über die bestmögliche Behandlung einer Erkrankung. Zu ihrer Verarbeitung wird das Methodenspektrum der Informatik und anderer Wissenschaften genutzt [van Bommel 2008].

In diesem Buch wird also ein Fachgebiet thematisiert, das sich in hohem Maße anwendungsorientiert definiert und sich mit Problemstellungen im Kontext der Lebenswissenschaften bzw. des Gesundheitswesens beschäftigt. Das Verständnis für multidisziplinäre Ansätze und deren gesellschaftliche Auswirkungen ist eine wichtige Voraussetzung dafür. Durch die hohe Dynamik in den Bereichen Medizin und Technik sind auch die zu bearbeitenden Fragestellungen einem stetigen Wandel unterworfen. Im Kontext schnellleibiger Veränderungen, pluralistischer Wertvorstellungen, globalisierter Arbeitswelten und einer zunehmenden Vernetzung bei gleichzeitiger Betonung der Individualisierung sind Konzepte für die zukünftige Gestaltung eines adäquaten Gesundheitsversorgungssystems eine große Herausforderung. So erwartet unsere Gesellschaft die operationale und finanzielle Garantie von ausgewogenen Leistungsansprüchen auf hohem medizinischen Niveau [Dierks 2008]. Auch hierzu sollte die Medizinische Informatik einen Beitrag leisten.

Wenn die Digitalisierung heute zunehmend als Innovationstreiber verstanden und gefördert wird, der nicht zuletzt Wachstum und Fortschritt ermöglichen soll [Digitale Agenda 2014–2017], müssen auch die gesellschaftlichen Konsequenzen bis ins private Verhalten hinein bedacht und angemessen berücksichtigt werden. Dazu gehört unter anderem der Schutz der Privatsphäre und personenbezogener Daten vor Missbrauch.

In Deutschland wurde schon früh in den Anfängen des Fachgebietes diskutiert, ob die Medizinische Informatik eine eigenständige Wissenschaft sei. Hierzu fehlt laut WINGERT aber die Abgrenzung einer eigenständigen Methodik, ein Merkmal der klassischen Definition eines wissenschaftlichen Faches [Wingert 1979]. So definierten dann auch Fachvertreter in den siebziger Jahren die Medizinische Informatik eher durch ihre Anwendungsbereiche und methodischen Werkzeuge, die auf die

jeweiligen Probleme zugeschnitten werden müssen. REICHERTZ betonte, dass die Medizinische Informatik ein Denken in Systemen erfordere und die Integration unterschiedlicher Wissensbereiche für Problemlösungen benötige [Reichertz 1978]. VAN BEMMEL formulierte in den achtziger Jahren:

Medical Informatics comprises the theoretical and practical aspects of information processing and communication, based on knowledge and experience derived from processes in medicine and health care [van Bommel 1984].

Auch hier finden wir eine Fokussierung auf das Anwendungsgebiet mit der Betonung auf die methodische Ausrichtung der Informationsverarbeitung.

Daten, Information und Wissen

B. BLUM, der in den frühen sechziger Jahren einer der Pioniere der Informatik in den USA war und seit 1976 hauptsächlich mit medizinischen Fragestellungen bei der NASA betraut wurde, begann seine Betrachtungen gerne mit der Trias von Daten, Information und Wissen [Blum 1990] (► Abb. 1.1). Unabhängig von der Komplexität einer Anwendung der Medizinischen Informatik lässt sich ihr Gegenstand immer auf Daten, Information und Wissen zurückführen. Dabei geht es meist um deren Verknüpfung, Verarbeitung, Speicherung, Bereitstellung oder Übertragung. Entsprechend bieten Informations- und Kommunikationstechnologien die wesentlichen technischen Grundlagen im Zusammenwirken mit Methoden der Informatik.

Daten können als symbolische Abbildungen von Sachverhalten bzw. als Zeichenketten angesehen werden, z. B. der Messwert des systolischen Blutdrucks, der Nachname eines Patienten oder die Farbe der Augen. **Informationen** sind hingegen kontextualisierte Daten, d. h. die Daten stehen in einem inhaltlichen Zusammenhang und machen in diesem eine Aussage. Häufig haben Informationen eine beobachterabhängige Bedeutung, die auch mit der Auftrittswahrscheinlichkeit zusammenhängt. So ist die Aussage, dass bei einer Medikamentenstudie unter kontrollierten Bedingungen die Mortalität bei Einnahme der Wirksubstanz einen bestimmten Prozentsatz beträgt, eine Information.

Wissen hingegen repräsentiert beispielsweise Fakten, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten, die als gültig erkannt wurden. Dabei wird häufig nochmals zwischen verschiedenen Formen von Wissen unterschieden, wie z. B. explizites und implizites, exaktes oder empirisches Wissen.

Der Übergang zwischen Wissen und Information ist häufig fließend. So kann durch Analyse und Verknüpfung von Informationen Wissen generiert werden. Die Auswertung mehrerer Studien mit der gleichen Wirksubstanz unter identischen Bedingungen kann in der vergleichenden Beurteilung einer Metaanalyse Wissen über die verabreichte Substanz erzeugen. Wissen wird häufig durch eine abstrakte Formulierung mittels Regeln, Formeln oder Heuristiken gewonnen.

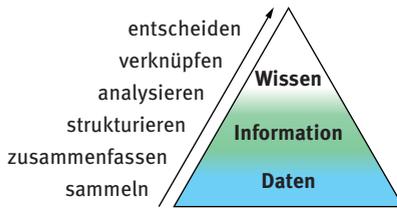


Abb. 1.1: Daten, Information und Wissen. Daten können gesammelt werden. Durch Zusammenfassung und Strukturierung der Daten kann Information gewonnen werden. Durch Analysieren und Verknüpfen von Information und Wissen können Entscheidungen getroffen werden; verändert nach [TTI Tectran 2015].

Die Informatik stellt mit dem Computer (*Hardware*) und den Algorithmen (*Software*) hervorragende Werkzeuge zur Verfügung, um die verschiedenen Entitäten wie Daten, Information und Wissen miteinander in Beziehung zu setzen. Daten werden gesammelt, gespeichert und nach bestimmten Vorschriften zusammengefasst oder ausgewertet [Haux 2011]. Aber auch Informationen und Wissen können heute mit formalisierten Regeln automatisch verarbeitet bzw. generiert werden. Man spricht von **computergestützter Wissensverarbeitung** mit Methoden der **künstlichen Intelligenz**, der **Heuristik** und des **automatischen Erkennens bzw. Schließens**. Einerseits werden Informationen aus Daten extrahiert und als Wissen gespeichert, andererseits werden aus gespeichertem Wissen Informationen gewonnen, um z. B. sinnvolles Handeln und Entscheiden zu ermöglichen.

