

Marc Kraft, Catherine Disselhorst-Klug

**Biomedizinische Technik – Rehabilitationstechnik**

Studium

# Biomedizinische Technik



Herausgegeben von  
Ute Morgenstern und Marc Kraft

Marc Kraft, Catherine Disselhorst-Klug

# **Biomedizinische Technik – Rehabilitationstechnik**

---

Band 10

**DE GRUYTER**

**Herausgeber**

Prof. Dr.-Ing. Marc Kraft  
Technische Universität Berlin  
Fachgebiet Medizintechnik  
Dovestraße 6  
10587 Berlin  
E-Mail: marc.kraft@tu-berlin.de  
www.medtech.tu-berlin.de

Prof. Dr. rer. nat. Catherine Disselhorst-Klug  
RWTH Aachen  
Lehr- und Forschungsgebiet, Rehabilitations- und Präventionstechnik  
Institut für Angewandte Medizintechnik  
Pauwelsstraße 20  
52074 Aachen  
E-Mail: disselhorst-klug@ame.rwth-aachen.de  
www.rehabilitation-engineering.com

ISBN 978-3-11-025208-8  
e-ISBN (PDF) 978-3-11-025226-2  
e-ISBN (EPUB) 978-3-11-039189-3

**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: Michael Svoboda/iStock  
© Gedruckt auf säurefreiem Papier  
Printed in Germany

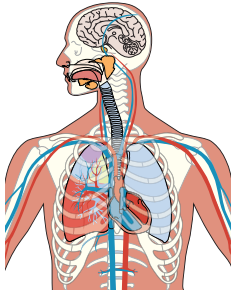
[www.degruyter.com](http://www.degruyter.com)

# 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.

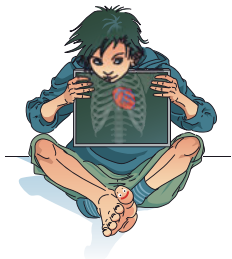
Spannende Fragen, die in den Lehrbüchern beantwortet werden:



Wie funktioniert unser Körper, und welche Organe können in welcher Form erkranken?  
Welche physikalischen Grundlagen sind in der Medizintechnik nutzbar?  
Was haben die Quantenphysik, Elektronen, Photonen oder Positronen mit modernen Diagnostiktechniken zu tun?  
Wie kann ich die medizinische Fachsprache verstehen lernen, um mich mit einem Arzt wissenschaftlich auszutauschen?  
Gibt es Aufbauregeln für medizinische Fachbegriffe, oder sind sie einfach erfunden worden?



Welchen Zweck verfolgt die Modellierung in der Medizin, und kann man alle Modelle anfassen?  
Wie ist es möglich, komplexe Zusammenhänge verständlich und berechenbar in Formeln zu fassen?  
Gibt es Phantome nur in der Oper, oder was haben sie mit medizintechnischen Geräten und Verfahren zu tun?  
Kann man Matrizen falten oder invertieren? Wieso nutzt man eine transponierte Matrix bei der Abbildung des Gehirns?



Was macht der Computer im Tomographen?  
Kann man eine Kamera verschlucken, und welche Informationen gewinnt man mit ihr aus dem Verdauungstrakt?  
Warum trägt der Röntgenarzt eine Bleischürze und ein Dosimeter?  
Was haben die maritime Echoortung und moderne Ultraschalldiagnoseverfahren gemeinsam?  
Hat das *Magnetic Particle Imaging* etwas mit den Eisenspan-Magnetfeld-Experimenten im Physikunterricht zu tun?

**Abbildungen:** Biomedizinische Technik. Von oben nach unten: medizinische Grundlagen: Darstellung menschlicher Organe; Modellierung und Simulation: Nutzung eines Hirnmodells in der medizinischen Ausbildung; medizinische Bildgebung: Betrachtung eines Röntgen-Projektionsbildes. (Zeichnungen: Ines Hofmann, Illustration+Grafik Dresden)

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 C. 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, 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 10 der Lehrbuchreihe

## Biomedizinische Technik – Rehabilitationstechnik

Der medizinische Betreuungsprozess umfasst neben Diagnose und Therapie auch die Prävention und Rehabilitation des Patienten. Letztere hat das Ziel, Menschen, die nach Unfall, Krankheit oder bei angeborenen Fehlbildungen nicht mehr vollständig geheilt werden können, eine möglichst freie und selbständige Lebensgestaltung zu ermöglichen. Hierzu trägt heute auch wesentlich der Einsatz faszinierender Technik bei, die in diesem Lehrbuch ausführlich beschrieben wird. Obwohl die Nutzung solcher Hilfsmittel im Sport, wie das *Handbike*-Fahren, das *Rugby*-Spielen mit Rollstühlen, das Springen oder Sprinten mit Karbonfederfüßen bis zum Gehen Gelähmter mit roboterähnlichen Exoskeletten technisch begeistern kann, steht auf der anderen Seite eine sehr ernste, den Lauf des Lebens verändernde Beeinträchtigung eines Menschen. Ihm in seinem Alltag bestmöglich zu helfen, ist unser höchster Anspruch, dafür entwickeln wir Rehabilitationstechnik. Unser größtes Lob ist die Ansicht Betroffener: ohne technisches Hilfsmittel wäre ich behindert!

Die Rehabilitation zur Wiedereingliederung von Menschen mit Beeinträchtigungen in ihr berufliches und soziales Umfeld stellt vor dem Hintergrund der demografischen Bevölkerungsentwicklung und der Zunahme chronisch-degenerativer Erkrankungen in Europa eine große gesellschaftliche Herausforderung dar. Der heute erreichte technische Entwicklungsstand, u. a. in der Sensorik, Mechatronik, Informationstechnik und Robotik erlaubt es, das Ergebnis der rehabilitativen Maßnahmen zu optimieren, Versorgungen mit technischen Hilfsmitteln hoher Funktionalität vorzunehmen und den bisher in einigen Rehabilitationsphasen hohen personellen pflegerischen Aufwand deutlich zu reduzieren. Es steht dem wachsenden Bedarf an innovativen technischen Hilfen für Behinderte glücklicherweise auch ein wachsendes Potenzial technischer Möglichkeiten gegenüber, die den Betroffenen die Chance auf ein selbstbestimmtes Leben mit beruflicher Tätigkeit, Aktivität und Teilhabe an der Gesellschaft bieten.

Genau diese beeindruckenden technischen Systeme können Sie im vorliegenden Lehrbuchband kennenlernen. Im ersten, einleitenden Kapitel wird die Rehabilitationstechnik gegenüber anderen Teilgebieten in die Biomedizinische Technik eingeordnet. Eine wichtige Besonderheit besteht darin, dass alle rehabilitationstechnischen Systeme vom Patienten selbst angewendet werden (nicht durch medizinisches Fachpersonal am Patienten, wie bei Therapie- und Diagnosegeräten, u. a. in den [Bänden 5, 7, 8, 9](#) beschrieben). Das zweite Kapitel befasst sich mit der Biomechanik des muskuloskelettalen Systems und stellt neben diesen wichtigen Grundlagen auch unterschiedliche Bewegungsanalyseverfahren vor. Die nachfolgenden Kapitel sind den verschiedenen technischen Systemen der Rehabilitationstechnik gewidmet. Die Palette reicht hier von Arm- und Beinprothesen für Amputierte über Rollstühle, Orthesen, Hilfsmittel gegen Druckgeschwüre, Kommunikationshilfen, Systeme mit funktionel-

ler Elektro- und Magnetstimulation von Nerven und Muskeln bis hin zu Therapie- und Assistenzsystemen für die Bewegungsrehabilitation. Ziel der Autoren war es stets, die jeweilig verfügbaren technischen Systeme in ihrer Funktion, mit ihrem technischen Aufbau und Anwendungsgebiet (ihrer Indikation) detailliert, verständlich und gut illustriert zu beschreiben.

Obwohl die Rehabilitationstechnik mit dem Anwendungsbezug zum Patienten relativ gut abgrenzbar erscheint, ist sie doch eng mit anderen Teilgebieten der Biomedizinischen Technik verflochten. Dies gilt auch für diese Lehrbuchreihe. So sind die Grundlagen der Funktionellen Elektrostimulation und der Automatisierung von Rehabilitationstechnik (mit einem regelungstechnischen Fokus) in ►Band 7 beschrieben. Die in ►Band 11 dargestellte Neurotechnik wird für die Rehabilitation immer wichtiger, zukünftig können Hilfsmittel direkt von peripheren Nerven oder über Gehirn-Computer-Schnittstellen gesteuert werden. Natürlich werden die in ►Band 6 beschriebenen informationstechnischen Systeme auch in der Rehabilitation genutzt (so wird beispielsweise die Telerehabilitation immer wichtiger). Die Bewegungsanalytik (in ►Kapitel 2) basiert auf einer Modellierung menschlicher Bewegungen, die u. a. Gegenstand des ►4. Bandes ist. Die Palette der thematischen Verflechtungen ist mit den ►Grundlagenbänden 1 bis 3 sowie dem auf die Entwicklung und Bewirtschaftung von Medizinprodukten (zu denen auch die Rehabilitationstechnik gehört) bezogenen ►Band 12 noch nicht abgeschlossen. Es ist also spannend, dieses Netzwerk moderner Technologien in unserer Lehrbuchreihe von allen Seiten zu erschließen. Die Rehabilitationstechnik ist davon eines der spannendsten Gebiete mit einem immensen Nutzen für Menschen mit Handicap.

Viel Freude beim Studieren!

Die Herausgeber des zehnten Bandes



Marc Kraft und Catherine Disselhorst-Klug  
Berlin und Aachen, Januar 2015



# Inhalt

**Vorwort zur Lehrbuchreihe Biomedizinische Technik — V**

**Vorwort zu Band 10 der Lehrbuchreihe Biomedizinische Technik –  
Rehabilitationstechnik — X**

**Hinweise zur Benutzung — XVI**

**Verzeichnis der Abkürzungen — XVIII**

**Verzeichnis der Formelzeichen und Indizes — XXIII**

Marc Kraft, Catherine Disselhorst-Klug

**1 Einführung in die Rehabilitationstechnik — 1**

- 1.1 Abgrenzung der Rehabilitationstechnik — 2
- 1.2 Situation betroffener Patienten — 5
- 1.3 Arten der Rehabilitation — 8
- 1.4 Branche der Rehabilitationstechnik in Deutschland — 14
- 1.5 Historie der Rehabilitationstechnik — 15
- 1.6 Geräte und Systeme der Rehabilitationstechnik – Arten von Hilfsmitteln — 23

Catherine Disselhorst-Klug, Silke Besdo, Simone Oehler

**2 Biomechanik des muskuloskelettalen Systems — 53**

- 2.1 Biomechanische Beschreibung des Stütz- und Bewegungsapparates — 54
- 2.2 Bewegungsanalyseverfahren zur Diagnostik an oberer und unterer Extremität — 75
- 2.3 Ganganalyse — 88

Marc Kraft, Wolfram Rossdeutscher, Bernhard Greitemann, Lutz Brückner,  
Klaus-Peter Hoffmann, Herman Boiten, Simone Oehler, Julius Thiele

**3 Gliedmaßenprothetik — 105**

- 3.1 Rehabilitation amputierter Patienten — 106
- 3.2 Zielstellung der Gliedmaßenprothetik — 121
- 3.3 Gliedmaßenprothetik der unteren Extremität — 122
- 3.4 Gliedmaßenprothetik der oberen Extremität — 176
- 3.5 Weiterentwicklungen der Prothetik im Bereich des biologisch-technischen Interfaces — 198

Rolf-Dieter Weege, Marc Kraft

**4 Rollstühle — 213**

- 4.1 Rollstuhlarten und Versorgungsanspruch — **214**
- 4.2 Physikalische Grundlagen der Rollstuhltechnik — **218**
- 4.3 Ausführungsformen von Rollstühlen — **241**
- 4.4 Rollstuhlzusatzsysteme und andere Krankenfahrzeuge — **269**

Catherine Disselhorst-Klug, Ferdinand Bergamo, Stefan Bieringer, Ludger Lastring, Detlef Kokegei, Silke Auler, Bettina Grage-Roßmann, David Hochmann, Marc Kraft

**5 Orthesen, Schienen und Bandagen — 279**

- 5.1 Einführung — **280**
- 5.2 Orthesen — **284**
- 5.3 Bandagen — **326**
- 5.4 Quengelorthesen und Lagerungsschienen — **331**
- 5.5 Individuelle Sitzversorgung — **333**

Peter Diesing, Marc Kraft

**6 Hilfsmittel gegen Dekubitus — 339**

- 6.1 Entstehung von Dekubitalgeschwüren — **340**
- 6.2 Arbeitsprinzipien von Hilfsmitteln gegen Dekubitus — **344**
- 6.3 Arten von Hilfsmitteln gegen Dekubitus und Empfehlungen zur Nutzung — **346**

Wolfram Roßdeutscher, Marc Kraft

**7 Hilfsmittel für die Kommunikation und den Informationsaustausch — 353**

- 7.1 Kommunikationshilfen — **354**
- 7.2 Sehhilfen — **374**
- 7.3 Hörhilfen — **379**
- 7.4 Sprechhilfen — **389**

Thomas Schauer, Klaus-Peter Hoffmann, Johann Szecei

**8 Funktionelle Elektro- und Magnetstimulation in der Rehabilitation — 395**

- 8.1 Funktionelle Elektrostimulation (FES) — **396**
- 8.2 Funktionelle Magnetstimulation — **428**

Robert Riener, Catherine Disselhorst-Klug, Henning Schmidt, Tobias Nef

**9 Therapie- und Assistenzsysteme für die Bewegungsrehabilitation — 445**

- 9.1 Einleitung — **446**
- 9.2 Prinzipien des motorischen Lernens — **447**
- 9.3 Technische Therapiesysteme in der Bewegungstherapie: Unterscheidung nach Einsatz und Funktionalität — **453**

- 9.4 Technische Therapiesysteme zur Bewegungstherapie bei muskuloskelettalen Erkrankungen — **457**
- 9.5 Technische Therapiesysteme in der Neurorehabilitation — **465**
- 9.6 Augmented Feedback und Biofeedback — **482**
- 9.7 Assistenzsysteme — **489**

**Autorenverzeichnis — 497**

**Abbildungsverzeichnis — 502**

**Bandspezifisches Glossar — 511**

**Sachwortverzeichnis — 531**

# 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](http://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](http://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. XVIII).

## Verzeichnis der Formelzeichen, Symbole und Indizes

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

## 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. 497).

## Bandspezifisches Glossar

Alle Definitionen des Bandes sind im Glossar am Ende des Bandes zusammengeführt (s. S. 511).



## 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.

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

## Verzeichnis der Abkürzungen

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
AC	<i>alternating current</i> ; dt. Wechselstrom
ADL	<i>activities of daily living</i> ; dt. Aktivitäten des täglichen Lebens
AFB	<i>automatic forearm balance</i> ; dt. Beugehilfe
AFO	Sprunggelenk-Fuß-Orthese
AGC	<i>automatic gain control</i> ; dt. automatische Verstärkungsregelung
AH	Achselhöhe
AHB	Anschlussheilbehandlung
ALS	Amyotrophe Lateralsklerose
AMP	<i>Amputee Mobility Predictor</i> ; dt. Mobilitätsprädiktor für Amputierte
AMPnoPRO	Mobilitätsprädiktor für Amputierte ohne Prothese
AMPPRO	Mobilitätsprädiktor für Amputierte mit Prothese
AOK	Allgemeine Ortskrankenkasse
AP	Aktionspotential
AR	Augmented Reality
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>
ASIC	<i>application specific integrated circuit</i>
ASL	<i>American Sign Language</i> ; dt. Amerikanische Zeichensprache
BAHA	<i>bone anchored hearing aid</i> ; dt. knochenverankerte Hörhilfe
BAR	Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation
BB	Beckenbreite
BCI	<i>Brain Computer Interface</i> ; dt. Hirn-Computer-Schnittstelle
BSG	Bundessozialgericht
BSL	Beinstützenlänge
BSL	<i>British Sign Language</i> ; dt. Britische Zeichensprache
BWS	Bruswirbelsäule
CAD	<i>Computer Aided Design</i> ; dt. computergestützter Entwurf
CAN	<i>Controller Area Network</i>
CAT-CAM	<i>Contoured Adducted Trochanteric Controlled Alignment Method</i>
CE	früher: <i>Communauté Européenne</i> , heute als CE-Zeichen ein Symbol der Verkehrsfähigkeit in der EU
CFK	carbonfaserverstärkter Kunststoff (auch: kohlefaserverstärkter Kunststoff)
CIC	<i>completely in canal</i> ; dt. Gehörgangshörgerät
CO	Zervikal-Orthese
CPAP	<i>continuous positive airway pressure</i> ; dt. kontinuierlicher Atemüberdruck
CTLS	zerviko-thorako-lumbo-sakral

CTLSO	Zerviko-thorako-lumbo-sakral-Orthese
CTO	Zerviko-thorakal-Orthese
DAISY	<i>Digital Accessible Information System</i> ; dt. digital zugängliches Informationssystem
DARPA	<i>Defense Advanced Research Projects Agency</i>
DGS	Deutsche Gebärdensprache
DIN	Deutsches Institut für Normung bzw. Deutsche Norm
DIP	Fingerendgelenk (distales Interphalangealgelenk)
DMS	Dehnungsmessstreifen
DZB	Deutsche Zentralbücherei für Blinde zu Leipzig
EBS	elastische Beugesicherung
EEG	Elektroenzephalographie
EMG	Elektromyographie
EN	Europäische Norm
EO	Ellenbogen-Orthese
EOG	Elektrookulographie
ESP	elektronisches Stabilitätsprogramm
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
EWHO	Ellenbogen-Handgelenk-Hand-Orthese
Fanok	Fachnormenausschuss Krankenhaus
FES	Funktionelle Elektrostimulation
FET	Feldeffekttransistor
FM	Frequenzmodulation
FMS	Funktionelle Magnetstimulation
FO	Finger-Orthese, Fuß-Orthese
FZV	Zulassung von Fahrzeugen zum Straßenverkehr
GFK	glasfaserverstärkter Kunststoff
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
HD	<i>high density</i> ; dt. hohe Dichte
HDMI	<i>High Definition Multimedia Interface</i>
HO	Hand-Orthese
HdO	Hinter-dem-Ohr (Gerät)
HKAFO	Hüft-Knie-Knöchel-Fuß-Orthese
HKO	Hüft-Knie-Orthese
HMV	Hilfsmittelverzeichnis (der Gesetzlichen Krankenversicherung)
HMV-Nr.	Hilfsmittelverzeichnisnummer
HO	Hüft-Orthese
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HWS	Halswirbelsäule
ICD	<i>International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems</i> ; dt. Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme

ICF	<i>International Classification of Functioning, Disability and Health</i> ; dt. Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit
IMU	<i>inertial measurement unit</i> ; dt. Inertialsensoren
IO	Im-Ohr (Gerät)
ISB	<i>International Society of Biomechanics</i> ; dt. Internationale Gesellschaft für Biomechanik
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> ; dt. Internationale Organisation für Normung
KAFO	Knie-Knöchel-Fuß-Orthese
KBM	KONDYLEN BETTUNG MÜNSTER
Kfz	Kraftfahrzeug
KO	Knie-Orthese
KP	<i>Knowledge of Performance</i> ; dt. verlaufsbezogene Rückmeldungen
KR	<i>Knowledge of Results</i> ; dt. ergebnisbezogene Rückmeldungen
LBG	Lautsprachbegleitende Gebärden
LCD	<i>liquid crystal display</i> ; dt. Flüssigkristallanzeige
LCI	<i>Locomotor Capabilities Index</i> ; dt. Bewegungsfähigkeitsindex
LD	<i>low density</i> ; dt. geringe Dichte
LED	Licht emittierende Diode
LO	<i>Lumbal-Orthese</i>
LSO	<i>Lumbo-sakral-Orthese</i>
LWS	Lendenwirbelsäule
MAS	MARLO ANATOMICAL SOCKET
MAS	<i>Modified Ashworth Scale</i>
MCP	<i>Metacarpophalangealgelenk</i> ; dt. Fingergrundgelenk
MDS	Medizinischer Dienst des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen
MFCL	<i>Medicare Functional Classification Level</i>
MICS	<i>Medical Implant Communication Service</i>
MIO	Modul-Im-Ohr (Gerät)
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MMS	<i>Multimedia Message Service</i>
MP3	<i>ISO MPEG Audio Layer 3</i>
MPEG	<i>Moving Pictures Experts Group</i>
MPG	Medizinproduktegesetz
MRS	motorische Reizschwelle
MRT	Magnetresonanztomographie
MS	Multiple Sklerose
NRS	<i>Numerical Rating Score</i> ; dt. Numerische Bewertungsskala (für Schmerzen)
OP	Operation

OSAS	obstruktive Schlafapnoe
OSL	Oberschenkellänge
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
PC	<i>Personal Computer</i> ; dt. Personalcomputer
PCI	<i>Physiological Cost Index</i> ; dt. physiologischer Verbrauchsindex
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PE	<i>Polyethylen</i>
PEEP	<i>positive expiratory pressure</i> ; dt. positiver endexpiratorischer Druck
PEP	<i>pre ejection period</i> ; dt. Präejektionsintervall
PfIVG	Pflichtversicherung für Kraftfahrzeughalter
PG	Produktgruppe (im Hilfsmittelverzeichnis der Gesetzlichen Krankenversicherung)
PHMV	Pflegehilfsmittelverzeichnis
PIP	Fingermittelgelenk (proximales <i>Interphalangealgelenk</i> )
PKV	Private Krankenversicherung
Pkw	Personenkraftwagen
PNS	peripheres Nervensystem
PTB	<i>Patella-Tendon-Bearing-Prothese</i> ; dt. die Kniescheibensehne einbeziehende Prothese
PTS	<i>Prothese tibiale supracondylienne</i> ; dt. kondylenumfassende Unterschenkelprothese
PU	<i>Polyurethan</i>
RH	Rückenlehnenhöhe
S.A.C.H.	<i>solid ankle cushion heel</i> ; dt. steifes Knöchelgelenk und federnde Ferse
SALK	<i>Semi-Automatic Lock Knee</i> ; dt. halbautomatisch gesperrtes Kniegelenk
SB	Sitzbreite
SCART	<i>Syndicat des Constructeurs d'Appareils Radiorécepteurs et Téléviseurs</i> ; dt. Vereinigung der Hersteller von Rundfunkempfängern und Fernsehapparaten
SCKAFO	<i>Stance-Control-Knie-Knöchel-Fuß-Orthese</i>
SCO	<i>Stance-Control-Orthosis</i> ; dt. standphasenkontrollierte Ganzbeinorthese
SENIAM	<i>Surface EMG for Non-Invasive Assessment of Muscles</i> ; dt. Internationaler Standard zur Ableitung des Oberflächen-EMG
SEO	Schulter-Ellenbogen-Orthese
SEWHO	Schulter-Ellenbogen-Handgelenk-Hand-Orthese
SEWO	Schulter-Ellenbogen-Handgelenk-Orthese
SGB	Sozialgesetzbuch
SH	Sitzhöhe eines Standardrollstuhls
SIO	Sakro-iliacal-Orthese

SMS	<i>Short Message Service</i>
SNS	<i>Swing and Stance</i>
SO	Schulter-Orthese
SP	Schwerpunkt
S-R-Winkel	Sitz-Rücken-Winkel
SSCO	<i>Stance-and-Swing-Control-Orthosis</i> ; dt. stand- und schwingphasenkontrollierte Ganzbein-Orthese
ST	Sitztiefe
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
TENS	Transkutane Elektrische Nervenstimulation
tf-LIFE	<i>thin film-longitudinal intrafascicular electrode</i>
TLSO	Thorako-lumbo-sakral-Orthese
TMR	<i>targeted muscle reinnervation</i> ; dt. selektiver Nerventransfer
TO	Thorakal-Orthese
TXT	Dateinamenserweiterung reiner Textdateien
USL	Unterschenkellänge
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VR	virtuelle Welten
WC	<i>water closet</i> ; dt. Wassertoilette
WHFO	Handgelenk-Hand-Finger-Orthese
WHO	Handgelenk-Hand-Orthese
WHO	<i>World Health Organization</i> ; dt. Weltgesundheitsorganisation
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i>
WO	Handgelenk-Orthese
WS	Wirbelsäule
ZNS	Zentrales Nervensystem

## Verzeichnis der Formelzeichen und Indizes

$A$	Querschnittsfläche in $\text{m}^2$
$A_R$	durch die Radaufstandspunkte eines Rollstuhls aufgespannte Fläche in $\text{m}^2$
$a(t)$	Beschleunigung in Laborkoordinaten in $\text{m/s}^2$
$B$	magnetische Flussdichte in T
$c_R$	Rollwiderstandskoeffizient
$c_w$	Widerstandsbeiwert
$d$	Raddurchmesser in m
$E_k$	kinetische Energie in J
$E_p$	potentielle Energie in J
$f$	1. Anzahl der Freiheitsgrade, 2. Frequenz in Hz
$F$	Kraft in Laborkoordinaten in N
$F_{\text{außen}}$	äußere Kräfte in N
$F_B$	Beschleunigungswiderstandskraft in N
$F_{\text{ges}}$	Fahrwiderstandskraft in N
$F_H$	Antriebskraft, horizontal in N
$F_L$	Luftwiderstandskraft in N
$F_N$	Normalkraft in N
$F_Q$	Querkraft in N
$F_R$	Rollwiderstandskraft in N
$F_{\text{St}}$	Steigungswiderstandskraft in N
$F_w$	Strömungswiderstand in N
$G$	Gewichtskraft in N
$g$	Erdbeschleunigung in $\text{m/s}^2$
$h$	Höhe in m
$h_{\text{min}}$	Bodenfreiheit in m
$\mathcal{J}$	Massenträgheitsmoment bezogen auf Gelenkkoordinaten in $\text{kg m}^2$
$I$	Stromstärke in A
$J$	Massenträgheitsmoment bezogen auf Laborkoordinaten in $\text{kg m}^2$
$L$	LAGRANGESche Funktion
$\mathcal{M}$	Drehmoment in Gelenkkoordinaten in Nm
$M$	Drehmoment in Laborkoordinaten in Nm
$m$	Masse in kg
$N$	Anzahl an Körpern
$n$	Drehzahl in U/min
$n_a$	Radnachlauf in m
$n_{\text{ar}}$	Radnachlauf in Rückwärts-Fahrtrichtung in m,
$n_{\text{av}}$	Radnachlauf in Vorwärts-Fahrtrichtung in m,

$P$	1. Leistung in W, 2. Durchstoßpunkt der Gravitationslinie durch die von den Radaufstandspunkten aufgespannte Fläche
$p$	Druck in $\text{N}/\text{mm}^2$
$pw$	pulse width; dt. Impulsbreite in s
$Q$	Ladung in C
$q_i$	generalisierte Koordinaten
$R$	Radradius in m
$r(t)$	Abstand vom Drehzentrum in m
$\mathbf{R}(x, \Phi)$	Rotationsmatrix um die Achse $x$ und den Winkel $\Phi$
$\mathbf{R}_{\text{ges}}$	Rotationsmatrix um ein Winkeltriplett
$S$	Weg in m
$s(t)$	Position in Laborkoordinaten in m
$T$	Trägheitskraft in N
$t$	Zeit in s
$t_h$	Rollstuhlbreite in m
$U$	Spannung in V
$v(t)$	Geschwindigkeit in Laborkoordinaten in m/s
$x(t), y(t), z(t)$	Laborkoordinaten in m
$W$	Arbeit in J
$\alpha(t)$	Winkelbeschleunigung in Gelenkkoordinaten in $^\circ/\text{s}^2$
$g(t)$	Orientierung in Gelenkkoordinaten in $^\circ$ (Grad)
$v(t)$	Winkelgeschwindigkeit in Gelenkkoordinaten in $^\circ/\text{s}$
$\Theta(t), \Phi(t), \Gamma(t)$	Raumwinkel in $^\circ$ (Grad)
$\varphi(t)$	Orientierung in Laborkoordinaten in $^\circ$ (Grad)
$\omega(t)$	Winkelgeschwindigkeit in Laborkoordinaten in $^\circ/\text{s}$
$\alpha(t)$	Winkelbeschleunigung in Laborkoordinaten in $^\circ/\text{s}^2$
$\rho$	Anzahl an Zwangsbedingungen
$\alpha(t)$	Winkelbeschleunigung in Laborkoordinaten in $^\circ/\text{s}^2$
$\alpha$	Neigungswinkel der Fahrbahn in $^\circ$ (Grad)
$\beta$	Neigungswinkel der Lenkkopfachse in $^\circ$ (Grad)
$\delta$	Radsturzwinkel in $^\circ$ (Grad)
$\varphi(t)$	Orientierung in Laborkoordinaten in $^\circ$ (Grad)
$\gamma$	Lenkwinkel in $^\circ$ (Grad)
$\gamma_a$	Lenkwinkel außen in $^\circ$ (Grad)
$\gamma_i$	Lenkwinkel innen in $^\circ$ (Grad)
$\Delta h$	Höhenversatz in m
$\Theta(t), \Phi(t), \Gamma(t)$	Raumwinkel in $^\circ$ (Grad)
$\rho$	Dichte in $\text{kg}/\text{m}^3$



Marc Kraft, Catherine Disselhorst-Klug

# 1 Einführung in die Rehabilitationstechnik

- 1.1 Abgrenzung der Rehabilitationstechnik — 2
- 1.2 Situation betroffener Patienten — 5
- 1.3 Arten der Rehabilitation — 8
- 1.4 Branche der Rehabilitationstechnik in Deutschland — 13
- 1.5 Historie der Rehabilitationstechnik — 15
- 1.6 Geräte und Systeme der Rehabilitationstechnik – Arten von Hilfsmitteln — 23

**Zusammenfassung:** Die Rehabilitationstechnik dient der Wiedereingliederung behinderter Menschen in ihr familiäres und berufliches Umfeld, indem sie zum Ausgleich funktioneller und gesundheitlicher Beeinträchtigungen beiträgt. Hierbei genutzte Medizinprodukte werden als Hilfsmittel direkt durch den Betroffenen oder durch seine Angehörigen und Pflegenden eingesetzt. Dieses einführende Kapitel definiert grundlegende Begriffe, beschreibt die Rahmenbedingungen des Einsatzes von Rehabilitationstechniken in Deutschland, gibt einen historischen Überblick und erläutert kurz die Hilfsmittelarten, welche in nachfolgenden Kapiteln keine Berücksichtigung finden konnten.

**Abstract:** Rehabilitation Engineering serves the reintegration of people with disabilities into their domestic and professional environment contributing to the compensation of their functional deficiencies. Medical devices are used by patients themselves or by relatives and caregivers. This introduction explains basic terms and concepts related to the use of assistive devices in Germany, it provides a historical overview and explains medical devices that are not included in subsequent chapters.

## 1.1 Abgrenzung der Rehabilitationstechnik

Medizintechnische Systeme zur Diagnostik und Therapie werden im Krankenhaus und in der ambulanten medizinischen Versorgung von ärztlichem oder pflegendem Personal eingesetzt. In einigen Fällen ist jedoch eine Behandlung mit vollständiger Genesung in diesen medizinischen Einrichtungen nicht möglich oder die Therapie erstreckt sich über sehr lange Zeiträume. Auch in diesen Fällen kann der Betroffene mit medizintechnischen Systemen unterstützt werden. Sie dienen ihm dann in seinem alltäglichen häuslichen Umfeld zu diagnostischen Zwecken (z. B. zur Messung des Blutzuckerspiegels), zur Therapie (z. B. zur nächtlichen Überdruckbeatmung) oder zum Ausgleich funktioneller Defizite (z. B. als Ersatz für eine verlorene Gliedmaße). Einige dieser durch Patienten selbst genutzten **Hilfsmittel** unterscheiden sich wenig von den Geräten und Systemen, die durch medizinisches Personal eingesetzt werden (z. B. Blutdruckmessgerät, Beatmungsgerät). Diese stehen nicht im Fokus dieses Buches, sondern werden in anderen Bänden der Lehrbuchreihe, insbesondere ► **Band 5** (Biosignale und Monitoring) sowie ► **Band 9** (Automatisierte Therapiesysteme) behandelt. Im vorliegenden Band werden Systeme vorgestellt, die dem Ausgleich von Behinderungen dienen und sich in wesentlichen Merkmalen von klinisch oder ambulant durch medizinisches Personal eingesetzten **Medizinprodukten** unterscheiden. In der Biomedizinischen Technik bilden diese medizintechnischen Systeme ein eigenes Teilgebiet, die Rehabilitationstechnik. Diese hilft bei der Wiedereingliederung von behinderten und funktionell limitierten Menschen in ihr familiäres und berufliches Umfeld.