Neben diesen klassischen Methoden und Werkzeugen der computergestützten Verarbeitung erschließt die elektronische Vernetzung ganz neue Dimensionen, wie Internet oder *World Wide Web* [Naughton 2000]. Das Internet dient im weitesten Sinne als Kommunikationsvehikel für Daten, Informationen und Wissen. Aufgrund seiner Omnipräsenz und Geschwindigkeit ergeben sich revolutionäre Möglichkeiten zur Informierung und Kommunikation zu jeder Zeit, an jedem Ort und über fast alle denkbaren Sachverhalte.

Die hierdurch bereits erzielten und noch zunehmenden Auswirkungen, auch auf das Gesundheitswesen als wesentlicher Teil unserer Gesellschaft, sind noch nicht abzusehen. Bereiche wie *eHealth* (*electronic health*; auch *E-Health*) und *mHealth* (*mobile health*; auch *M-Health*) stehen in ihrer Nutzung wohl erst noch am Anfang und stellen die Medizinische Informatik vor neue Herausforderungen, bieten aber auch zahlreiche faszinierende Möglichkeiten, die hoffentlich im Sinne einer höheren Effizienz und Qualität für die Patientenversorgung genutzt werden.

1.1 Historische Entwicklung des Fachgebiets

1.1.1 Medizinische Informatik in Deutschland

In Deutschland liegen die Wurzeln der Medizinischen Informatik in den sechziger Jahren. Fragestellungen zur Dokumentation und Aufbewahrung von Krankenakten, der Identifikation von Patienten während ihrer Behandlungen und Aufenthalte in

Krankenhäusern sowie der Klassifikation von Krankheiten mit sogenannten Diagnoseschlüsseln standen am Anfang der Medizinischen Informatik. Aufgrund der Einsicht, dass die damals neu aufkommenden Werkzeuge in Form von Computern mit entsprechenden Programmen auch für Aufgaben im Krankenhaus oder allgemein im Gesundheitswesen nützlich sein konnten, wurde ein eigenständiges, aufgabengetriebenes Arbeitsfeld entwickelt.

Eine Dokumentation klinischer Basisdaten und Krankengeschichten wurde bereits im frühen 16. Jahrhundert, beispielsweise im *St. Bartholomew's Hospital* in London oder durch den Nürnberger Stadtarzt MAGENBUCH betrieben [Assion und Telle 1972].



Man erkannte schnell, dass auch administrative Prozesse und die damit verbundenen Tätigkeiten wirkungsvoll mit der in den sechziger und siebziger Jahren aufkommenden **elektronischen Datenverarbeitung (EDV)** unterstützt werden konnten. Schon bald wurden komplexere Systeme entworfen, die Eigenschaften von Managementsystemen aufwiesen und für verschiedene Aufgaben im Krankenhaus eingesetzt wurden. Wesentliches Merkmal dieser Systeme war die zentrale Erfassung, Speicherung und Bereitstellung von Patientendaten aus unterschiedlichen klinischen Bereichen und Prozessen während des Aufenthalts der Patienten im Krankenhaus. Daneben wurden logistische und administrative Aufgaben, wie z. B. das Bestellwesen und die Leistungsabrechnung, in das System integriert. Derartige Softwareentwicklungen wurden schon damals als rechnerbasierte **Krankenhausinformationssysteme (KIS)** bezeichnet. Ihre Entwicklung wurde häufig in den neu eingerichteten universitären Instituten, die sich mit der klinischen Datenverarbeitung auseinandersetzten, strategisch und operational vorangetrieben. Heute sind diese Systementwicklungen jedoch weitgehend in Händen der Industrie, wo sie entsprechend den Erfordernissen der Kliniken angepasst kontinuierlich erweitert werden.

Hier sei erwähnt, dass der Berliner Nervenarzt PLACZEK schon Ende des 19. Jahrhunderts bei einem USA-Besuch von der Einführung der Hollerith-Anlage für die Sterbestatistik des *Board of Health* in New York sehr beeindruckt war. Er regte daraufhin an, diese Technik auch für die Bearbeitung medizinischer Fragestellungen wie die Erstellung von Krankenakten in Deutschland einzusetzen. Dies erfolgte allerdings erst 1943 in Form von Lochkarten bei der damaligen deutschen Wehrmacht [Placzek 1894, Mikat 1960].



Im akademischen Bereich wurden in dieser Zeit die ersten Lehrstühle für Medizinische Informatik bzw. für Dokumentation und Statistik oder Biometrie eingerichtet, beispielsweise 1963 an der Medizinischen Fakultät in Mainz, Prof. KOLLER; 1964 an der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg, Prof. WAGNER; 1964 an der Medizinischen Fakultät in Paris, Prof. GRÉMY und 1971 an der Medizinischen Hochschule

Hannover (MHH), Prof. REICHERTZ, um nur einige wenige zu nennen, in deren Abteilungen wiederum Kollegen weiterer Lehrstühle habilitierten [Köhler 2003].

Die Medizinische Informatik entwickelte sich in Deutschland damals weitgehend parallel zur Biomedizinischen Technik. Einige Gebiete der Medizinischen Informatik wie die medizinische Signalverarbeitung z. B. des Elektrokardiogramms (EKG) oder des Elektroenzephalogramms (EEG) und später die Generierung und Auswertung von medizinischen Bildern der Computertomographie (CT), Magnetresonanztomographie (MRT) und Positronen-Emissions-Tomographie (PET) wurden wesentlich von Ingenieuren vorangetrieben.

1.1.2 Medical Informatics in den USA

Betrachtet man die letzte Hälfte des 20. Jahrhunderts in der USA und versucht hier die Entwicklung nachzuzeichnen, findet man eine deutlich breitere Auseinandersetzung mit dem Fachgebiet der Medizinischen Informatik, die interessanterweise auch die Biomedizinische Technik bzw. das *Biomedical Engineering* von Anfang an stärker berücksichtigt. Hier kann man zwei sich gegenseitig beeinflussende Entwicklungsstränge verfolgen. Erstens den mehr technikorientierten, durch Ingenieure beeinflussten Ansatz, der die aufkommenden Computer als weiteres elektronisches Gerät für verschiedenste Anwendungen einsetzt und erprobt. Dazu gehören auch Problemstellungen aus der Medizin und der Biologie, die sich aus Forschung und Diagnostik ergaben, z. B. für die Hirn- und Krebsforschung oder die EKG- und Zelldiagnostik.