Um die **Rehabilitationstechnik** und die zugehörigen technischen Hilfsmittel gegenüber anderen Medizinprodukten abzugrenzen, sind zunächst die Begriffe Behinderung und Rehabilitation zu klären. Im deutschen Sozialrecht (§ 2 SGB IX [SGB IX]) wird der Begriff der Behinderung wie folgt definiert:

► **Behinderung (im Rahmen des deutschen Sozialrechts):** Menschen sind behindert, wenn ihre körperliche Funktion, geistige Fähigkeit oder seelische Gesundheit mit hoher Wahrscheinlichkeit länger als sechs Monate von dem für das Lebensalter typischen Zustand abweichen und daher ihre Teilhabe am Leben in der Gesellschaft beeinträchtigt ist.

International ist der Begriff der Behinderung nicht auf den Zeitraum des Bestehens einer Einschränkung bezogen. So gilt gemäß der *International Classification of Functioning, Disability and Health* (ICF) der Weltgesundheitsorganisation (*World Health Organization*, WHO), zitiert in der Norm DIN EN ISO 9999 (Hilfsmittel für Menschen mit Behinderungen – Klassifikation und Terminologie [ISO 9999]):

**Behinderung (gemäß internationaler Definition):** Oberbegriff für Schädigungen, Beeinträchtigungen der Aktivität und Einschränkungen der Teilhabe, der auf die negativen Aspekte der Wechselwirkung zwischen einem Menschen (mit Gesundheitsproblem) und dessen Kontextfaktoren (Umweltfaktoren und personenbezogene Faktoren) hinweist.

Oft sind Menschen mit Behinderungen ihr Leben lang von Einschränkungen unterschiedlicher Art betroffen. Zu diesen behinderten Menschen gehören beispielsweise Personen, die mit einer anatomischen Fehlbildung geboren werden oder denen eine Gliedmaße amputiert werden musste. Das **deutsche Sozialrecht** gewährt behinderten Menschen nach § 10 SGB I [SGB I] ein Recht auf Hilfe „zur Förderung ihrer Selbstbestimmung und gleichberechtigten Teilhabe“. So wird dem Grundgesetz Rechnung getragen, das im Artikel 3 fordert: „Niemand darf wegen seiner Behinderung benachteiligt werden“ [Grundgesetz 2012]. Näheres dazu regelt das Neunte Sozialgesetzbuch (SGB IX) „Rehabilitation und Teilhabe behinderter Menschen“, welches bereits im Titel den Begriff der Rehabilitation enthält. Grundlegend für das heutige Verständnis von Maßnahmen zur Rehabilitation war die WHO-Definition im Technical Report 668/1981 [Bochdansky 2002]:

► **Rehabilitation** umfasst den koordinierten Einsatz medizinischer, sozialer, beruflicher, pädagogischer und technischer Maßnahmen sowie Einflussnahmen auf das physische und soziale Umfeld zur Funktionsverbesserung, zum Erreichen einer größtmöglichen Eigenaktivität, zur weitestgehend unabhängigen Partizipation in allen Lebensbereichen, damit der Betroffene in seiner Lebensgestaltung so frei wie möglich wird.

In den „*Standard Rules on the Equalisation of Opportunities for Persons with Disabilities*“ der Vereinten Nationen [UN 1993] wird definiert, dass die Rehabilitation auf das Erreichen und Halten optimaler körperlicher, sensorischer, geistiger, psychischer oder sozialer Funktionen behinderter Menschen abzielt:

*The term „rehabilitation“ refers to a process aimed at enabling persons with disabilities to reach and maintain their optimal physical, sensory, intellectual, psychiatric and/or social functional levels, thus providing them with the tools to change their lives towards a higher level of independence.*

Im **deutschen Sozialrecht** regelt der § 26 des SGB IX [SGB IX], welche Leistungen der medizinischen Rehabilitation Behinderte und von Behinderung bedrohte Menschen in Anspruch nehmen können. Diese umfassen neben einer Behandlung durch Ärzte, Zahnärzte und Angehörige anderer Heilberufe noch weitere medizinische Leistungen sowie die Versorgung mit Arznei- und Verbandmitteln wie auch mit Heil- und Hilfsmitteln. Der Anspruch auf **Hilfsmittel** wird im § 33 SGB V [SGB V] untermauert, wobei mit der Formulierung „Versicherte haben Anspruch auf Versorgung mit Hörhilfen, Körperersatzstücken, orthopädischen und anderen Hilfsmitteln“ anhand der genannten Beispiele eine Einordnung des Begriffes vorgenommen wird. Diese ist im Gesetzestext bewusst offen gehalten und wird durch die Rechtsprechung des Bundessozialgerichtes, durch Verlautbarungen des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen und durch Richtlinien des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von Hilfsmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung konkretisiert. Zusammenfassend können die wichtigsten Eigenschaften von Hilfsmitteln folgendermaßen definiert werden ([Kamps 2002]; in geringfügig abweichender Formulierung auch in [SpiKa 2007]):

► **Hilfsmittel sind (im Rahmen der deutschen Sozialgesetzgebung)** sächliche Mittel oder technische Produkte, die den Erfolg einer Krankenbehandlung sichern, eine Behinderung ausgleichen oder einer drohenden Behinderung vorbeugen sollen. Sie werden im allgemeinen Lebensbereich bzw. im häuslichen Umfeld des Betroffenen eingesetzt und dienen der Befriedigung der elementaren Grundbedürfnisse des täglichen Lebens. Sie sind transportabel und werden von Leistungserbringern an die Betroffenen abgegeben.

Im **Versorgungsanspruch** von Versicherten der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) mit Hilfsmitteln gemäß der Hilfsmittelrichtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses [GBA 2012] finden sich die in der Definition enthaltenen Charakteristika eines Hilfsmittels wieder. Demnach werden sie verordnet, wenn sie im Einzelfall erforderlich sind, um:

- „den Erfolg der Krankenbehandlung zu sichern,
- einer drohenden Behinderung vorzubeugen,
- eine Behinderung bei der Befriedigung von Grundbedürfnissen des täglichen Lebens auszugleichen,
- eine Schwächung der Gesundheit, die in absehbarer Zeit voraussichtlich zu einer Krankheit führen würde, zu beseitigen,
- einer Gefährdung der gesundheitlichen Entwicklung eines Kindes entgegenzuwirken,
- Krankheiten zu verhüten oder deren Verschlimmerung zu vermeiden,
- Pflegebedürftigkeit zu vermeiden, soweit die Hilfsmittel nicht als allgemeine Gebrauchsgegenstände des täglichen Lebens anzusehen oder ... ausgeschlossen sind.“

Im deutschen Sozialrecht (§ 139 SGB V [SGB V]) ist verankert, dass der Spitzenverband Bund der Krankenkassen ein systematisch strukturiertes **Hilfsmittelverzeichnis** (HMV) erstellt, in dem die von der Leistungspflicht umfassten Hilfsmittel aufzuführen sind. Das Hilfsmittelverzeichnis enthält für zahlreiche Hilfsmittelkategorien indikations- oder einsatzbezogene, besondere Qualitätsanforderungen, die auch festgelegt werden können, um eine ausreichend lange Nutzungsdauer oder in geeigneten Fällen den Wiedereinsatz von Hilfsmitteln bei anderen Patienten zu ermöglichen. Das Hilfsmittel- und Pflegehilfsmittelverzeichnis umfasst heute 38 Produktgruppen (► Kapitel 1.6).

In der internationalen Norm DIN EN ISO 9999 (Hilfsmittel für Menschen mit Behinderungen – Klassifikation und Terminologie [ISO 9999]) ist die nachfolgende Definition des Begriffs Hilfsmittel enthalten:

**Als Hilfsmittel gilt (gemäß internationaler Definition)** jegliches Produkt (einschließlich Vorrichtungen, Ausrüstung, Instrumente und Software), sei es Sonderanfertigung oder allgemeines Gebrauchsgut, das von oder für Menschen mit Behinderung verwendet wird, um sie am öffentlichen Leben teilhaben zu lassen, um Körperfunktionen/-strukturen und Aktivitäten zu schützen, zu unterstützen, zu ertüchtigen, zu messen oder zu ersetzen oder um Schädigungen, Beeinträchtigungen der Aktivität und Einschränkungen der Teilhabe zu verhindern.

Unterschiede beider Definitionen sind u. a. leistungsrechtlich begründet. So gehören z. B. Treppenlifter, die aufgrund fehlender Transportabilität im deutschen Recht keinen Hilfsmittel-Status haben, nach der internationalen Definition in diese Kategorie. Weiterhin sind allgemeine Gebrauchsgegenstände des täglichen Bedarfs in der Leistungspflicht der GKV explizit ausgeschlossen (siehe oben).

Zahlreiche Hilfsmittel, insbesondere die komplexeren technischen Systeme gehören gleichzeitig zur Gruppe der **Medizinprodukte** gemäß der Definition im Medizinproduktegesetz (MPG). Medizinprodukte können Hilfsmittel sein, wenn sie den medizinischen und technischen Vorgaben des Hilfsmittelverzeichnisses entsprechen, wenn sie als Hilfsmittel der Leistungspflicht der gesetzlichen Krankenversicherung unterliegen und wenn die Bedingungen des SGB V erfüllt sind. Insbesondere müssen die Produkte zweckmäßig und wirtschaftlich sein sowie einen medizinischen Nutzen haben. Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal der als Hilfsmittel einzustufenden Medizinprodukte ist ihre Anwendung und Nutzung durch den Patienten bzw. seine Angehörigen und Pflegenden (siehe Definition von Hilfsmitteln im deutschen Sozialrecht: notwendige Abgabe an Betroffene). Andere Medizinprodukte werden üblicherweise durch medizinisches Personal am Patienten angewendet.

Der Anspruch von Behinderten und der von Behinderung bedrohten Menschen auf **Leistungen der medizinischen Rehabilitation** nach § 26 des SGB IX [SGB IX] umfasst neben der oben erwähnten Hilfsmittelversorgung auch die Behandlung durch Ärzte, Zahnärzte und Angehörige anderer Heilberufe, außerdem Heilmittel einschließlich physikalischer Therapie, Sprach- und Beschäftigungstherapie sowie die Belastungserprobung und Arbeitstherapie. Im Rahmen dieser rehabilitativen Maßnahmen können ebenfalls technische Systeme bzw. Medizinprodukte Einsatz finden (z. B. Trainings- und Übungssysteme), die nicht an den Betroffenen abgegeben werden und damit keine Hilfsmittel sind. Der Begriff **Rehabilitationstechnik** dient dazu, alle Systeme der „technisch assistierten“ Rehabilitation über die Gruppe der Hilfsmittel hinaus bezeichnen zu können. International wird von *assistive devices and technologies for people with a loss in functioning* oder *assistive products for persons with disability* bzw. von *technical aids* gesprochen.

Zur ► **Rehabilitationstechnik** gehören Hilfsmittel und andere technische Systeme und Geräte, die einen Rehabilitationsprozess unterstützen.

## 1.2 Situation betroffener Patienten

Im Jahr 2013 waren in Deutschland 7,5 Millionen Menschen als **Schwerbehinderte** mit einem Behinderungsgrad ab 50 % amtlich anerkannt [Statistisches Bundesamt 2014]. Das entsprach einem Anteil von rund 9,4 % der Bevölkerung. Ein Anteil von 31 % dieser Menschen war mindestens 75 Jahre alt, knapp die Hälfte (45 %) gehörte der Alters-

gruppe der 55- bis 75-Jährigen an. Der überwiegende Teil der Behinderungen (85 %) wurde durch eine **Krankheit** verursacht, nur 2 % waren auf einen **Unfall** oder eine **Berufskrankheit** zurückzuführen. Am häufigsten litten schwerbehinderte Menschen unter körperlichen Behinderungen (62 %). Die Behinderungen betrafen laut Statistischem Bundesamt [Statistisches Bundesamt, 2014]:

- 25 % innere Organe bzw. Organsysteme,
- 14 % funktionell eingeschränkte Arme und Beine,
- 12 % Funktionseinschränkungen von Wirbelsäule und Rumpf,
- 5 % Blindheit oder Sehbehinderungen,
- 4 % Schwerhörigkeit, Gleichgewichts- oder Sprachstörungen.

In dieser Statistik werden allerdings nur Personen erfasst, die eine Anerkennung als Behinderter und einen Schwerbehindertenausweis beantragt haben. Da es aber keine „Meldepflicht“ für Behinderungen gibt, wird die tatsächliche Zahl darüber liegen. Geschätzt wird ein Anteil von 10 % der Bevölkerung [Bauche 2014]. Sehr viele dieser schwerbehinderten Menschen, aber auch einige der weiteren ca. 2,5 Millionen Menschen in Deutschland mit einem Behinderungsgrad unter 50 % [Statistisches Bundesamt 2011] sind auf Hilfsmittel und andere Systeme der Rehabilitationstechnik angewiesen.

Die Prognose für die zukünftige Entwicklung des (auch technischen) Versorgungsbedarfs behinderter Personen weist auf einen weiteren Anstieg hin. Ein Grund hierfür ist die **demografische Entwicklung**, weil die Menschen immer älter werden. Das gilt nicht erst seit den letzten Jahren. Vielmehr kann dieser langfristige Trend schon seit Ende des 19. Jahrhunderts beobachtet werden. Seitdem hat sich die **Lebenserwartung** Neugeborener in Deutschland fast verdoppelt. Vor 100 Jahren lag die durchschnittliche Lebenserwartung für Männer bei 46,4 Jahren und für Frauen bei 52,5 Jahren; heute kann ein neugeborener Junge mit 86 Lebensjahren, ein neugeborenes Mädchen mit 91 Lebensjahren rechnen [Lehr 2013].



Zunächst hatte die Verringerung der Säuglingssterblichkeit den größten Anteil an dieser Entwicklung. In den letzten Jahrzehnten trägt auch das Sinken der Sterblichkeit in den höheren Altersgruppen erheblich zur Alterung der Bevölkerung bei. Maßgebliche Gründe hierfür liegen im Fortschritt der medizinischen Versorgung, der Hygiene, der Ernährung und der Wohnsituation sowie den verbesserten Arbeitsbedingungen und dem gestiegenen Wohlstand [Statistisches Bundesamt 2013a]. Allein in den 1990er Jahren sank die standardisierte Sterblichkeit der über 65-Jährigen um mehr als 10 %, die mittlere Lebenserwartung erhöhte sich um zwei Jahre [RKI 2013]. Das kollektive Altern einer Gesellschaft wird durch den sog. Altenquotienten ausgedrückt. Dieser beschreibt das Verhältnis der Zahl von Personen, die nicht mehr im Erwerbstätigenalter sind, zur Anzahl von Personen im Erwerbstätigenalter. Der Altenquotient 65 (Anzahl der Personen > 65 Jahre je 100 Personen von 15 bis 64 Jahren) liegt in Deutschland heute bei 34, er wird auf 41 im Jahre 2025 und auf etwa 56 bis 60 im Jahre 2050 ansteigen [Lehr 2013]. Ein weiterer Grund für die Verschiebung der Altersstruktur in Deutschland ist die anhaltend geringe Geburtenrate. Sie liegt heute in Deutschland bei knapp unter 1,36 Kindern pro Frau [Statistisches Bundesamt 2013b] und ist damit weit von dem für eine ausgeglichene „Reproduktion“ notwendigen Wert von 2 Kindern pro Frau entfernt.