Zweitens entstanden zwei weitere wichtige Richtungen, die typische Problemstellungen des medizinisch-klinischen Spektrums aufgriffen: die Informations- und Datenverarbeitung im Krankenhaus und die Unterstützung der klinischen Diagnostik durch sogenannte wissensbasierte Systeme. Während man sich im Krankenhaus in den siebziger Jahren ähnlich wie in Deutschland schwerpunktmäßig mit der Entwicklung von elektronischen Patientenakten (EPA, *electronic patient record*, EPR) und problemorientierten medizinischen Informationssystemen (*problem-oriented medical information system*, PROMIS) befasste, gab es auf dem Gebiet der wissensbasierten Systeme zu Beginn der Medizinischen Informatik in unserem Lande keine echte Entsprechung. In den USA entstand hierzu eine ganze Reihe spezifischer Systeme, die für verschiedene diagnostische Fragestellungen entwickelt wurden, z. B. MYCIN, CASNET, HELP, INTERNIST. Namen wie SHORTLIFFE, WARNER, KULIKOWSKI und MYERS sind mit diesen Systemen verbunden [Blum 1990]. Anhand dieser Systeme wurde eine wesentlich neue Komponente des Fachgebietes entwickelt. Durch die Verknüpfung medizinischen Wissens für diagnostische Zwecke mit statistischen Verfahren und Methoden der künstlichen Intelligenz wird Einsicht in medizinische Problemstellungen möglich und neues Wissen generiert.

In den USA gehörten zum Fachgebiet der Medizinischen Informatik auch Problemstellungen und Arbeitsbereiche, die in Deutschland eher der Biomedizinischen Tech-

nik zugeordnet werden. Dazu hat wohl auch die Etablierung des **Advisory Committee on Computers in Research (NIH-ACCR)** vom NIH beigetragen, zu dessen wesentlichen Aufgaben die Identifizierung der Einsatzmöglichkeiten von Computern in der medizinischen und biologischen Forschung, die Begutachtung von Forschungsprojekten und die laufende Überwachung der Forschung auf diesen Gebieten zählte.

Medizinische Informatik und Biomedizinische Technik haben in Deutschland keine derartige gemeinsame Tradition. Gewiss hat man heute auch hierzulande gelernt, dass sich beide Gebiete synergistisch ergänzen und aufeinander angewiesen sind [Hasmann 2011]. In vielen Bereichen gehen die Grenzen inzwischen fließend ineinander über, wobei Ingenieure, Informatiker, Mediziner und Biologen gemeinsam an aktuellen Fragestellungen mit ihren jeweiligen Kompetenzen arbeiten. Natürlich hat jedes Fach durch seine Vertreter eine eigene Kultur im Laufe seiner Entwicklung geformt. Diese gilt es verstehen zu lernen, zu integrieren und gemeinsam weiter zu entwickeln – eine Aufgabe, die gerade auch den jungen Kolleginnen und Kollegen beider Fachgebiete empfohlen werden muss.

1.2 Lehre und Ausbildung, Fachgesellschaften

Die akademische Ausbildung und fachliche Weiterbildung in der Medizinischen Informatik und in verwandten Fachgebieten ist an vielen Standorten in Deutschland möglich. Zunächst soll hier auf akkreditierte Studiengänge Bezug genommen werden, die Bachelor- und Masterabschlüsse an Hochschulen und Universitäten anbieten.

1.2.1 Studiengänge in Medizinischer Informatik und verwandten Fächern

Das Studium der Medizinischen Informatik und verwandter Fächer in Deutschland erfolgt in der Regel in einem sechs- oder sieben-semesterigen Bachelorstudiengang, der einen berufsqualifizierenden Abschluss anstrebt – teilweise mit integriertem Praxissemester – und einem konsekutiven drei- oder vier-semesterigen Masterstudiengang mit dem Ziel der Befähigung zu wissenschaftlichem Arbeiten.

An 25 Hochschulen in Deutschland (Fachhochschulen, Hochschulen für angewandte Wissenschaften, Technische Hochschulen und Universitäten) sind zurzeit insgesamt 17 Studiengänge mit Bachelorabschluss und acht Studiengänge mit Masterabschluss in Medizinischer Informatik bzw. Gesundheitsinformatik, *eHealth* und Medizinischer Dokumentation bzw. Medizinisches Informationsmanagement akkreditiert. Weiterhin wird an 40 Hochschulen im Rahmen des Studienfachs Informatik (22 Studiengänge mit Bachelorabschluss und 18 Studiengänge mit Masterabschluss) die Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik angeboten (► Abb. 1.2). Diese wird im Mittel von ca. 20 % der Informatik-Studierenden gewählt. Eine detaillierte Übersicht über

alle Studiengänge mit ihren Charakteristika findet man bei SCHMÜCKER [Schmücker 2013].

Je nach Studiengang ist die Ausbildung im Bereich Medizin und medizinverwandten Fächern unterschiedlich deutlich ausgeprägt. Im Allgemeinen liegt der Schwerpunkt auf der Ausbildung in der Informatik sowie der Medizin und den Naturwissenschaften.

Eine führende Rolle in der konzeptuellen Gestaltung eines grundständigen Studiengangs Medizinische Informatik übernahm der erste Diplomstudiengang dieser Art in Europa, der seit 1972 gemeinsam von der Universität Heidelberg und der Hochschule Heilbronn angeboten wird. Er verfolgt die Integration des Anwendungsfachs Medizin vom ersten Semester im Bachelor- bis zum Abschluss im Masterstudiengang [Knaup 2009].

1.2.2 Lernziele und Kernkompetenzen im Studiengang Medizinische Informatik

Im Studiengang Medizinische Informatik sollten Kenntnisse und Kompetenzen in folgenden Bereichen erworben werden:

- Grundzüge der Medizin, Physiologie, Anatomie, Genetik,
- Gesundheitsökonomie,
- Grundzüge der Mathematik und Stochastik,
- Gesundheitssysteme und deren Einrichtungen,
- Bedeutung der systematischen Informationsverarbeitung im Gesundheitswesen,
- Eigenschaften, Funktionen und Architektur von Informationssystemen im Gesundheitswesen,
- Management von Informationssystemen,
- Datenmanagement und Dokumentation im Gesundheitswesen,
- Methoden der praktischen Informatik,
- Methoden der technischen Informatik,
- Methoden des *Software-Engineering*,
- Datenbanken,
- Datenrepräsentation und Datenanalyse,
- Projektmanagement,
- Standards der Medizinischen Informatik,
- Biometrie und Epidemiologie,
- Entscheidungsunterstützung in der Medizin,
- *eHealth* und Telemedizin,
- biomedizinische Signal- und Bildverarbeitung,
- klinische Bioinformatik,
- *IT-Security*.



Abb. 1.2: Standorte der Studiengänge Medizinische Informatik und Bioinformatik in Deutschland [Fachausschuss Medizinische Informatik (FAMI) der GMDS 2015].

Empfehlungen für die Gestaltung des Studiums wurden u. a. von der *International Medical Informatics Association* (IMIA) zusammengestellt [Mantas 2010]. In weiteren Beiträgen hat sich die Amerikanische Fachgesellschaft *American Medical Informatics Association* (AMIA) ausführlich in einem *White Paper* zum Verständnis der Biomedizinischen Informatik und ihrer Kernkompetenzen geäußert [Kulikowski 2012].

1.2.3 Arbeitsgebiete und Tätigkeiten

Arbeitsplätze und Karrieren nach Abschluss eines Studiums in Medizinischer Informatik ergeben sich z. B. in der Industrie, in Krankenhäusern und Versorgungseinrichtungen, bei Ministerien, Behörden und Verbänden des Gesundheitssystems, Leistungsträgern und Krankenkassen, Forschungseinrichtungen und Universitäten. Typische Tätigkeiten sind dabei: Softwareentwicklung, Systemintegration, Qualitätssicherung, IT-Beratung und Organisation, Produktmanagement, Prozessmanagement, taktisches und strategisches Management von Informationssystemen, Consulting.

Im Studium der Humanmedizin ist die Medizinische Informatik auch Bestandteil des Curriculums. Wichtige Lernziele für angehende Mediziner wurden von DUGAS in einem Lernzielkatalog den folgenden sieben Themengebieten zugeteilt [Dugas 2013]:

- Medizinische Dokumentation und Informationsverarbeitung,
- Medizinische Klassifikationssysteme und Terminologien,
- Informationssysteme im Gesundheitswesen,
- Gesundheitstelematik und Telemedizin,
- Datenschutz und Datensicherheit,
- Zugriff auf medizinisches Wissen,
- Medizinische Signal- und Bildverarbeitung.

Zertifikat Medizinische Informatik

Die Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e. V. (GMDS) vergibt zusammen mit der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) das Zertifikat „Medizinische Informatik“ an Persönlichkeiten mit breiten Fachkenntnissen und Managementenerfahrungen, die sich beruflich weiterentwickeln wollen und Führungsaufgaben anstreben. Die notwendigen Bedingungen für die Vergabe sind: Hochschulstudium, komplementäre Fachkenntnisse, operationelle Qualifikation durch nachgewiesene einschlägige, mindestens fünfjährige Berufsausübung, ausführliche Stellungnahmen [Zertifikat Medizinische Informatik 2015].

1.2.4 Fachgesellschaften und Berufsverbände

Das Fachgebiet der Medizinischen Informatik wird durch folgende Fachgesellschaften und Verbände in Deutschland und dem deutschsprachigen Ausland vertreten:

Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e. V. (GMDS)

Die GMDS mit Sitz in Köln ist Mitglied der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Die GMDS versteht sich als wissenschaftlich-medizinische Fachgesellschaft. Medizinische Informatik ist einer der drei Fachbereiche innerhalb der Gesellschaft neben der Medizinischen Biometrie und Epidemiologie sowie der Medizinischen Dokumentation.

Berufsverband Medizinischer Informatiker e. V. (BVMI)

Der Verband, ansässig in Heidelberg, versteht sich als Ansprechpartner bei berufspolitischen Fragen auf dem Gebiet der Medizinischen Informatik. Er fördert und vertritt Belange der Fort- und Weiterbildung in der Medizinischen Informatik.

Schweizerische Gesellschaft für Medizinische Informatik (SGMI)

Die SGMI fördert das Studium, die Entwicklung und die Nutzung der Informatik im Gesundheitswesen, d. h. die Medizinische Informatik.

Österreichische Computergesellschaft (OCG)

Eine besondere Gesellschaft oder Organisationsstruktur für das Fachgebiet der Medizinischen Informatik ist in Österreich nicht existent.

European Federation for Medical Informatics (EFMI)

Die EFMI ist die führende Europäische Organisationseinheit für die Belange der Medizinischen Informatik. Zurzeit sind 32 europäische Staaten Mitglied in der EFMI.

International Medical Informatics Association (IMIA)

Die IMIA versteht sich als Körperschaft für die Belange der Gesundheitsinformatik und der Medizinischen Informatik in der Welt. IMIA übernimmt eine globale Brückenfunktion zwischen den einzelnen nationalen Organisationseinheiten und ihren Mitgliedern. Die IMIA sieht sich in einer führenden Rolle in der Anwendung von Informationswissenschaften und -technologien im Gesundheitswesen und in der Forschung bezüglich der Medizinischen Informatik, der Gesundheitsinformatik und der Bioinformatik.

1.3 Gesellschaftliche Aspekte der Medizinischen Informatik

In welche Richtung werden sich die medizinische Versorgung und das Gesundheitswesen entwickeln? Wer und was sind die treibenden Kräfte für Veränderungen in unserer Gesellschaft? Welche Bedeutung haben sie für das Gesundheitssystem? Wer wird sie kontrollieren? Welche Rolle werden dabei die sich mit hoher Dynamik entwickelnde Technik, die Informatik und die Industrie einnehmen? Dies sind Fragen, die sicherlich nicht allein aus Sicht der Medizinischen Informatik zu beantworten sind, sondern in hohem Maße die Politik fordern. Allerdings kann die Medizinische Informatik zur Moderation und Beantwortung dieser Fragen einen wesentlichen Beitrag leisten und sollte dies auch versuchen [Hübner 2014]. Dies wiederum wird nur dann möglich sein, wenn sich die Protagonisten des Fachgebiets ihrer Verantwortung bewusst sind und versuchen, zwischen Problemen, technischen Lösungsmöglichkeiten und ethischer Verantwortung gegenüber der Gesellschaft wie jedem Einzelnen eine Balance zu finden, die nachhaltig die körperliche und seelische Gesundheit des Einzelnen in der Gesellschaft zum obersten Ziel macht.