---

Mit dem Anstieg des Anteils älterer Menschen ist auch eine Zunahme der Personen mit chronischen Krankheiten und Behinderungen zu erwarten. Erschreckend ist in diesem Zusammenhang, dass schon heute viele jüngere Menschen an Erkrankungen leiden, deren Auswirkungen im Alter zunehmen. Dazu gehört die Erkrankung „Rückenschmerz“, deren Prävalenz im fortgeschrittenen Teenageralter bereits bei 70 Prozent liegt [Bauche 2014]. Eine Ursache dafür ist eine ungesunde Lebensführung mit falscher Ernährung und Bewegungsmangel. In Deutschland waren 2012 ca. 1,9 Millionen Kinder übergewichtig, davon 800 000 adipös und wiederum davon 200 000 so schwergewichtig, dass sie kein normales Leben führen können [Bauche 2014]. Es ist also nicht nur durch den höheren Anteil Älterer sondern auch durch die Verschiebung von Krankheitsbildern (Rückenschmerz, Arthrose, Osteoporose) mit einer Zunahme des Bedarfs an orthopädischen Versorgungen (auch unter Einsatz technischer Hilfsmittel) zu rechnen [Bauche 2014].

Ob die notwendige Versorgung in Zukunft innerhalb der Solidargemeinschaft der gesetzlichen Krankenversicherung geleistet werden kann, bleibt fraglich. Zwar ist der Anteil der Leistungen für Hilfsmittel in der Gesundheitsversorgung relativ gering (► Kapitel 1.4), trotzdem zielten zahlreiche Maßnahmen des Gesetzgebers zur „Kostendämpfung“ im Gesundheitswesen in der Vergangenheit auf diesen Markt. So unterliegt die Hilfsmittelversorgung gemäß § 12 SGB V [SGB V] dem sog. Wirtschaftlichkeitsgebot:

„Die Leistungen müssen ausreichend, zweckmäßig und wirtschaftlich sein; sie dürfen das Maß des Notwendigen nicht überschreiten. Leistungen, die nicht notwendig oder unwirtschaftlich sind, können Versicherte nicht beanspruchen, dürfen die Leistungserbringer nicht bewirken und die Krankenkassen nicht bewilligen.“

Weiterhin gehört auch nur die Sicherung der **Grundbedürfnisse** zu den Leistungen der gesetzlichen Krankenkassen. Zu diesen gehören laut Gemeinsamem Rundschreiben der Spitzenverbände der Krankenkassen zur Versorgung mit Hilfsmitteln und Pflegehilfsmitteln [SpiKa 2007]:

- „die körperlichen Grundfunktionen (z. B. die Bewegungsfreiheit wie das Gehen, das Stehen, das Treppensteigen, das Sitzen, das Liegen, das Greifen, das Sehen, das Sprechen, das Hören, die Nahrungsaufnahme, das Ausscheiden),
- die allgemeinen Verrichtungen des täglichen Lebens (z. B. die elementare Körperpflege, das An- und Auskleiden, das selbstständige Wohnen, die Möglichkeit, die Wohnung zu verlassen und die Stellen zu erreichen, an denen Alltagsgeschäfte zu erledigen sind),
- die Erschließung eines gewissen körperlichen und geistigen Freiraums im Nahbereich der Wohnung (z. B. die Aufnahme von Informationen, die Teilnahme am gesellschaftlichen Leben, das Erlernen eines lebensnotwendigen Grundwissens [Schulwissens] sowie die Integration eines behinderten Kindes in die Gruppe Gleichaltriger)“.

An gleicher Stelle wird auf das **Bundessozialgericht** verwiesen, das die letzte Instanz bei juristischen Auseinandersetzungen um die Hilfsmittelversorgung ist. Es hat wiederholt und ausdrücklich festgestellt, dass **Freizeitbeschäftigungen** vom Begriff der allgemeinen Grundbedürfnisse des täglichen Lebens nicht erfasst werden. Auch

ist die Gesetzliche Krankenversicherung nicht für den Ausgleich von „Nachteilen im privaten, gesellschaftlichen oder beruflichen Bereich“ zuständig. Explizit werden „Trainings- und Fitnessgeräte, spezielle Badebekleidung zum Freizeitschwimmen, Reiserollstühle, ergonomische Möbel oder spezielle Schutzausrüstung für den Arbeitsplatz“ genannt [SpiKa 2007]. Über die Gesetzliche Krankenversicherung ist also nur ein Teil dessen abgesichert, was der einzelne Betroffene für seinen individuellen Nachteilsausgleich (entsprechend seiner spezifischen Bedürfnisse) braucht. Es steht zu befürchten, dass mit den in Zukunft knapper werdenden Mitteln der Sozialversicherungen (weniger Einzahler, höherer Versorgungsbedarf) auch die Ansprüche der Versicherten abgesenkt werden.

Schon heute besteht die Möglichkeit von **Zuzahlungen**. So heißt es im § 33 SGB V [SGB V]: „Wählen Versicherte Hilfsmittel oder zusätzliche Leistungen, die über das Maß des Notwendigen hinausgehen, haben sie die Mehrkosten und dadurch bedingte höhere Folgekosten selbst zu tragen.“ Wer es sich leisten kann, darf sich also selbst besser versorgen. Dies wirft natürlich Fragen der sozialen Gerechtigkeit auf, die hier nicht weiter diskutiert werden sollen. Eine Analyse von Maschke [Maschke 2007] (zitiert in [Bauche 2014]) ergab, dass Behinderte in der Europäischen Union über insgesamt niedrigere Bildungsabschlüsse, stark unterproportionale Beschäftigungsquoten, niedrige Einkommen und stark überproportionale Armutsquoten im Vergleich zur Gesamtbevölkerung verfügen. Fraglich ist also, ob die Gesetzliche Krankenversicherung bei den behinderten Menschen an der richtigen Stelle spart.

### 1.3 Arten der Rehabilitation

Alle modernen Definitionen des Begriffs der Rehabilitation basieren auf dem Krankheitsfolgenmodell der Internationalen Klassifikation von Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) der WHO von 2001 [WHO 2001]. Dieses besagt, dass im Zentrum der Rehabilitation die Wiederherstellung der physischen oder psychischen Fähigkeiten eines Patienten im Anschluss an eine Erkrankung, ein Trauma oder eine Operation steht. Als Sekundärziel soll eine Wiedereingliederung in das Sozial- und Arbeitsleben erreicht werden. Die Rehabilitation ist damit Teil der medizinischen Versorgungskette (► Abb. 1.1).

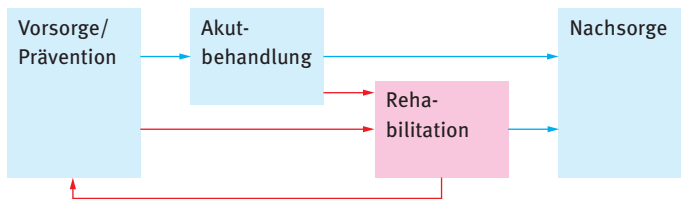


Abb. 1.1: Rehabilitation als Teil der medizinischen Versorgungskette (nach [Augurzky 2011]).



Ein besonderer Aspekt der **Rehabilitation** als Bestandteil der medizinischen Versorgungskette ist der gemeinsame Beitrag aller rehabilitativen Maßnahmen zur **Prävention**, die schwerwiegende Folgeerkrankungen verhindern oder in ihrer Schwere mindern soll (**Tertiärprävention**).

Als ► **Prävention** bezeichnet man jede Maßnahme, die eine Beeinträchtigung der Gesundheit (Krankheit, Verletzung) verhindern oder verzögern kann oder weniger wahrscheinlich werden lässt. Sie ist abzugrenzen von der Gesundheitsförderung, die vor allem das Ziel hat, Schutzfaktoren zu erhöhen und die gesundheitlichen Lebensbedingungen zu stärken.

Ein Teilgebiet der Rehabilitation ist die **medizinische Rehabilitation** (oder Rehabilitationsmedizin), deren Ziel es ist, einen drohenden Gesundheitsschaden mit medizinischen Maßnahmen zu mildern. Die Leistungen der medizinischen Rehabilitation erfolgen primär durch Ärzte. Soweit einzelne Maßnahmen unter ärztlicher Aufsicht oder auf ärztliche Anordnung ausgeführt werden, können sie auch durch Zahnärzte und Angehörige anderer Heilberufe (Krankenschwestern, Physiotherapeuten, Ergotherapeuten, psychologische Psychotherapeuten) erfolgen (§ 26 SGB IX [SGB IX]). Von der medizinischen Rehabilitation ist die berufliche oder soziale Rehabilitation abzugrenzen, bei der die Betroffenen durch berufliche Rehabilitations-Maßnahmen wieder in den beruflichen Alltag integriert werden sollen.

Die ► **medizinische Rehabilitation** ist ein Teilgebiet der Medizin, das alle zu treffenden Maßnahmen für Patienten nach schwerer Krankheit und für behinderte Menschen umfasst, auch nach einer eingetretenen Behinderung als Krankheitsfolge. Ziele sind die möglichst vollständige gesellschaftliche Teilhabe und wenn möglich die gesundheitliche Wiederherstellung. (siehe ► [Band 1](#), ► Kapitel 2)

Die medizinische Rehabilitation ist eine interdisziplinäre Aufgabe, die oft die Zusammenarbeit von Ärzten, Pflegekräften, Physiotherapeuten, Ergotherapeuten, Psychologen, Logopäden und anderen Spezialisten erfordert. Charakteristisch für die medizinische Rehabilitation ist eine individuell geplante therapeutische Arbeit, an der die Rehabilitanden aktiv mitwirken. Die einzelnen Maßnahmen verteilen sich in der Regel über den ganzen Tag und umfassen Interventionen zur Wiederherstellung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit sowie eine intensive Anleitung zur Bewältigung der gesundheitlichen Schädigungen und der damit verbundenen erforderlichen Anpassung an ein möglicherweise verändertes Alltagsleben.

Medizinische Rehabilitation wird in qualifizierten und spezialisierten Rehabilitationseinrichtungen durchgeführt, die sich am Qualitätssicherungsprogramm der gesetzlichen Rentenversicherung beteiligen. Grundsätzlich unterscheidet man jedoch in:

- **stationäre Rehabilitation**, die in Rehabilitationskliniken stattfindet und bei der ein Patient 24 Stunden pro Tag in der Einrichtung verbringt,

- **teilstationäre Rehabilitation**, die an einer Tagesklinik durchgeführt wird, bei der ein Patient nur zur Übernachtung nach Hause geht,
- **ambulante Rehabilitation**, bei der ein Patient für die einzelnen Maßnahmen in die Rehabilitationseinrichtung geht.

Früher wurden medizinische Rehabilitationsleistungen überwiegend stationär angeboten. Entsprechend der Anforderungen des SGB IX (vgl. § 19 Abs. 2 SGB IX [SGB IX]) wächst jedoch die Zahl der ambulanten Rehabilitationseinrichtungen stetig. Grundsätzlich sind ambulante und stationäre Rehabilitation gleichwertige Alternativen und je nach individueller Problemkonstellation ist die eine oder andere Variante vorzuziehen.

Man unterscheidet sechs **Phasen der Rehabilitation** (A bis F). Dieses **Phasenmodell** findet hauptsächlich in der neurologischen Rehabilitation Anwendung, lässt sich aber unter Wegfall einzelner Phasen auf alle anderen Krankheitsbilder übertragen. Bei einer Rehabilitation müssen also nicht alle Phasen und auch nicht alle in der Reihenfolge A bis F durchlaufen werden. ▶ Tabelle 1.1 fasst die einzelnen Phasen der Rehabilitation zusammen, die im Weiteren detaillierter ausgeführt werden.

Entsprechend der Empfehlungen der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR) lässt sich der Rehabilitationsverlauf in sechs unterschiedliche Phasen einteilen (▶ **Phasenmodell der Rehabilitation**, ▶ Tab. 1.1). Diese Phasen reichen von der Akutbehandlung bis zur Langzeitpflege. Dabei durchläuft nicht jeder Patient zwingend jede Phase.

**Tab. 1.1:** BAR-Phasenmodell der neurologischen Rehabilitation.

Phase	Bezeichnung	Ort der Maßnahme
Phase A	Akutbehandlung	Intensivstation
Phase B	Frührehabilitation	Krankenhaus/Intensivstation
Phase C	weiterführende Rehabilitation	Krankenhaus/Normalstation
Phase D	Anschlussheilbehandlung	Rehabilitationseinrichtung
Phase E	berufliche/soziale Rehabilitation	gesellschaftliches, familiäres Umfeld
Phase F	Langzeitbehandlung/Langzeitpflege	Pflegeeinrichtung/zu Hause

### Phase A: Akutbehandlung

Die **Akutbehandlung** umfasst die Erstbehandlung in einer Akutklinik, oft auf der Intensivstation. Hier erfolgen Diagnostik und Therapie einschließlich der notwendigen Akutversorgung. Sie bildet die Voraussetzung für die Frührehabilitation.

## Phase B: Frührehabilitation

Der Begriff **Frührehabilitation** wurde durch die Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR) definiert. Dieses Behandlungskonzept dient der frühestmöglichen, intensiven, interdisziplinären Behandlung von Patienten mit schweren Bewusstseinsstörungen oder anderen schweren Beeinträchtigungen, welche Lebensfähigkeit und Selbstständigkeit anhaltend oder sogar dauerhaft gefährden. Durch die Frührehabilitationsmaßnahmen sollen die körperlichen Grundfunktionen, wie beispielsweise Wahrnehmung, Schlucken oder Orientierung, gebessert und die Voraussetzungen für eine minimale Selbstständigkeit im Alltag geschaffen werden. In dieser Phase müssen noch intensivmedizinische Behandlungsmöglichkeiten vorgehalten werden, weshalb die Frührehabilitation häufig bereits auf der Intensivstation stattfindet.

## Phase C: Weiterführende Rehabilitation

Patienten, die keiner intensivmedizinischen Versorgung bedürfen, sowie Patienten nach Verlegung von Intensivstation auf Normalstation erhalten eine **weiterführende Rehabilitation**. Hierbei stehen die frühe Mobilisierung durch Lagerung des Patienten, die Gelenkmobilisation sowie das Aufsetzen und Aufrichten in den Stand im Vordergrund. Es besteht noch ein hoher pflegerischer Bedarf. Der Patient arbeitet jedoch bei den einzelnen Therapieübungen mit und kann an mehreren Therapieeinheiten pro Tag teilnehmen. Bei den meisten Patienten schließt sich an die weiterführende Rehabilitation die Anschlussheilbehandlung an. Dieses gelingt aber nicht in jeden Fall. Bei anhaltender Bewusstlosigkeit beispielsweise schließt sich direkt an die weiterführende Rehabilitation die Langzeitrehabilitation bzw. Langzeitpflege (Phase F) an.

## Phase D: Anschlussheilbehandlung

Die ► **Anschlussheilbehandlung** (AHB) ist eine Maßnahme der medizinischen Rehabilitation, die sich unmittelbar einer Krankenhausbehandlung oder einer ambulanten Operation anschließt und die weitmögliche Wiederherstellung der körperlichen und psychischen Leistungsfähigkeit zum Ziel hat.

Die **Anschlussheilbehandlung** (AHB) stellt die medizinische Rehabilitation im herkömmlichen Sinn dar. Ziele sind das Wiedererlangen der Selbstständigkeit, die Wiederherstellung der körperlichen und psychischen Leistungsfähigkeit sowie die Reintegration nach akuten Erkrankungen. Die AHB erfolgt stationär, teilstationär oder

**Tab. 1.2:** Medizinische Indikationen für eine Anschlussheilbehandlung (AHB).

<b>Indikationen für eine Anschlussheilbehandlung</b>
– Krankheiten des Herzens und des Kreislaufs
– Krankheiten der Gefäße
– entzündlich-rheumatische Krankheiten
– degenerativ-rheumatische Krankheiten, Zustand nach Operationen und Unfallfolgen an Bewegungsorganen
– gastroenterologische Erkrankungen und Zustand nach Operationen an Verdauungsorganen
– endokrine Krankheiten
– Krankheiten und Zustand nach Operationen an Atmungsorganen
– Krankheiten der Niere und Zustand nach Operationen an Nieren, ableitenden Harnwegen und Prostata
– neurologische Krankheiten und Zustand nach Operationen an Gehirn, Rückenmark und peripheren Nerven
– onkologische Krankheiten
– gynäkologische Krankheiten und Zustand nach Operationen am weiblichen Genitale

ambulant im Anschluss an das Akutkrankenhaus in einer speziellen Rehabilitationseinrichtung. Geht der AHB eine Operation voraus, so muss sie spätestens zwei Wochen nach Entlassung aus der Akutklinik beginnen. Geht der Anschlussheilbehandlung eine Bestrahlungsbehandlung voraus, so muss sie spätestens 6 Wochen nach Bestrahlungsende beginnen. Die AHB beinhaltet neben der Diagnostik, Aufklärung und Information zu der jeweiligen Erkrankung und den beeinträchtigten Funktionen die Vereinbarung von gemeinsamen Therapiezielen zwischen Rehabilitationsteam und Patient. Teil der AHB ist auch das Erlernen von Bewältigungsstrategien, um beruflichen Problemen zu begegnen.