Die demographische Entwicklung in Europa wird maßgeblich die Bedürfnisse unserer Gesellschaft bestimmen. Die Relationen zwischen jungen, berufstätigen und älteren Menschen im Ruhestand verschieben sich zunehmend. Die umfassende Globalisierung aller Bereiche, angefangen bei Wirtschaft und Finanzen, Nahrungsmitteln und Bodenschätzen, Kommunikation und Energieressourcen konfrontiert uns auch in unserem Lande mehr und mehr mit Fragen und Problemen der Verfügbarkeit, Verteilung und deren Nachhaltigkeit. Dies gilt nicht nur für unsere Umwelt, sondern genauso für alle Bereiche des Miteinanders in einem sozial verträglichen Gemeinwesen und damit auch für unser Gesundheitswesen. Hier gilt es, ein Verständnis für die Abhängigkeiten und Verzahnung der immer komplexer werden Sachverhalte zu gewinnen und zu durchschauen, wie schließlich der erwartete *Benefit* verteilt sein wird, wer daran partizipiert und wer den dafür notwendigen Aufwand leisten muss. Gewiss werden die Möglichkeiten einer präziseren Diagnostik und wirksameren Therapie aufgrund des technischen Fortschritts und eines besseren Verständnisses für die Entstehung von Krankheiten zunehmen. Das wird aber auch höhere Kosten nach sich ziehen. Wird damit zwangsläufig einer befürchteten Zwei-Klassen-Medizin Vorschub geleistet, die den Wohlhabenden in unserer Gesellschaft wesentliche Vorteile durch *Hightech*-Medizin sichert und sozial schwächeren Schichten nur Minimalversionen der Versorgung anbietet? Werden medizinische Daten als Ware ausgewertet und missbraucht, um interessante Informationen an Arbeitgeber und Wirtschaft weitergeben zu können?

Leistungsbewusstsein, Stressbewältigung und Effektivität werden in unserer Gesellschaft immer stärker gefordert, führen aber auch zunehmend zu Resignation und Depressionen in allen Bevölkerungsschichten. Die allumfassenden Kommunikationsmöglichkeiten begleiten uns auf Schritt und Tritt und vermitteln das Bewusstsein, Teil einer virtuellen, stets erreichbaren Gemeinschaft zu sein. Das suggeriert Sicher-

heit und erhöht die Lebensqualität. Und doch nimmt die Zahl der psychosomatisch Erkrankten mit Symptomen von Vereinsamung, Versagen und Autismus in erschreckendem Maße besonders bei jungen Menschen zu. Bei aller Begeisterung für den technischen Fortschritt sollte hier auch gefragt werden, ob elektronische Kommunikation und ihre faszinierenden Angebote, robotergestützte Pflege und spannende Computerspiele in jedem Fall die richtige Antwort auf elementare Bedürfnisse z. B. nach menschlicher Begegnung sind [Niederlag 2008].

Der mittlerweile häufig anzutreffende *Lifestyle* zwischen *Wellness* und extremer Arbeitsbelastung, unausgewogenem Ernährungsverhalten und extremen Freizeitbeschäftigungen führt zu schlecht ausbalancierten Lebensrhythmen, Dysregulationen, Stoffwechselerkrankungen und Abhängigkeiten, die langfristig chronische Krankheitsbilder mit sich bringen können. Manche versuchen diesem Trend durch permanente Verfügbarkeit von Vitalparametern, Leistungsindikatoren und Befindlichkeitsindices mit leicht erwerbbaaren *Apps* auf *Smartphones* zu begegnen. Diese Art von Vorsorge mag auch dahingehend kritisch hinterfragt werden, ob nicht viel mehr ein ausgewogenes Verhalten ohne permanente Informiertheit über seine Leistungsgrenzen eher einen gesundheitsfördernden Einfluss hat.

Ein wichtiger Aspekt bei zunehmender Kommunikation und Digitalisierung in unserer Gesellschaft ist die Wahrung der Privatsphäre und der Schutz vor Missbrauch persönlicher Daten [Pommerening 2010]. Dies gilt insbesondere für personenbezogene medizinische Daten und solche, die es ermöglichen, das Verhalten von Personen in verschiedenster Art und Weise abzubilden, zu rekonstruieren oder vorherzusagen. Wir sind täglich von dieser Art des Datensammelns betroffen, auch ohne Nutzung sozialer Netzwerke und ohne unsere explizite Zustimmung. Jeder Klick im Internet kann seine Spuren hinterlassen und ein weiteres Detail zur virtuellen Persönlichkeit hinzufügen. Welche Konsequenzen hier auf den Einzelnen in der Gesellschaft zukommen, sei es hinsichtlich der Transparenz über seine Mobilität, über sein soziales Verhalten oder seine Wünsche und Vorlieben, ist noch gar nicht absehbar. Die Gefahr von Persönlichkeitsschäden durch fahrlässige oder sogar gezielte Manipulation ist naheliegend. Gewiss mag der höhere Komfort im Rahmen des elektronischen Einkaufens von zu Hause oder eine elektronische Erinnerung an Sport primär einmal für uns reizvoll sein. Aber gerade durch die Anhäufung von Daten und deren kaum kontrollierbaren Austausch steigen die Möglichkeiten des Missbrauchs. Deshalb sollten die bestehenden Instrumente der Selbstregulierung, wie z. B. Beachtung der Datenschutzgesetzgebung, Entwicklung von *Standard Operating Procedures* (SOP), von Regeln der *Best Practice* und Audits genutzt werden [Weichert 2014]. Es gilt in der Gesellschaft aber auch ein Problembewusstsein zu wecken, das die zu erwartenden Entwicklungen im Bereich *Big Data* realistisch einschätzt und eine verfassungsrechtliche Verankerung für den Umgang damit anstrebt.

Wenn nun auch die inzwischen gigantischen Möglichkeiten zur Speicherung, Aggregation und Verarbeitung von Daten immer bedrohlichere Szenarien des Missbrauchs und der Entmündigung der Person möglich erscheinen lassen, soll hier nicht

einseitig ein negatives Bild durch Aufzeigen möglicher Risiken skizziert werden. Vielmehr soll zur Wahrung und Übernahme von Verantwortung ermutigt werden, sich der Einengung der Persönlichkeit durch verselbstständigte und fehlgeleitete Euphorie für das Machbare entgegenzustellen. Der Faszination der Möglichkeiten steht eben auch die Gefahr von Macht und Manipulation gegenüber, die jetzt schon die Informatik in ihren verschiedenen Spielarten in sich birgt. Sie sollte durch kritisches Nachfragen und Bedenken der Konsequenzen zum Wohle der Gesellschaft und des Einzelnen gepflegt werden. Umso wichtiger ist es, dass sich gerade junge Menschen mit Kompetenz, Begeisterung, Phantasie und hohem Engagement dieser Disziplin annehmen und sie nach bestem Wissen und Vermögen verantwortlich für eine für alle lohnende Zukunft prägen.