Die medizinischen Indikationen für eine AHB sind in ► Tabelle 1.2 zusammengestellt. Weitere Voraussetzung für die AHB ist die Reisefähigkeit des Patienten, eine Selbsthilfefähigkeit und die Möglichkeit zur Teilnahme an aktiven Therapiemaßnahmen. Mit Phase D kann die Rehabilitation abgeschlossen sein. Bei geplanter Wiedereingliederung in den Beruf kann sich die beruflich-soziale (ggf. schulische) Rehabilitation (Phase E) anschließen.

### **Phase E: Berufliche/soziale Rehabilitation**

Die **berufliche und soziale Rehabilitation** schließt sich an die Anschlussheilbehandlung an und dient der vollständigen Integration des Patienten in die Gesellschaft. Da diese Phase der Rehabilitation nicht direkt zur medizinischen Rehabilitation gehört, sei sie hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

## Phase F: Langzeitpflege

Trotz intensiver Rehabilitationsmaßnahmen ist es möglich, dass einige Patienten schwere Beeinträchtigungen behalten. Diese reichen von bleibender Bewusstlosigkeit bis hin zu schweren Beeinträchtigungen geistiger sowie körperlicher Funktionen. Patienten, denen ein selbstständiges Leben nicht mehr möglich ist, bedürfen einer **Langzeitbehandlung**. Ist eine Pflege im häuslichen Umfeld nicht möglich, wird der Patient in einer Einrichtung mit aktivierender Langzeitpflege untergebracht.

Da sich hinter jeder einzelnen Indikation für eine AHB vollkommen unterschiedliche Krankheitsbilder verbergen, sind die Voraussetzungen und der Verlauf der Rehabilitation sehr verschieden. Dennoch gibt es für die einzelnen Indikationsgruppen definierte Vorgehensweisen, die einen Qualitätsstandard der Rehabilitation sicherstellen. So richtet sich beispielsweise die neurologische Rehabilitation streng nach dem in ► Tabelle 1.1 beschriebenen Phasenmodell der BAR, wobei der Frührehabilitation eine besondere Bedeutung zukommt (► Kapitel 9).

Rehabilitationstechnik wird in allen sechs Phasen der Rehabilitation eingesetzt. Jedoch unterscheiden sich die Anforderungen an die Geräte und Systeme je nach Phase und Indikationsstellung. Auf der Intensivstation herrschen andere Voraussetzungen als in einem Rehabilitationszentrum. Häusliche Langzeitpflege erfordert einfache, teilweise mobile Rehabilitationstechnik, die auch von nicht technisch versierten Nutzern bedient werden kann, während bei der AHB hochqualifiziertes Personal während der Maßnahmen anwesend ist.

Der Stellenwert der Rehabilitation innerhalb der medizinischen Versorgungskette ist unumstritten. ► Abbildung 1.1 macht jedoch deutlich, dass jede Rehabilitationsmaßnahme auch präventiven Charakter hat. Angesprochen ist hier der Bereich der **Tertiärprävention**, bei der die Verhinderung des Wiederauftretens oder die Verschlimmerung bereits bestehender Erkrankungen im Vordergrund steht.

Bei der ► **Tertiärprävention** geht es um die Verhinderung des Fortschreitens oder des Eintritts von Komplikationen bei einer bereits manifesten Erkrankung.

Die Tertiärprävention ist also von anderen Präventionsformen abzugrenzen, sei es der Primärprävention, bei der es um den Erhalt der Gesundheit bzw. um Vorbeugung von Krankheiten geht, und der Sekundärprävention, die eine Früherkennung von Erkrankungen in Risikogruppen zum Ziel hat. Aus diesem Grund haben die meisten Hilfsmittel, technischen Systeme und Geräte der Rehabilitationstechnik nicht nur rehabilitativen Charakter, sondern dienen auch der Prävention von Folgeerkrankungen.

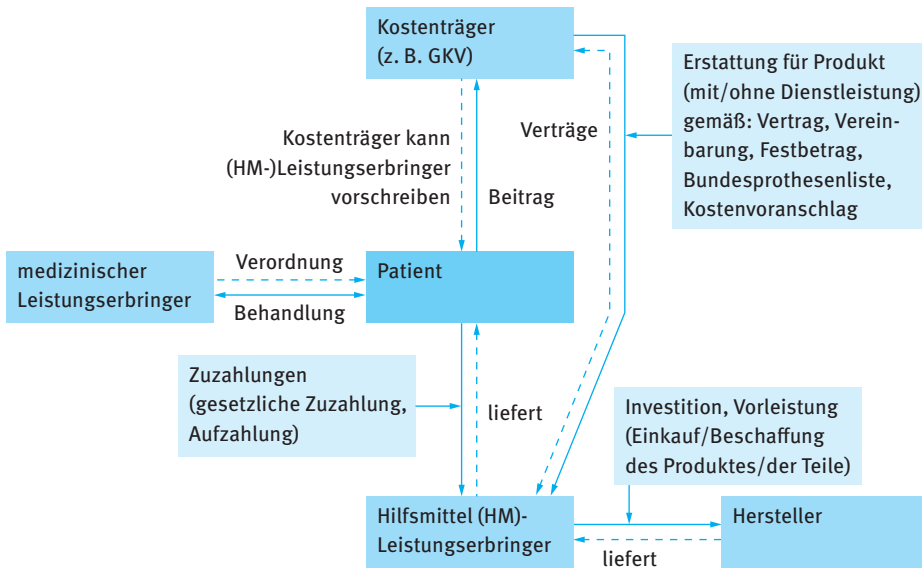
## 1.4 Branche der Rehabilitationstechnik in Deutschland

Die Branche der Rehabilitationstechnik in Deutschland ist heterogen. Wie oben erläutert, machen die sog. Hilfsmittel einen großen Teil der technischen Systeme in der Rehabilitationstechnik aus. Da Abgabe und Vergütung über die Sozialgesetzgebung geregelt sind, ist der deutsche „**Hilfsmittelmarkt**“ mit den zugehörigen Akteuren relativ gut abgrenzbar. Allerdings gehören auch weitere, nicht als Hilfsmittel klassifizierte Systeme (z. B. Treppenlifter, Übungs- und Trainingssysteme, technische Anpassungen des Wohnumfeldes) gemäß der obigen Definition zur Rehabilitationstechnik, finden in der ambulanten oder stationären medizinischen Versorgung Einsatz und werden an private Käufer abgegeben. Deshalb ist der Hilfsmittelmarkt von einer größeren Grauzone der Branche der Rehabilitationstechnik umgeben, die hier mangels zugehöriger Statistiken nicht näher beschrieben werden kann.

Zunächst soll auf die Akteure in der Hilfsmittelversorgung eingegangen werden, in deren Mittelpunkt natürlich der **Patient** steht. Die Beziehungen aller weiteren Beteiligten lassen sich am Besten anhand von **Zahlungs- und Lieferströmen** (► Abb. 1.2) erläutern. Verträge zwischen Hilfsmittel-Leistungserbringern und **Kostenträgern** regeln im Allgemeinen Preis, Menge und Qualität der Versorgung. Auf den **Patienten** als Empfänger des Hilfsmittels bzw. der Versorgung können die gesetzliche Zuzahlung, die Aufzahlung bzw. der volle Preis bei einem Direktkauf entfallen. Die **Hilfsmittel-Leistungserbringer** (z. B. Sanitätshäuser, Apotheken, Orthopädietechniker etc.) treten bezüglich der Produkte in Vorleistung, indem sie diese bei den **Herstellern** einkaufen. Die Vertragsärzte (**medizinische Leistungserbringer**) entscheiden über die Verordnung von Hilfsmitteln nach pflichtgemäßem Ermessen entsprechend der Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von Hilfsmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung (§ 6 Allgemeine Verordnungsgrundsätze [GBA 2009]), um dem Versicherten eine „nach den Regeln der ärztlichen Kunst und dem allgemein anerkannten Stand der medizinischen Erkenntnisse ausreichende, zweckmäßige und wirtschaftliche Versorgung mit Hilfsmitteln zukommen zu lassen“ [Busse 2008].

An der Hilfsmittelfertigung sind sowohl die Hersteller von Produkten und Komponenten, als auch die (Hilfsmittel-) Leistungserbringer je nach Dienstleistungsanteil unterschiedlich stark beteiligt.

In Deutschland gab es im Jahr 2012 bundesweit 6 323 Hilfsmittel-Leistungserbringer, zu denen 1 931 orthopädietechnische Betriebe (eingetragen in der Handwerksrolle mit 37 000 Beschäftigten und 1 326 zum Orthopädie-Mechaniker und zum Bandagisten ausgebildeten Lehrlingen), 2 300 Sanitätshäuser und 2 092 Apotheken zählten [Bauche 2014]. Die rund 85 deutschen Hersteller von orthopädischen Erzeugnissen, Rollstühlen und Behindertenfahrzeugen (mit 50 Beschäftigten und mehr) erwirtschafteten in 2009 einen Gesamtumsatz von rund 2,31 Milliarden Euro mit einer Beschäftigtenzahl von 14 800 Mitarbeitern [Spectaris, 2010].



**Abb. 1.2:** Zahlungs- und Lieferströme zwischen den Beteiligten bei der Versorgung mit Hilfsmitteln (nach [Busse 2008]).

Der Verband der Ersatzkassen [VDEK 2014] gibt an, dass die gesetzlichen Krankenkassen 2013 von insgesamt 194,49 Milliarden Euro eine Summe von 5,25 Milliarden Euro (2,7 %) für Heil- und 6,80 Milliarden Euro (3,5 %) für Hilfsmittel ausgegeben haben. Zwischen 2007 und 2012 erhöhten sich die gesamten Leistungsausgaben der gesetzlichen Krankenkassen von 144,43 auf 173,15 Milliarden Euro um knapp 20 Prozent, während die **Hilfsmittelausgaben** von 5,52 auf 6,46 Milliarden Euro um 17 Prozent stiegen [Kemper 2012].

## 1.5 Historie der Rehabilitationstechnik

Nicht nur der Zeitpunkt der ersten medizinischen Behandlungen des Menschen, sondern auch der erste Einsatz technischer Hilfsmittel für Heilungszwecke lässt sich nicht genau angeben. Möglicherweise wurden schon in der **Ur- und Frühgeschichte** des Menschen im Feuer erhitzte Gegenstände, wie Steine oder brennende Stöcke, zum Stoppen von Blutungen an offenen Wunden genutzt. Dies könnte der Beginn chirurgischer Techniken gewesen sein. Bei der Unterstützung behinderter Mitmenschen standen damals sicherlich nur sehr einfache Hilfen zur Verfügung. So könnten mit Lederriemen an den Beinen befestigte Aststücke zur Stabilisierung eines Kniegelenks Einsatz gefunden haben. Auch die spezifische Anpassung einer Sitzgelegenheit zum aufrechten Sitzen einer gehbehinderten Person am Feuer wäre bereits einem rehabi-



**Abb. 1.3:** Zehenprothese einer Mumie aus dem Grab von Tabaketenmut (zwischen 950 und 710 v. Chr.), (Bildrecht: Egyptian Museum Cairo).

litationstechnischen Ziel zuzuordnen. Da jedoch die Lebensumstände in der Frühgeschichte des Menschen unvergleichlich hart waren und jeder seinen Beitrag zum Überleben der Gemeinschaft leisten musste, ist natürlich fraglich, wie viel Hilfsbereitschaft gegenüber Personen mit eingeschränkter Handlungsfähigkeit tatsächlich geleistet wurde. Weiterhin setzt jede rehabilitative Maßnahme voraus, dass die betroffene Person die Ursache der Behinderung (pränatale Fehlgestaltung, Geburtskomplikation, Erkrankung, Verletzung) überhaupt überlebt. Aufgrund mangelhafter medizinischer Kenntnisse, insbesondere in der Infektionsbehandlung, waren in der frühen Menschheitsgeschichte hierfür natürlich keine guten Voraussetzungen gegeben.

Es verwundert auch nicht, dass frühe Rehabilitationstechniken eher von gesellschaftlich besser gestellten Menschen genutzt wurden, die sie sich leisten konnten. Weil damals nur vergängliche Materialien verfügbar und einsetzbar waren, konnten sich Zeugnisse dieser Techniken nur unter besonderen Bedingungen erhalten, beispielsweise in Grabkammern. Nachfolgend werden ohne Anspruch auf Vollständigkeit einige Meilensteine in der Entwicklung der Rehabilitationstechnik vorgestellt.

Zu diesen zählen zwei **Zehenprothesen** ägyptischer Mumien. Wie FINCH und seine Kollegen feststellten [Finch 2012], handelt es sich bei ihnen mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht allein um Grabbeigaben, welche die Verstorbenen „ergänzen“ sollten. Sie scheinen aufgrund ihrer Gebrauchsspuren (Abschliff auf der Unterseite) und ihrer biomechanischen Eigenschaften als funktioneller Ersatz für fehlende Zehen gedient zu haben, was inzwischen sogar ganganalytisch untersucht worden ist [Finch 2012]. Beide Zehenprothesen wurden vermutlich mithilfe vorhandener Löcher mit Laschen bzw. Riemen am Fuß befestigt. Sie sind nach heutiger Kenntnis die ältesten bekannten Prothesen. Eine von ihnen, in der Nähe von Luxor gefunden, wurde ca. 600 v. Chr. aus einer Art Pappe hergestellt, bestehend aus Leinen und Leim aus tierischen Überresten. Die zweite Zehenprothese befand sich im Grab von Tabaketenmut und stammt aus der Zeit zwischen 950 und 710 v. Chr. Sie ist eine Konstruktion aus Holz mit Scharnieren aus Leder (► Abb. 1.3).

Prothesen haben aufgrund ihrer Funktion als Körperersatzstück eher als andere technische Hilfsmittel behinderter Menschen die Chance, in Gräbern erhalten zu bleiben. Insbesondere, wenn sie für den Verstorbenen so wichtig waren, dass sie ihm auch





Abb. 1.4: Stelzbeinprothese aus China (ca. 3. Jahrhundert v. Chr.).

im „Jenseits dienen“ sollten. Frühe Hinweise auf Prothesen finden sich auch in schriftlichen Quellen. Beispiele dafür stammen von HERODOT (etwa 485 bis 425 v. Chr.), der von einem HEGESISTRATOS AUS ELIS und seinem hölzernen Fuß berichtet [Brunn 1926]. Es gibt auch einige Darstellungen von Amputierten mit prothesenartigen Hilfsmitteln. Als Beispiel sei eine im *Musée du Louvre* ausgestellte süditalienische Vase aus dem 4. Jahrhundert v. Chr. genannt, die einen – am rechten Bein prothetisch versorgten – Mann zeigt. Ob es sich dabei, wie auch bei weiteren frühen Bildzeugnissen, um funktionell nutzbare Hilfsmittel oder um idealisierte Darstellungen handelt, ist nicht eindeutig klar.

Die derzeit **älteste bekannte funktionelle Beinprothese** stammt aus dem 3. Jahrhundert v. Chr. und wurde in einem Grab in China gefunden. Sie gehörte einem Mann, der im Alter zwischen 50 und 65 Jahren verstarb. Sein linkes Kniegelenk war in Folge einer Infektion mit Mykobakterien (Erreger der Tuberkulose) stark deformiert und gebeugt versteift. Der Mann konnte dadurch sein linkes Bein nicht mehr strecken und nur noch auf dem rechten stehen. Um trotzdem mobil zu sein, nutzte er eine mit Lederriemen befestigte hölzerne Prothese. Das obere Ende des Stelzbeins (► Abb. 1.4) besitzt eine flache Platte aus weichem Holz, die eine Fixierung am Oberschenkel erleichterte. Der mittlere Teil bestand aus Schafs- oder Ziegenhorn, über das der Huf eines Pferdes oder Esels gezogen wurde, wodurch das Einsinken in weichem Untergrund verhindert wurde. Die Muskelansätze an dem Skelett des Mannes zeigen, dass er mit der Prothese bis zu seinem Tod ein körperlich aktives Leben führte [Baykal 2013].