1.4 Herausforderungen und zukünftige Entwicklungen

Die Medizinische Informatik, als anwendungsorientierte Wissenschaft, adressiert die medizinischen Herausforderungen, die sich aktuell und in nächster Zukunft abzeichnen und versucht Lösungsansätze für diese Probleme zu generieren. Darüber hinaus werden durch die sich entwickelnden technischen Möglichkeiten verstärkter Miniaturisierung, zunehmender Speicherkapazitäten und steigender Leistungsfähigkeit von Prozessorsystemen neue Technologien und Strategien verfügbar, die ihrerseits eine eigene Dynamik entwickeln [Dössel 2008, Shah 2012, Bellazzi 2014, Heimann 2015].

Einige Bereiche, die schon jetzt mit innovativen Anwendungen und entsprechenden Schlagzeilen auf sich aufmerksam machen bzw. erste Realisierungen vorstellen, gehören zur aktuellen Thematik **Big Data** und beziehen sich auf die Generierung und Verarbeitung riesiger Datenmengen; es geht also um datengetriebene Entwicklungen.

Big Data wird häufig durch vier, jeweils mit dem Buchstaben V beginnenden Begriffen gegenüber klassischen Datenbank- und Analysemethoden charakterisiert: **Volume** (Volumen), **Variety** (Vielfalt), **Velocity** (Verarbeitungsgeschwindigkeit) und **Veracity** (Verlässlichkeit) [Martin-Sanchez 2014]. Dabei geht es hier nicht nur um technologische Weiterentwicklungen. Vielmehr will man mit dem Stichwort *Big Data* völlig neue Herausforderungen adressieren, die innovative Konzepte der *Hard-* und *Software-Architektur* für die Datenhaltung und das Management erfordern. Ebenfalls sind neue methodische Ansätze für *Data Mining*, Analyse und Visualisierung strukturierter und unstrukturierter riesiger Datenmengen nötig. Dabei ist besonders zu beachten, dass Daten aus dem Gesundheitsbereich und den sozialen Netzwerken häufig aus subjektiven, wenig reproduzierbaren oder unbekanntenen Quellen stammen und deswegen gerne auch als weiche Daten mit teilweise eingeschränkter Verlässlichkeit (*Veracity*) bezeichnet werden.

Initiatoren der Entwicklung von *Big Data* waren Ende des letzten Jahrhunderts Forschungsansätze der Teilchenphysik mit der Auswertung ihrer komplexen datenin-

tensiven Experimente (z. B. im CERN) sowie in den letzten zehn Jahren Unternehmen wie GOOGLE UND FACEBOOK. Die im Jahr 2014 täglich erzeugten realen Datenmengen werden insgesamt auf $2,5 \times 10^{18}$ Bytes geschätzt. Bei dem Unternehmen GOOGLE wurden auch bereits mit der sogenannten *Map-Reduce*-Technik richtungsweisende Konzepte für die parallele Datenverarbeitung entwickelt, deren Implementierung mit dem Namen HADOOP weltweit eingesetzt wird. Daneben sind auch neuartige Datenbankkonzepte, abweichend von der üblichen relationalen Modellierung und *Data Warehouses* als verteilte Systeme entstanden. *In-Memory Processing* und *Cloud Computing* werden in unterschiedlichen Versionen für *High Performance Computing* genutzt [Bellazzi 2014].

In der Medizin lassen sich bereits erste Anwendungsbeispiele für *Big Data* ausmachen: Identifikation von Menschen mit bestimmten Risiken, um sie besonderen Überwachungs- oder Vorsorgeprogrammen zugänglich zu machen; Angebot einer optimalen Tumortherapie auf Basis eines individuellen genomischen *Screenings* und des Abgleichs mit allen möglichen Antitumorsubstanzen sowie zugehöriger Studien; frühzeitige Diagnose von Erkrankungen anhand unspezifischer Symptome und zahlreicher persönlicher Merkmale [Grätzel von Grätz 2014]. Die Reihe der Beispiele ließe sich leicht fortführen.

Nicht zuletzt ist im Rahmen der Entwicklungen der *Big Data* die Initiative **Big Data to Knowledge (BD2K)** zu erwähnen, die im Jahr 2012 vom *National Institute of Health* (NIH) in den USA etabliert wurde. Diese Institution hat es sich zur Aufgabe gemacht, die biomedizinische Forschung insbesondere unter dem Aspekt von *Big Data* in allen Bezügen und Facetten zu fördern, Ergebnisse und Literatur verfügbar zu machen und neues Wissen zum Wohle der Gemeinschaft zu generieren [BD2K 2015].

Die **molekularbiologische Diagnostik** geht einher mit der Möglichkeit der effizienten Sequenzierung des Genoms oder spezieller Teile davon. So werden große Anstrengungen unternommen, möglichst aussagefähige Beziehungen bzw. Prädiktionen zwischen bestimmten Genmutationen und beobachteten Erkrankungen zu generieren. Die Hochdurchsatztechnologie des *Next Generation Sequencing* ist inzwischen schon so weit entwickelt, dass diese Art der Auswertung in kurzer Zeit und mit relativ geringen Kosten möglich ist [Mardis 2008]. Dennoch ist man von der anfänglichen Begeisterung, ein hochspezifisches und individuell anwendbares diagnostisches Prognosewerkzeug schnell entwickeln zu können, wieder ein Stück weit abgerückt, weil inzwischen auch die Problematik dieser Vorgehensweise immer deutlicher wird. Leider ist z. B. die Zuordnung von Genen und genetischen Mutationen zu bestimmten Erscheinungsformen von Krankheiten nicht eindeutig möglich, weil in der Regel mehrere Gene zusammenspielen. Dennoch besteht in der Krebsdiagnostik wie auch bei chronischen Erkrankungen ein hohes Interesse an genetischer Identifizierung und Risiko-Prädiktion. Dass im Rahmen entsprechender Forschungsbemühungen Konzepte für genetische Speichertechnologien entwickelt wurden, die außerordentlich große Datenmengen auf kleinstem Raum langfristig und zerstörungssicher konservieren, zeigt

die enge Verflechtung von zielgerichteter Grundlagenforschung und *Spin-offs*, deren Realisierung zukünftig höchst bedeutsam werden könnten [Church 2012].