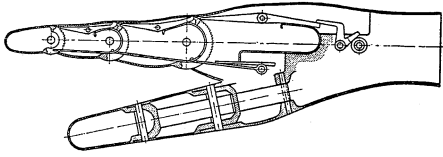
Ein weiteres bekanntes Beispiel für eine sehr alte Beinprothese aus der Zeit um 300 v. Chr. ist das 1884 in der Nähe des süditalienischen Capua gefundene Kunstbein. Es ist eine aus Holz, Bronze und Eisen bestehende Unterschenkelprothese, der allerdings der Fuß und auch oberhalb der Prothese notwendige Befestigungsvorrichtungen

gen fehlen. Schon in den ersten Publikationen zu diesem Fund [Brunn 1926] wurde der funktionelle Nutzen bezweifelt. Einige Elemente des Prothesenschaftes, wie Auflageflächen für die Kondylen des Oberschenkelknochens, erscheinen praxistauglich. Andere Merkmale, wie das Fehlen einer Oberschenkelhülse, machen die tatsächliche Nutzung fraglich. Möglicherweise handelt es sich bei diesem Artefakt tatsächlich nur um eine Grabbeigabe mit einem religiösen Hintergrund.

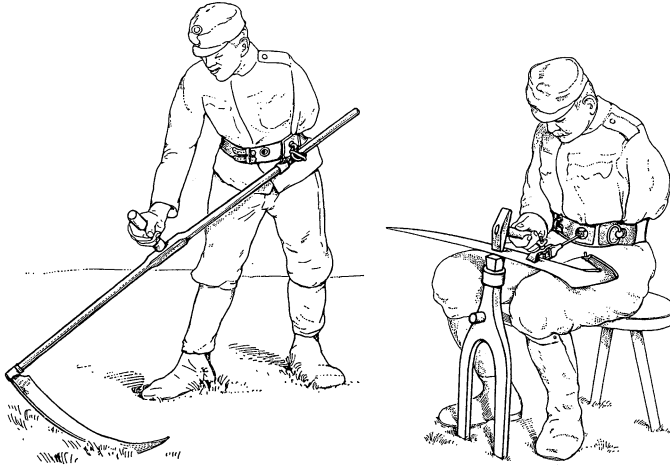
Belege über frühe Hand- oder Armprothesen sind deutlich seltener zu finden. Dies kann daran liegen, dass sich einseitig an der oberen Extremität Amputierte mit der gesunden Seite helfen können und deutlich weniger einschränkt sind als Beinamputierte. Doppelseitige Amputationen der oberen Extremität und die damit verbundenen Einschränkungen werden Betroffene in früherer Zeit nur schwer überlebt haben. BRUNN zitiert einen Bericht des PLINIUS vom Anfang des 3. Jahrhunderts v. Chr. über die eiserne Hand eines MARCUS SERGIUS SILUS [Brunn 1926]. Dieser war in zwei Feldzügen 23-mal verwundet worden und hatte die rechte Hand verloren. Ein aus Eisen gefertigter Ersatz soll mit Binden am Arm befestigt und in weiteren Kämpfen zum Halten des Schildes genutzt worden sein.

Das bekannteste Beispiel aus der Prothetik der oberen Extremität mit einem hohen funktionellen Anspruch ist die „**Eiserne Hand**“ des **Ritters GÖTZ VON BERLICHINGEN** (um 1480–1562). Seine zunächst nur im Adel bekannte und erst 1731 publizierte Autobiographie wurde kaum beachtet, bis das 1772 von J. W. VON GOETHE in Straßburg verfasste gleichnamige Drama ihn und seine Prothese berühmt machte. GÖTZ VON BERLICHINGEN hatte 1504 in einem Kriegsgefecht seine rechte Hand verloren. Seine Prothese ist mechanisch sehr beeindruckend gefertigt (► Abb. 1.5). Durch die integrierten Rastfunktionen der Fingerglieder ermöglichte sie eine Arretierung von Gegenständen, nach GOETHE auch eines Schwertes. Allerdings ist die tatsächliche Herkunft der heute im Schlossmuseum von Jagsthausen ausgestellten Prothese unklar, da sie erst 1788 in den Besitz der Familie der GRAFEN VON BERLICHINGEN kam [Burkhardt 2010].

Vor gut einhundert Jahren standen amputierten Menschen neben rein handwerklich gefertigten Prothesen auch sehr schlichte, aber nützliche technische Hilfsmittel zur Verfügung, wie der in ► Abbildung 1.6 dargestellte **Bauerngürtel** von POKORNY [Borchardt 1919]. Mit heutigen Prothesen erstmals vergleichbare Versorgungsmöglichkeiten wurden vor und insbesondere im **ersten Weltkrieg** entwickelt. Dies lag insbesondere auch an der steigenden Zahl von Kriegsversehrten, die nach ihrer Verletzung als Arbeitskräfte und zur Erwirtschaftung ihres eigenen Lebensunterhaltes befähigt werden mussten. In den Kriegen 1866 und 1870/71 gab es in Deutschland „nur“ 3 031 Amputationen, von denen 46,8 % tödlich verliefen. In den Friedensjahren bis 1913 gab es ca. 1 360 Absetzungen von Körperteilen mit 1 150 Überlebenden. Im Amerikanischen Bürgerkrieg 1864/65 wurden aufgrund der Folgen „effektiver Waffen“ schon 28 261 Amputationen durchgeführt, von denen 26,3 % tödlich verliefen [Borchardt 1919].



**Abb. 1.5:** Eiserne Hand des Ritters GÖTZ VON BERLICHINGEN (um 1480–1562) [Borchardt 1919].



**Abb. 1.6:** Einsatz des Bauerngürtels von POKORNY durch einseitig Armamputierte beim Mähen und Dengeln einer Sense [Borchardt 1919].

Mit dem ersten Weltkrieg hatte auch Deutschland tausende amputierte **Kriegsversehrte** zu versorgen. Erstmals wurde in wissenschaftlicher Weise die Entwicklung und Prüfung von Prothesen in enger interdisziplinärer Kooperation vorgenommen.

Eine zeitgenössische Quelle [Borchardt 1919] schreibt dazu:



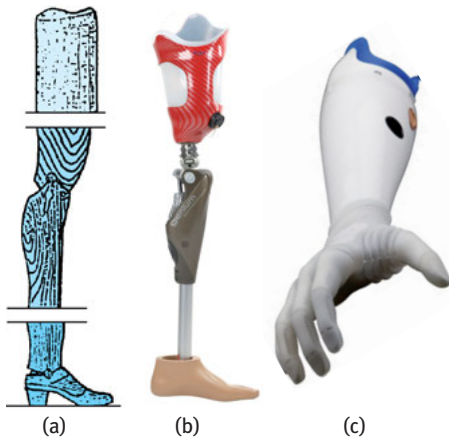
*„Hatten bis zum Kriege sich fast ausschließlich Ärzte und Orthopädiemechaniker mit der Frage des Kunstgliederbaues beschäftigt, so widmeten sich jetzt in steigendem Maße Männer der Technik und der Ingenieurwissenschaft der Konstruktion von Ersatzgliedern, namentlich von künstlichen Armen, die den Amputierten zu wirklicher nutzbringender Arbeit befähigen sollten. Diese Entwicklung brachte aber gleichzeitig eine große Reihe von neuen, bisher noch gar nicht oder doch nur in sehr beschränktem Maße bearbeitete Fragen und Probleme mit sich, zu deren Lösung der Heeresverwaltung sowohl die technischen Sachverständigen als auch die entsprechenden Einrichtungen fehlten. So begrüßte sie es mit aufrichtigem Dank, als der Verein deutscher Ingenieure – in voller Erkenntnis der Wichtigkeit der Aufgabe, Tausende sonst gesunder Arbeiter durch Schaffung eines brauchbaren Arbeitsarmes wieder der Arbeit zuzuführen – mit dem Vorschlag hervortrat, eine Prüfstelle für Ersatzglieder einzurichten, in der alle vorhandenen und noch kommenden künstlichen Glieder durch berufene Ärzte und Techniker untersucht und hinsichtlich ihrer praktischen Verwendbarkeit erprobt werden sollten. Mit Erlaß von 17. 12. 1915 Nr. 8513/12. 15. MA. wurde den Sanitätsämtern die Gründung dieser Prüfstelle mitgeteilt und ihnen*

*ihre Inanspruchnahme durch die mit der Herstellung künstlicher Glieder betrauten Lazarettwerkstätten, Bandagisten und sonstigen Fabrikanten empfohlen.“*

Diese „Prüfstelle für Ersatzglieder“ befasste sich später auch mit der Entwicklung und Prüfung von Beinprothesen. Auch verschiedene Nachfolgeeinrichtungen waren später in diesem Aufgabengebiet tätig, ab 1939 die „Reichsstelle für künstliche Glieder“. Nach dem **zweiten Weltkrieg** nahm 1947 das „Forschungsinstitut mit Prüfstelle für künstliche Glieder“ in den Räumen der Technischen Universität Berlin seine Arbeit auf und wurde dieser 1949 zugeordnet. Der Schwerpunkt der Aufgaben bestand nun in der technischen Prüfung von orthopädischen Hilfsmitteln im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung (BMA) als Voraussetzung für die Zulassung der Hilfsmittel in der Kriegsopferversorgung. Obwohl diese Tätigkeit der „Prüfstelle für Orthopädische Hilfsmittel“ ab 2001 entfiel, sind das heutige Fachgebiet Medizintechnik der Technischen Universität Berlin und die mit ihr kooperierende Prüf- und Zertifizierstelle für Medizinprodukte Berlin Cert GmbH weiterhin mit ihren Forschungs- und Tätigkeitsschwerpunkten in der Rehabilitationstechnik fest verankert.

Der immense Bedarf an Prothesen im ersten Weltkrieg konnte nur durch zeitgleiche technologische Innovationen gedeckt werden. Hinzu kamen chirurgische Ansätze, die eine deutliche Steigerung der Funktionalität von Prothesen bzw. des Unterarmstumpfes ermöglichten (KRUKENBERG-Hand, Kineplastik nach SAUERBRUCH, ► Kapitel 3). Ein Meilenstein dieser Entwicklung war im handwerklichen Bereich die Gründung der Firma „ORTHOPÄDISCHE INDUSTRIE“ 1919 in Berlin durch OTTO BOCK. Dessen schon im Namen des Unternehmens erkennbare Idee war es, die Fertigung von Prothesenkomponenten industriell statt rein handwerklich durchzuführen. Dazu unterteilte er eine Beinprothese, wie in ► Abbildung 1.7 (a) dargestellt, in die Baugruppen: Prothesenfuß, Knie-Waden-Pasteil und individuelle Stumpfbettung. Letztere musste natürlich weiterhin handwerklich nach Abformung des Stumpfes angepasst werden. Die Rohform dieser und der weiteren Baugruppen konnte jedoch **industriell** in verschiedenen Größen mit deutlich höherer Stückzahl und damit preiswerter vorbereitet werden. Nach Wahl der Größe, Anpassung der Länge und Endgestaltung des Schaftes war die Prothese fertiggestellt. Aus diesem später nach dem Gründer OTTO BOCK benannten Unternehmen stammen auch weitere Meilensteine der prothetischen Versorgung. Der heute weltweite Markt- und Technologieführer beteiligte sich u. a. maßgeblich an der Einführung von Kunststoffen in die Prothetik (1950), an der Entwicklung der **endoskelettalen Modular-Beinprothetik** (1969, ► Abbildung 1.7 (b)) durch ein „justierbares Verbindungselement“ (Pyramidenadapter), an der Einführung **myoelektrischer Steuerungen** der Prothetik der oberen Extremität (1967 ► Abbildung 1.7 (c)) sowie an der Entwicklung **sensorbasierter Mikroprozessorsteuerungen** (1997) und **intuitiver Steuerungen in der Prothetik** (2007).

Bisher wurde überwiegend auf die Historie der Gliedmaßenprothetik (► Kapitel 3) eingegangen, da älteste Funde diesem Teilgebiet der Rehabilitationstechnik zuzuordnen sind. Sie gehört zur „Technischen Orthopädie“, welche sich über die Prothetik hinaus u. a. mit **Orthesen** (äußeren Stützkonstruktionen), Bandagen, Korsetten und Kompressionshilfsmitteln befasst. Im kürzlich erschienen Weißbuch „Rahmenbedin-

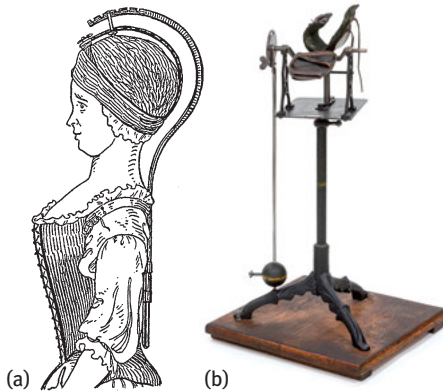


**Abb. 1.7:** Baugruppen von Prothesen. (a) Schema einer standardisierten Oberschenkelprothese [Näder 2000], (b) moderne Modularprothese der unteren Extremität und (c) Prothese der oberen Extremität (Bildrecht: Fa. OTTO-BOCK).

gungen und Strukturen der **Technischen Orthopädie** in Deutschland“ [Bauche 2014] wird diese sogar als „Wiege des medizinischen Faches Orthopädie“ bezeichnet, welches im 18. und 19. Jahrhundert aus der orthopädischen Chirurgie entstand. In einer der ersten orthopädischen Heilanstalten befasste sich ab 1816 JOHANN GEORG HEINE in Würzburg mit der Entwicklung von Bandagen und Korsetten. Auch der Dresdner Orthopäde SCHANZ, der vor gut hundert Jahren den Stand der damaligen Technik zusammenfasste [Schanz 1908], arbeitete an unterschiedlichsten Orthesenkonstruktionen (► Kapitel 5) sowie Bandagen. Ohne hier näher auf diesen Teil der Technischen Orthopädie eingehen zu können, zeigt ► Abbildung 1.8 (a) exemplarisch eine heute kurios anmutende **Kopf-Orthese** zur Therapie von Haltungsstörungen nach LEVACHER [SCHANZ 1908].

Auch auf zahlreiche weitere, technisch durchaus interessante Hilfsmittel der Rehabilitationstechnik, wie Gehhilfen und Stehhilfen, kann in diesem kurzen historischen Abriss nicht näher eingegangen werden. Urväter der **Trainings- und Übungssysteme** (► Kapitel 9) sind die Apparate des schwedischen Arztes und Physiotherapeuten JONAS GUSTAF VILHELM ZANDER (► Abbildung 1.8 (b)), die er in den 1850er Jahren entwickelte und damit die sog. **Medico-mechanische Therapie** einführte [Zander 1893].

Unumgänglich ist es jedoch, hier die Entwicklung der **Rollstuhltechnik** (► Kapitel 4), als wichtiges Teilgebiet der Rehabilitationstechnik kurz vorzustellen. Durch archäologische Funde ist bekannt, dass die Geschichte der Rollstuhlentwicklung bis weit vor Christi Geburt zurückreicht. Sie dürfte mit der Entwicklung des Rades einhergegangen sein. Auf historischen Abbildungen über den Transport von behinderten und kranken Menschen sind Gefährte zu sehen, die Schub- oder Zugkarren ähneln, wie sie zur damaligen Zeit für allgemeine Transportaufgaben genutzt wurden. Dabei erfolgte der Vortrieb über die Muskelkraft von Tieren oder Menschen, nicht durch den Insassen. Einer der bekanntesten frühen Rollstühle wurde von KÖNIG PHILIPP II VON SPANIEN ca. 1590 benutzt. Auf zeitgenössischen Grafiken ist erkennbar, dass sich die



**Abb. 1.8:** (a) Kopf-Orthese N. LEVACHER [Schanz 1908], (b) Apparat zum Handbeugen und -strecken von GUSTAV ZANDER 1905–1914 (Inventarnummer 2004/624, Deutsches Hygiene-Museum, Fotograf: David Brandt).



**Abb. 1.9:** Der Nürnberger Uhrmacher STEPHAN FARFLER in seinem handgetriebenen Rollstuhl.

Winkel der Fußstütze und Rückenlehne des Stuhls einstellen ließen. Doch auch diese Luxusausführung eines Rollstuhls konnte auf seinen an den Stuhlbeinen angebrachten Rollen nur mit fremder Hilfe bewegt werden. Von selbst angetriebenen Rollstühlen, z. B. über Seil- oder Kurbelsysteme, wird aus der Mitte des letzten Jahrtausends berichtet.

1655 erfand der Nürnberger Uhrmacher STEPHAN FARFLER im Alter von 22 Jahren einen selbst anzutreibenden Rollstuhl, um trotz seiner Gehbehinderung ohne Hilfe sonntags in die Kirche zu gelangen (► Abb. 1.9). Der Antrieb erfolgte über Handkurbeln und Zahnradübersetzung [Schulte 1902]. Anzumerken ist, dass die Entwicklung des Rollstuhls natürlich eng an die herrschenden Straßenverhältnisse bzw. Bodenbeschaffenheiten im häuslichen Umfeld gekoppelt ist. Dabei waren damals sicher nur Städte mit gepflasterten Wegen für ein Befahren mit Rollstühlen geeignet. So hatte Herr FARFLER in Nürnberg durchaus einen gewissen Vorteil, wird aber die Stadt wohl kaum verlassen haben.

Die Entwicklung vom früher überwiegend genutzten **Passivrollstuhl** zum heutigen **Aktivrollstuhl** dauerte ca. 100 Jahre. Erste faltbare Greifreifenrollstühle gab es vor etwa 80 Jahren. **Rollstühle mit Fremdkraftantrieb** wurden vor etwa 100 Jahren entwickelt, als Antriebsmotoren dienten damals Verbrennungsmotoren. Die Elektromo-

bilität ist im Rollstuhl bereits seit 70 Jahren Realität. Zunächst erhielten **Elektrollstühle** Antriebssteuerungen, die über Vorwiderstände mit gestaffelten Spannungen arbeiteten. Impulssteuerungen mit geringeren Verlusten wurden im konventionellen Aufbau erstmals vor ca. 40 Jahren eingesetzt. Heute erfolgt die Endstufenansteuerung in Prozessortechnologie.

## 1.6 Geräte und Systeme der Rehabilitationstechnik – Arten von Hilfsmitteln

Die schon oben (► Kapitel 1.4) benannte Problematik der Abgrenzung der Rehabilitationstechnik (über die Hilfsmittelversorgung hinaus) gilt natürlich auch für die Vorstellung zugehöriger technischer Systeme, für die es ebenfalls keine vollständigen Listungen gibt. Selbst bei einer Begrenzung auf **technische Hilfsmittel** gemäß der in ► Kapitel 1.1 enthaltenen Definitionen muss zwischen zwei Gruppen unterschieden werden: der im Hilfsmittelverzeichnis der GKV benannten, erstattungsfähigen Hilfsmittel und die Gruppe der in der internationalen Norm DIN EN ISO 9999 (Hilfsmittel für Menschen mit Behinderungen – Klassifikation und Terminologie [ISO 9999]) beschriebenen Systeme.

Im vorliegenden Lehrbuch wird nur Rehabilitationstechnik ausführlicher vorgestellt, die einen höheren technischen Anspruch besitzt. Aus der Gruppe der Hilfsmittel (gemäß des HMV der GKV) sind dies: Exoprothesen (► Kapitel 3), Rollstühle (► Kapitel 4), Orthesen und Bandagen (► Kapitel 5), Hilfsmittel gegen Dekubitus (► Kapitel 6), Kommunikationshilfen, Sehhilfen, Hörhilfen, Sprechhilfen (► Kapitel 7) und Systeme für die Funktionelle Elektrostimulation in der Rehabilitation (► Kapitel 8). Außerhalb der Gruppe der Hilfsmittel (gemäß des HMV der GKV) werden Übungs- und Assistenzsysteme für die Rehabilitation (► Kapitel 9) und Systeme zur Magnetstimulation (► Kapitel 8) vorgestellt. Weiterhin erfolgt eine Abgrenzung gegenüber den im ► Band 11 (Neurotechnik) vorgestellten Systemen, die auch als Implantate Einsatz finden und somit ebenfalls nicht zu den Hilfsmitteln gehören. Auch zu den im ► Band 9 (Automatisierte Therapiesysteme) vorgestellten Systemen gibt es Bezüge aus der Rehabilitationstechnik. So können Beatmungsgeräte als Hilfsmittel Anwendung finden. Die im ► Band 9 enthaltenen Beschreibungen zur funktionellen Elektrostimulation nach Querschnittlähmung und Schlaganfall sowie zu Verfahren in der neurologischen Bewegungstherapie ergänzen die ► Kapitel 8 und 9 des vorliegenden Bandes.

In der nachfolgenden Übersicht dieses Kapitels wird deshalb vorrangig auf die Hilfsmittel kurz eingegangen, die in anderen Kapiteln bzw. Bänden nicht betrachtet werden. Zusätzlich soll die **Klassifikation von Hilfsmitteln** im Hilfsmittelverzeichnis der GKV und in der DIN EN ISO 9999 (Hilfsmittel für Menschen mit Behinderungen – Klassifikation und Terminologie [ISO 9999]) vorgestellt werden.

### 1.6.1 Geräte und Systeme der Rehabilitationstechnik im Hilfsmittelverzeichnis

Die Aufgabe der Erstellung des systematisch strukturierten Hilfsmittelverzeichnisses obliegt dem **Spitzenverband Bund der Krankenkassen** gemäß § 139 SGB V [SGB V]. In dem Verzeichnis sind die von der Leistungspflicht umfassten Hilfsmittel aufgeführt. Allerdings schließt die fehlende Listung eines Produktes keineswegs aus, dass es in der Bewertung eines spezifischen Versorgungsanspruches im Einzelfall nicht doch von der GKV finanziert wird (das HMV ist keine „Positivliste“). Das **Hilfsmittelverzeichnis** wird durch die Neuaufnahme und Streichung von gelisteten Produkten, seltener auch von Produktgruppen, ständig aktualisiert. Änderungen werden im Bundesanzeiger bekannt gemacht.

Im Hilfsmittelverzeichnis werden, „soweit dies zur Gewährleistung einer ausreichenden, zweckmäßigen und wirtschaftlichen Versorgung erforderlich ist“, auch indikations- oder einsetzbezogene besondere Qualitätsanforderungen für Hilfsmittel festgelegt, beispielsweise um eine „ausreichend lange Nutzungsdauer oder in geeigneten Fällen den Wiedereinsatz von Hilfsmitteln bei anderen Versicherten zu ermöglichen“ [SGB V]. Die Aufnahme eines Hilfsmittels in das Hilfsmittelverzeichnis muss vom Hersteller beantragt werden. Die Entscheidung darüber trifft der Spitzenverband Bund der Krankenkassen nach einer Prüfung durch den **Medizinischen Dienst des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen** (MDS). Ein Hilfsmittel wird in das Hilfsmittelverzeichnis aufgenommen, wenn der Hersteller:

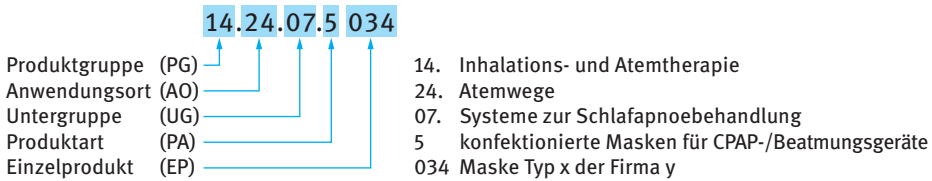
- „die Funktionstauglichkeit und Sicherheit,
- die Erfüllung der **Qualitätsanforderungen** und ‚soweit erforderlich‘ den **medizinischen Nutzen** nachgewiesen hat und
- das Produkt mit den für eine ordnungsgemäße und sichere Handhabung erforderlichen **Informationen** in deutscher Sprache versehen ist“ [SGB V].

Für Medizinprodukte gilt der Nachweis der **Funktionstauglichkeit** und der **Sicherheit** durch die CE-Kennzeichnung grundsätzlich als erbracht.

Das Hilfsmittelverzeichnis ist in Produktgruppen (PG) untergliedert, innerhalb derer eine systematische Unterteilung in Anwendungsorte, Untergruppen und Produktarten vorgenommen wird. Unter den jeweiligen **Produktarten** sind Einzelprodukte mit ähnlicher oder gleicher Funktion bzw. medizinischer Zweckbestimmung gelistet. Das Hilfsmittelverzeichnis enthält Aussagen zum Leistungsrecht, zur Wirtschaftlichkeit der Versorgung, zur Qualität der Produkte, zur Art der Produkte, zu den Indikationsbereichen und zu den Produkten selbst.

Ordnungskriterium bei der systematischen Gliederung des Hilfsmittelverzeichnisses ist eine **zehnstellige Positionsnummer**, wie in ► Abbildung 1.10 dargestellt und dort einem Beispiel aus der Produktgruppe 14 zugeordnet.

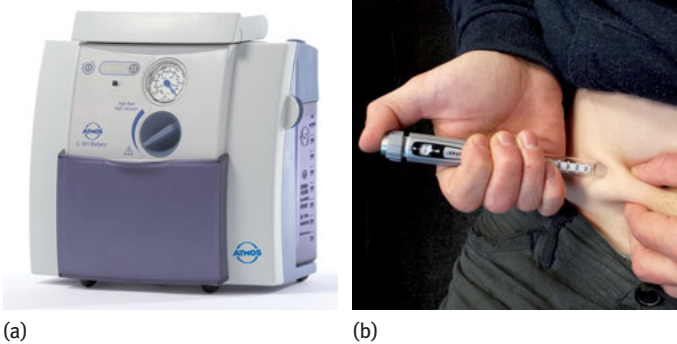




**Abb. 1.10:** Systematik der Positionsnummer im Hilfsmittelverzeichnis.

Im § 6 „Allgemeine Verordnungsgrundsätze“ der **Hilfsmittelrichtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses** ist die Abgabe von Hilfsmitteln geregelt [GBA 2012]. Demnach tragen Vertragsärzte die Verantwortung für die Verordnung von Hilfsmitteln „nach pflichtgemäßem Ermessen innerhalb des durch das Gesetz und diese Richtlinie bestimmten Rahmens“. Dabei geht es darum, den „Versicherten eine nach den Regeln der ärztlichen Kunst und dem allgemein anerkannten Stand der medizinischen Erkenntnisse ausreichende, zweckmäßige und wirtschaftliche Versorgung mit Hilfsmitteln zukommen zu lassen“ [GBA 2012]. Es wird ferner darauf verwiesen, dass die „Notwendigkeit für die Verordnung von Hilfsmitteln (konkrete Indikation) ... sich nicht allein aus der Diagnose“ ergibt. Es ist „unter Gesamtbetrachtung ... der funktionellen/strukturellen Schädigungen, der Beeinträchtigungen der Aktivitäten (Fähigkeitsstörungen), der noch verbliebenen Aktivitäten und einer störungsbildabhängigen Diagnostik der Bedarf, die Fähigkeit zur Nutzung, die Prognose und das Ziel einer Hilfsmittelversorgung auf der Grundlage realistischer, für die Versicherte oder den Versicherten alltagsrelevanter Anforderungen zu ermitteln“ [GBA 2012]. Einschränkungen für die Versorgung von Patienten mit Hilfsmitteln können sich aus der erwarteten Beachtung der „Grundsätze von Notwendigkeit und Wirtschaftlichkeit“ und der Forderung ergeben, vor der Verordnung von Hilfsmitteln zu prüfen, „ob entsprechend dem Gebot der Wirtschaftlichkeit das angestrebte Behandlungsziel“ nicht „durch andere Maßnahmen erreicht werden kann“. Auch ist „von gleichartig wirkenden Hilfsmitteln im Rahmen der Indikationsstellung das nach Art und Umfang dem Gebot der Wirtschaftlichkeit entsprechende zu verordnen“ [GBA 2012]. Da in der Einzelproduktliste des Hilfsmittelverzeichnisses (weitgehend) gleichartige Produkte gelistet sind, führt die letztgenannte Forderung in der Verordnungspraxis leider oft dazu, dass der (geringste) Preis über die Kostenübernahme durch die GKV entscheidet. Die mit einem höheren Produktpreis ggf. verbundenen spezifischen funktionellen Vorteile eines Hilfsmittels, die dem Bedarf des Patienten möglicherweise besser entsprechen, werden dabei nicht immer beachtet.

Das aktuelle **Hilfsmittelverzeichnis** enthält die nachfolgenden, alphabetisch gelisteten Produktgruppen (die zugehörigen Erläuterungen stammen als gekürzte und redaktionell bearbeitete Zitate überwiegend aus dem Hilfsmittelverzeichnis [HMV 2014]):



**Abb. 1.11:** Hilfsmittel der Produktgruppen 1 und 3: (a) Tragbarer Sekretsauger der Fa. ATMOS, (b) Applikationshilfe der Fa. SANOFI-AVENTIS (*Pen* für Insulininjektion).

### PG 01 des HMV: Absauggeräte

Das Prinzip jedes **Absauggerätes** besteht darin, dass im Sauginstrument (Katheter, Kanüle etc.) ein Unterdruck (Vakuum) erzeugt wird. Dadurch werden gasförmige, schleimige, flüssige und feste Substanzen in die Öffnung des Sauginstrumentes eingesaugt. Sie strömen durch das Schlauchsystem zum Auffanggefäß und werden dort gesammelt.

Unterschieden werden:

- **Sekret-Absauggeräte** zur Reinigung der oberen und unteren Luftwege (zur Bronchialtoilette, ► Abb. 1.11 (a)),
- **Milchpumpen** (zum Abpumpen der Muttermilch bei Stillproblemen der Mutter als auch bei Ernährungsproblemen des Kindes).

### PG 02 des HMV: Adaptionshilfen

**Adaptionshilfen** dienen Personen zur selbständigen Lebensführung, wenn sie infolge Krankheit oder Behinderung Geräte und Gegenstände des täglichen Lebens nicht mehr zweckentsprechend nutzen können. Durch Adaptionshilfen können Geräte und Gegenstände wieder angewendet werden, die unabdingbar mit der täglichen Lebensführung und Alltagsbewältigung zur Befriedigung der Grundbedürfnisse verbunden sind. Adaptionshilfen lassen sich in verschiedene Bereiche unterteilen:

- **Hilfen im häuslichen Bereich:** Anziehhilfen, Esshilfen, Trinkhilfen, rutschfeste Unterlagen, Greifhilfen, Halter/Halterungen/Greifhilfen für Produkte zur Körperpflege und -hygiene,
- **Hilfen zum Lesen und Schreiben:** z. B. Griffverdickungen oder Halterungen für Kugelschreiber, Kopf- oder Fußschreibhilfen, Mundstäbe oder Führungsschablonen für Tastaturen (► Kapitel 7),

- **Bedienungssensoren für elektrische Geräte:** verschiedenartig gestaltete Taster, Schalter oder Sensoren, die über Draht oder drahtlos elektrische Geräte ansteuern. Diese reagieren z. B. auf Druck oder Zug, kraftlose Berührung oder Bewegungen von noch beweglichen Körperteilen oder auf Blasen, Saugen, Augen-, Kinn-, Mund- oder Zungenbewegungen sowie auf Licht- oder Schallwellen,
- **Umfeldkontrollgeräte für elektrische Geräte:** komplexe Produkte, die den körperbehinderten, bewegungsgestörten Patienten in die Lage versetzen, bestimmte Gebrauchsgegenstände des täglichen Lebens selbständig zu nutzen, z. B. die Ansteuerung eines Fernsehers, Radios oder elektrische Rollläden.