In dieses Umfeld der Auswertung und Verarbeitung großer Datenmengen gehört auch die inzwischen etablierte Systembiologie. Diese versucht mithilfe von Modellen, die hinsichtlich der Zeit und der räumlichen Geometrie multiskalierbar sind, das komplexe Zusammenspiel und die Informationsverarbeitung der Strukturen der molekularen Ebene, wie auch der Zell- und Organebene zu verstehen und zu simulieren [Ghosh 2011].

Auch in der **personalisierten Medizin** werden in Zukunft große Mengen an Daten generiert [Hüsing 2010, Hamburg 2010]. So hat sich gezeigt, dass gleiche Wirkstoffe bei scheinbar gleichen Krankheitsbildern bei verschiedenen Menschen höchst unterschiedlich wirken. Auf den individuellen Patienten abgestimmte Therapieansätze erfordern neben genomischen Daten auch immer eine größere Menge aktueller klinischer Informationen über die betroffenen Personen. Hierbei sind nicht nur die Datenmenge und Speicherkapazität, sondern vielmehr auch die zugrundeliegenden Modelle, ihre Variablen und Methoden der Verknüpfung eine Herausforderung für die Zukunft. Welches sind die entscheidenden, aussagefähigen Parameter? Welche Kombinationen von Merkmalen unter welchen Umständen sind zielführend in der Entwicklung eines therapeutischen Konzeptes? Dies sind nur wenige Beispiele für Fragen, die mit *Knowledge-Mining*-Technologien bearbeitet werden und die Entwicklung lerner Systeme erfordern.

Bei der zielgerichteten Therapie (*target-oriented therapy, targeted therapy*) soll die Wirkung einer Substanz möglichst unmittelbar am Ort des betroffenen Organs oder Zellverbandes erfolgen. Dies erfordert neben der technischen Problematik der Lokalisation und Ziel-Navigation auch eine detaillierte Berechnung der Mengen von Wirksubstanz und Marker.

Zunehmend wichtiger werden **Prävention und Aufklärung** zur Verhinderung von Erkrankungen, wofür eine angemessene und möglichst breite Informierung der Gesellschaft einen wesentlichen Beitrag leisten kann. Darüber hinaus gilt es aber auch, in der Bevölkerung ein Bewusstsein dafür zu wecken, eine Erkrankung nicht passiv zu erleben, sondern sich aktiv an dem diagnostisch-therapeutischen Prozess zu beteiligen. Auch hierfür ist Information über die Prozesse, die Möglichkeiten der Beteiligung und über die Interaktionen zwischen Arzt und Patient nötig. Der Patient muss diesbezüglich aufgeklärt werden, um seine Rechte zur aktiven Gestaltung wahrnehmen zu können. Dieses sogenannte *Empowerment* des Patienten bedeutet natürlich auch, dass der Patient die Hoheit über seine Daten hat und auch wahrnimmt, so wie es eine Gesundheitsakte im Ansatz vorsieht [Hafen 2014].

Die **intersektorale Versorgung** von Patienten innerhalb unseres Gesundheitssystems gilt weiterhin als wichtiges Thema, das mit Sicherheit neue Kommunikationskonzepte bei allen am Versorgungsprozess beteiligten Institutionen und Akteuren erfordert. Kosten zu senken und gleichzeitig Qualität zu sichern sind die zwei größten Herausforderungen mit permanenter Aktualität in unserem Gesundheitssystem. Hier-

zu müssen neue Lösungsansätze erarbeitet werden, die Konzepte wie *Disease Management* und *Case Management* konsequent weiterentwickeln. **Disease Management** (Behandlungsprogramm für chronisch kranke Menschen) zielt auf die umfassende Betreuung von Krankheitsverläufen, unter **Case Management** (Unterstützungsmanagement) wird die fallbezogene, individuelle Betreuung des Patienten bei kostenintensiven Indikationen verstanden. Bei chronischen Krankheiten wie Diabetes, Bluthochdruck oder Asthma kann eine bessere Zusammenarbeit von Hausärzten, Fachärzten und Krankenhäusern zur Verbesserung der Versorgungsqualität bei gleichzeitiger Kostenreduktion führen. Allerdings scheint eine wirksame Integration der verschiedenen beteiligten Einheiten weniger durch informations- oder datentechnische Probleme eingeschränkt zu sein, sondern vielmehr bedarf es hier noch gesundheitspolitischer Entscheidungen, die auch wirksam durch Leistungserbringer und -träger umzusetzen sind [Müller 2014].

Die **demographische Entwicklung** und die dabei zunehmende Prävalenz von Demenzerkrankungen stellt unsere Gesellschaft vor weiteren großen Herausforderungen, unter anderem bezüglich bezahlbarer Versorgungskonzepte. Aktuelle Technologien zur Unterstützung der Betroffenen durch eine Vielzahl intelligenter Hilfsmittel können in der Tat bereits jetzt schon erfolgreich eingesetzt werden. Hierzu zählen einfache technische Erinnerungshilfen, diskrete Monitoringmaßnahmen, wie auch Kommunikations- und Mobilisationshilfen. Allerdings kann noch nicht von einer verbreiteten Nutzung gesprochen werden, weil insbesondere datenrechtliche Fragen, ethische Implikationen und der Schutz der Privatsphäre noch völlig unbefriedigend gelöst sind. Darüber hinaus haben sich bislang wenige Geschäftsmodelle für den Einsatz relevanter Technik etabliert und die Technologieakzeptanz in der betroffenen Bevölkerung ist noch nicht ausreichend [BMBF/VDE 2012].

In diesem Zusammenhang erweist sich die zunehmend installierte **Breitband-technologie** mit schnellem Zugang zum Internet als besonders bedeutsam. *Webbasierte* Anwendungen zur Kommunikation, Informierung, Alarmierung und Intervention sind technisch durchaus in der Lage, auch für den Bereich der Pflege und privaten Versorgung wirksame Hilfe und Schutzfunktionen zu ermöglichen [Kalshues 2012]. Allerdings erfordern gerade hier Datenschutz- und Datensicherungsprobleme einen beträchtlichen Aufwand. Dennoch ist von telemedizinischen Diensten und Applikationen, die in unserem Lande erst am Anfang einer bezahlten Leistungserbringung stehen, zukünftig eine schnellere und kostengünstigere Primärversorgung zu erwarten. Hier werden sich die Kostenträger Finanzierungsmodelle überlegen müssen.

Visionen von sogenannten **smart cities** in zukünftigen **digitalen Welten**, die von einer Vielzahl komplett vernetzter unauffälliger Sensorfunktionen ausgehen und in denen die Akteure in allen Lebensbereichen hinsichtlich zu treffender Entscheidungen bestens informiert werden, bedürfen einer Kommunikations- und Informationsstruktur, die hohe Anforderungen an *Hardware* und *Software* stellen wird [Ferreira de Souza 2010]. Auch die medizinische Versorgung wird als Dienstleistung in allen Be-

reichen integriert werden müssen und die entsprechende Datenkommunikation wird Teil eines umfassenden Kommunikationsnetzes werden.

Abschließend sei festgestellt, dass der stetige Fortschritt in der Medizin und den Lebenswissenschaften durch neue und verbesserte Technologien und Prozesse, wie auch durch Technik und Informatik, ein enormes Potential bedeutet und einen kontinuierlichen Wissenszuwachs hervorbringt. Nicht so dynamisch verändern sich jedoch die Strukturen und Prozesse innerhalb unseres Gesundheitssystems bzw. in unserer Gesellschaft, die normativen und gesetzlichen Regeln unterworfen sind. Hier gilt es in gleichem Maße, mit Sensibilität, Weitblick und Offenheit die technischen Veränderungen zu begleiten, Transparenz zu fordern, Risiken aufzuzeigen sowie zu minimieren und gleichzeitig den gesetzlichen Rahmen zu schaffen, um den nötigen Schutz vor Datenmissbrauch zu garantieren.

1.5 Inhalte und Gliederung des Bandes

Aus dem Vorangegangenen wurde sicherlich schon deutlich, wie breit das Fachgebiet der Medizinischen Informatik aufgestellt ist. Für diesen Band werden wichtige Themen der Medizinischen Informatik von häufigen und typischen Aufgabenstellungen im Rahmen des Gesundheitssystems und der Medizin zu etwas spezifischeren Themen wie Telemedizin und *Ambient Assisted Living* vorgestellt. Dies zeigt auch im Großen und Ganzen die chronologische Entwicklung des Fachgebietes in Deutschland. Eine Ausnahme sind die beiden letzten Kapitel ‚Datenschutz und Datensicherheit‘ sowie ‚IT-Standards‘, die eher Querschnittsthemen behandeln und den Band runden sollen.

Krankenhausinformationssysteme (► Kapitel 2)

Wie bereits dargestellt, wurden die Verwaltung von Patientendaten, die Unterstützung administrativer Abläufe im Krankenhaus und die Dokumentationstätigkeit anfangs als vordringlichste Aufgaben gesehen, für die eine rechnergestützte Bearbeitung mit dem Aufkommen der elektronischen Rechenmaschinen oder Computer hochwillkommen war. Die Integration weiterer Dienste und Aufgaben, die auch mehr den medizinischen Bereich betrafen, wurden schnell erkannt und zunehmend realisiert. Diese Entwicklung führte zu den heute weitverbreiteten, rechnerbasierten **Krankenhausinformationssystemen (KIS)**, welche zunehmend auch medizinische Anwendungen in der stationären und ambulanten Versorgung im Krankenhaus gut widerspiegeln und Thema von ► Kapitel 2 sind. Verschiedenste miteinander kommunizierende Anwendungssysteme erfordern eine ausgefeilte Kommunikations- und Informationsinfrastruktur, die wiederum auf die **Architektur eines KIS** abgebildet werden muss. Daneben werden in diesem Kapitel aber auch die unterschiedlichen Aufgaben im Rahmen des strategischen, taktischen und operativen Managements eines KIS er-

läutert und Kriterien zur Überwachung und Bewertung der Qualität von KIS besprochen.

Patientenakten (► Kapitel 3)

Das folgende Kapitel befasst sich mit der Strukturierung, Dokumentation und Archivierung von Daten, Befunden, Medikationen, Therapie- und anderen Berichten, die zu einem Patienten im Verlauf einer Erkrankung, bei verschiedenen Krankenhausaufenthalten oder über einen ganzen Lebensabschnitt, anfallen. Auch wenn die traditionelle Form der papierbasierten Akte nach wie vor vielerorts geführt wird, ist die elektronische Version, die sogenannte **elektronische Patientenakte (EPA)**, mittlerweile recht weitverbreitet, weil sie bezüglich der Erstellung, Kommunikation und Archivierung beträchtliche Vorteile bietet. Das Kapitel beschreibt die verschiedenen Ansätze für elektronische Patientenakten, bis hin zur **Gesundheitsakte**, bei der ein Patient die Hoheit über seine Daten und Dokumente haben muss und er allein entscheidet, welcher Arzt welche Daten einsehen darf. Eine Gesundheitsakte ist fallübergreifend und begleitet einen Patienten idealerweise sein Leben lang. Im Weiteren wird in diesem Kapitel noch auf Standards für die Entwicklung sogenannter EPA-Systeme eingegangen, die für die Verwaltung von Patientenakten eingesetzt werden.

IT für die medizinische Forschung (► Kapitel 4)

Das vierte Kapitel erläutert die Bedeutung der **Informationstechnik und -verarbeitung** für die medizinische Forschung. Die **klinische Forschung** versucht die Ursachen verschiedenster Krankheitsbilder aufzudecken und neue diagnostische und therapeutische Konzepte und Produkte zu entwickeln, die der Krankheitsbekämpfung dienen oder eine frühzeitige Diagnose ermöglichen. Bei der translationalen **medizinischen Forschung** wird versucht, Ergebnisse der Grundlagenforschung bereits in klinischen Studien zu nutzen. Fragestellungen zur Verbreitung von Krankheiten oder Risikofaktoren für bestimmte Erkrankungen werden der **epidemiologischen Forschung** zugeordnet. Unabhängig von der speziellen Thematik und Ausrichtung der genannten Forschungsgebiete und ihren spezifischen Anforderungen sind alle Bemühungen im Rahmen der Forschung im hohen Maße auf die Unterstützung aktueller Datenerfassungstechniken, Datenspeicherkonzepte sowie effizienter Verarbeitungsmethoden angewiesen. Im Weiteren wird in diesem Kapitel an zahlreichen Beispielen gezeigt, wie sich die im Krankenhausinformationssystem elektronisch vorliegenden Daten gezielt für bestimmte Fragestellungen der klinischen Forschung einsetzen lassen.