### PG 03 des HMV: Applikationshilfen

**Applikationshilfen** sind Instrumente oder Geräte, welche die Verabreichung von Arzneimitteln oder medizinisch indizierten Ernährungslösungen ermöglichen oder unterstützen. Hierbei handelt es sich um:

- Spritzen, Anwendungshilfen für Spritzen und *Pens*: **Spritzen** sind speziell für die Applikation von Arzneimitteln konzipiert, **Anwendungshilfen** ermöglichen bzw. erleichtern einen oder mehrere der erforderlichen Arbeitsschritte beim Umgang mit Spritzen, **Pens** besitzen ein Arzneimittelreservoir, aus welchem eine einstellbare Dosis auf Knopfdruck freigesetzt und injiziert werden kann (► Abb. 1.11 (b)),
- **Infusionspumpen** und Zubehör: sie ermöglichen die Applikation entweder kontinuierlich, kontinuierlich mit Bolusausgabe, intermittierend oder circadian. Je nach zu förderndem Stoff und sonstigen Einsatz- bzw. Umfeldbedingungen, wie Mobilität des Patienten, Hygiene, Therapiedauer etc., können unterschiedliche Infusionspumpenarten zum Einsatz kommen,
- **Infusionsbesteck und Zubehör für Schwerkraft- bzw. Pumpsysteme:** zur Ergänzung von Infusionspumpen,
- **Spülsysteme:** manuell oder schwerkraftbetriebene Pumpsysteme zur rektalen Einleitung von Spülflüssigkeit in den Darm.

Die Applikation eines Arzneimittels kann auch über **Vollimplantate** erfolgen, die jedoch keine Hilfsmittel sind und daher nicht im Hilfsmittelverzeichnis aufgeführt werden.

### PG 04 des HMV: Badehilfen

**Badehilfen** sind Produkte, die dem Anwender die selbständige Ausübung der täglichen Körperpflege ermöglichen sollen. Zu ihnen gehören:

- **Badewannenlifter:** dienen der Absenkung des Betroffenen von der Wannenrandhöhe in Richtung Wannenboden bzw. umgekehrt,

- **Badewannensitze** und **Badewannenbretter**: werden in die Badewanne eingehängt oder auf den Wannenrand aufgelegt,
- **Duschhilfen**: Duschsitze, Duschhocker, Duschstühle, Duschliesen und fahrbare Duschliesen, die ausschließlich für den häuslichen Gebrauch bestimmt sind,
- **Badewanneneinsätze**: Badewannenverkürzer und Badeliegen,
- **Sicherheitsgriffe** und **Aufrichthilfen**: Griffe in verschiedenen Ausführungen für Personen, deren physische Funktionseinschränkungen die tägliche Körperpflege in der Badewanne oder unter der Dusche ohne weitere Anwendung von Hilfsmitteln nicht mehr erlauben.

### PG 05 des HMV: Bandagen

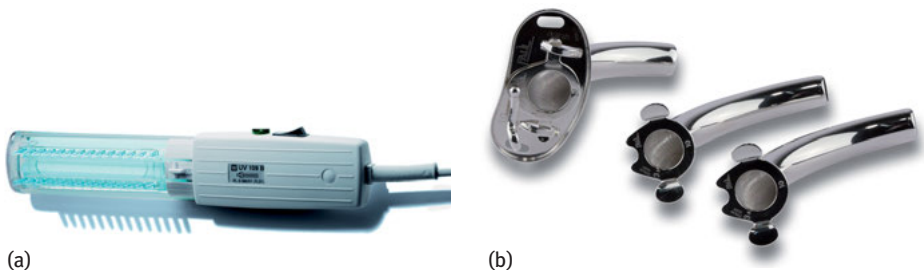
hier nicht erläutert, siehe ► Kapitel 5

### PG 06 des HMV: Bestrahlungsgeräte

**Bestrahlungsgeräte** dienen der Applikation von Energie in den menschlichen Körper. Bei der Behandlung mit optischer **Strahlung** (Licht) werden folgende Therapieformen unterschieden:

- mit infraroter Strahlung (ca. 780 nm bis 1000  $\mu\text{m}$ ),
- mit sichtbarer Strahlung (ca. 400 nm bis 780 nm),
- mit ultravioletter Strahlung (ca. 100 nm bis 400 nm) (► Abb. 1.12 (a)),
- mit dem gesamten, sonnenlichtähnlichen Spektrum.

Weiterhin ist eine **Lasertherapie** möglich, bei der monochromatische (auf eine Wellenlänge begrenzte), kohärente (gleichphasige) und eng gebündelte optische Strahlung genutzt wird.



**Abb. 1.12:** Hilfsmittel der Produktgruppen 6 und 12: (a) UV-Therapie-Lichtstab UV 109 der Fa. WALDMANN, (b) Trachealkanüle aus Sterlingsilber nach JATHO der Fa. FAHL MEDIZINTECHNIK.

## PG 07 des HMV: Blindenhilfsmittel

**Blindenhilfsmittel** dienen dem Blinden oder hochgradig Sehbehinderten zur selbstständigen Fortbewegung, Wahrnehmung und Orientierung in der Umwelt sowie zur Informationsbeschaffung. Hilfsmittel im Sinne dieser Produktgruppe haben keinerlei sehkraftverbessernde Wirkung. Zu ihnen gehören:

- **Blindenlangstöcke** bzw. **Taststöcke**: weißer, leichter Stock, der individuell angepasst ist und dem Schutz vor der Kollision mit Hindernissen dient,
- **Elektronische Blindenleitgeräte**: stellen den Körperschutz für den Oberkörper sicher und ermöglichen die Fortbewegung und Orientierung in der Umwelt, unterteilt in:
  - **Leitgeräte für den Körperschutz**: Hindernismelder, die Hindernisse und evtl. deren Entfernung im erfassten Bereich anzeigen,
  - **Leitgeräte zur einfachen räumlichen Orientierung**: Orientierungshilfen, zeigen Hindernisse, deren Entfernung und Richtung an,
  - **Leitgeräte zur umfassenden räumlichen Orientierung**: Umweltsensoren geben zusätzlich Informationen über die Art (Größe, Oberfläche) des Hindernisses an und können zwischen mehreren Hindernissen differenzieren.
- **Hilfsmittel für Informationsgewinnung und Kommunikation** blinder Menschen: hier nicht erläutert, siehe ► Kapitel 7

## PG 08 des HMV: Einlagen

**Einlagen** sind **funktionelle Orthesen** zur Korrektur, Stützung oder Bettung von Fußdeformitäten, zur Entlastung oder Lastumverteilung der Fußweichteile, der Bein- oder auch Wirbelsäulengelenke. Sie werden aus Kork, Leder, thermoplastischen Kunststoffen oder Metall gefertigt. Es werden folgende Arten unterschieden:

- **Kopieeinlagen**: werden individuell nach Maß oder nach Formabdruck gefertigt und dienen dem Abstützen und Entlasten spezifischer Fußpartien,
- **Bettungseinlagen**: werden vornehmlich nach einem Formabdruck des belasteten Fußes gefertigt und sollen weitere Verformungen des belasteten, nicht mehr korrekturfähigen Fußes verhindern, indem sie ihn gegen Dreh- und Biegebewegungen stabilisieren,
- **Schaleneinlagen**: sollen krankhafte Fußfehlformen und Fehlentwicklungen des Fußes aufhalten, den Fuß in die richtige Form und Funktion lenken sowie das Ergebnis von Korrekturoperationen am Fuß sichern; sie werden aus starren, selbsttragenden Materialien nach Formabdruck des in Korrekturstellung gebrachten Fußes angefertigt,
- **Einlagen mit Korrekturbacken**: sollen den Fuß während des Wachstums durch Druck auf bestimmte Fußteile gezielt in eine bestimmte Richtung lenken und können dazu dienen, das Ergebnis von Korrekturoperationen am Fuß zu sichern; sie

- werden aus starren, selbsttragenden Materialien nach Formabdruck des in Korrekturstellung gebrachten Fußes angefertigt,
- **Fersenschalen:** wirken Fehlstellungen der Ferse durch eine gezielte Korrektur entgegen, werden aus starren, selbsttragenden Materialien nach Formabdruck des in Korrekturstellung gebrachten Fußes angefertigt,
  - **Stoßabsorber:** dienen dazu, lokale Beschwerden des Fersenauftrittsbereich durch Spitzenstoßbelastungen abzufangen,
  - **Verkürzungsausgleiche:** dienen der Überbrückung bestehender Längendifferenzen,
  - **Einlagen in Sonderanfertigung:** individuell hergestellte Einlagen, die auf der Grundlage eines speziellen Gipsabdruckes erstellt werden, eine Walk-Lederdecke sowie eine Kunststoff- oder Metallverstärkung aufweisen und mit einem Unterleder ausgestattet sind.

### PG 09 des HVM: Elektrostimulationsgeräte

Bei **Elektrostimulations- und Therapiegeräten** handelt es sich um elektrisch betriebene Medizinprodukte, die einen therapeutisch wirksamen Strom erzeugen und ihn über Elektroden unterschiedlicher Ausführung dem Körper zuführen. In der **Elektrotherapie** mit nieder- und mittelfrequenten Strömen sowie der Galvanisation wird der elektrische Strom zur Behandlung und Nachbehandlung bei Krankheiten sowie zum Behinderungsausgleich und zur Vorbeugung von Behinderung eingesetzt. Die Elektrostimulationsgeräte für die häusliche Therapie dienen der Behandlung des übermäßigen Schwitzens (Galvanisation), der Schmerztherapie und der Muskelstimulation.

Für die nichtinvasiven Systeme zur **Magnetfeldtherapie** fehlt bislang der wissenschaftlich eindeutig belegte Beweis ihrer Wirksamkeit. Eine Aufnahme derartiger Produkte in das Hilfsmittelverzeichnis ist deshalb bisher nicht möglich. Für nähere Erläuterungen zur funktionellen Elektro- und Magnetstimulation siehe ► Kapitel 8.

### PG 10 des HVM: Gehhilfen

**Gehhilfen** dienen gehbehinderten Menschen zum Ausgleich der verminderten Belastbarkeit oder Leistungsfähigkeit der unteren Extremitäten. Ihr Ziel ist die Erweiterung des vorher eingeschränkten Aktionsradius. Zu den Gehhilfen zählen auch solche Geräte, die der Anwender im häuslichen Bereich für das Erlernen bzw. Trainieren des aktiven Gehens und der selbständigen Fortbewegung benötigt. Bei der Benutzung von Gehhilfen ist die eigene Kraftanwendung des Anwenders erforderlich. Das Grundprinzip der Gehhilfenanwendung besteht in der Minderung der Belastung der unteren Extremitäten mittels Krafteinsatzes (Abstützung) durch die obere(n) Extremität(en) (evtl. auch des Rumpfes). Gehhilfen lassen sich untergliedern in Hilfen für den Einsatz:

- vorwiegend im Innenraum (Gehgestelle, Gehwagen, Gehübungsgeräte),
- sowohl im Innenraum als auch außerhalb des Hauses (Hand- und Gehstöcke, Unterarmgehstützen, Achselstützen, fahrbare Gehhilfen).

### PG 11 des HMV: Hilfsmittel gegen Dekubitus

hier nicht erläutert, siehe ► Kapitel 6

### PG 12 des HMV: Hilfsmittel bei Tracheostoma

Als **Tracheostoma** wird ein operativ angelegter Luftröhreneingang am Hals des Patienten bezeichnet. Die Atmung erfolgt nicht mehr – oder nur noch teilweise – durch Nase und Mund, sondern durch die über dem Brustbein in Höhe des zweiten bis fünften Trachealringknorpels (Luftröhrenringknorpels) angebrachte künstliche Körperöffnung. Eine **Tracheotomie** wird z. B. bei Patienten mit Dauerbeatmung, bei einer intermittierenden chronischen Beatmung bei Ateminsuffizienz, nach einer operativen Entfernung des Kehlkopfes (Laryngektomie), bei mechanischer Behinderung der Atmung oder bei Tumor und Trauma im Bereich der oberen Luftwege (*Trachea* und Mund-Rachen-Raum) durchgeführt.

**Trachealkanülen** halten unmittelbar nach der Operation und z. T. für die ersten Monate danach das Tracheostoma offen und werden i. d. R. aus verschiedenen Kunststoffen, Teflon oder aus Silber gefertigt (► Abb. 1.12 (b)). Zum Schutz vor Staub- und Schmutzpartikeln, Insekten oder anderen Fremdkörpern, die durch das Stoma in die Luftröhre gelangen können, werden spezielle Schutzartikel wie Tücher, Lätzchen, Rollis, Filter etc. benötigt. Zur Anfeuchtung und Erwärmung können Wärme-/Feuchtigkeitsaustauscher (künstliche Nasen) ggf. auch mit Filterwirkung genutzt werden.

### PG 13 des HMV: Hörhilfen

hier nicht erläutert, siehe ► Kapitel 7

### PG 14 des HMV: Inhalations- und Atemtherapiegeräte

**Inhalations- und Atemtherapiegeräte** entfalten ihre therapeutische Wirkung über den Atemtrakt. Mit ihnen werden Substanzen mit der Einatemluft verabreicht oder sie unterstützen bzw. ersetzen die Atemfunktion. Es werden folgende Systeme unterschieden:

- **Aerosol-Inhalationsgeräte** im medizinischen Bereich erzeugen Tröpfchen aus Lösungen oder Suspensionen zur Inhalation. Die im Aerosolgemisch enthaltenen Lösungs- oder Medikamententeilchen mit schleimlösender, entzündungshemmender, bronchialerweiternder, antiallergischer oder bakterizider Wirkung werden unter Umgehung des Blutkreislaufes direkt an ihren Wirkort gebracht. Vernebler für spezielle Medikamente werden immer dann benötigt, wenn für die Applikation eines Arzneimittels ein besonders homogenes und auf das Medikament abgestimmtes Tröpfchenspektrum benötigt wird.
- **Systeme zur Sauerstoff-Langzeittherapie**, mit denen die Einatemluft mindestens 16 Stunden pro Tag mit Sauerstoff angereichert werden soll, wenn alle konservativen Therapieverfahren ausgeschöpft sind, um einen durch eine Lungenerkrankung hervorgerufenen Sauerstoffmangel des Blutes zumindest teilweise auszugleichen oder einen erhöhten Druck in der Pulmonalarterie zu senken. Der Sauerstoff kann mittels Druckgas-Flaschensystemen oder Flüssiggas-Behältern zur Verfügung gestellt werden, mit Hilfe von Sauerstoffkonzentratoren aus der Umgebungsluft angereichert werden oder mit Sauerstoffgeneratoren aus Wasser gewonnen werden. Die Zufuhr des Sauerstoffs erfolgt zumeist über doppelumige Nasensonden (auch als Nasenbrillen bezeichnet), weniger häufig über einlumige Nasensonden und nur in seltenen Fällen über Masken.
- **Geräte zur häuslichen Beatmung und Druckunterstützung** werden unterteilt in:
  - **Systeme zur Behandlung schlafbezogener Atemstörungen:** z. B. der obstruktiven und zentralen Schlafapnoe oder der CHEYNE-STOKES-Atmung; bei kontinuierlichem Überdruck (*continuous positive airway pressure*, CPAP) wird ständig ein positiver Druck in den Atemwegen erzeugt, der diese offen hält (► Abb. 1.13 (a)),
  - **Geräte zur häuslichen Beatmung:** die Spontanatmung des Patienten wird mit Hilfe einer Beatmungsmaschine mehrere Stunden täglich unterstützt.
  - **Atemtherapiegeräte zur Schleimlösung und -entfernung:** Systeme mit positivem endexpiratorischen Druck (*positive expiratory pressure*, PEEP) in Form von Mundstücken oder Masken erzeugen während der Ausatmung einen positiven Druck in den Atemwegen. Geräte, die mechanische Impulse (Vibrationen) generieren, dienen der Lockerung des Sekretes. Sie können sowohl von extern auf den Brustkorb als auch intern über den Atemstrom wirken (siehe Beatmungsgeräte ► Band 9).

### PG 15 des HVM: Inkontinenzhilfen

**Inkontinenzhilfen** nutzen Personen, die nicht in der Lage sind, Harn oder Stuhlabgang willkürlich zu kontrollieren. Ursache können Fehlbildungen sowie verschiede-





**Abb. 1.13:** (a) Hilfsmittel der Produktgruppen 14 und 17: Gerät zur Behandlung schlafbezogener Atemstörungen der Fa. WEINMANN, (b) Kompressionsstrumpf der Fa. MEDI.

dene Krankheits- oder Verletzungsfolgen sein. Hilfsmittel zur **Urininkontinenzversorgung** sollen Harnausscheidungen auffangen, möglichst hautfern ableiten und speichernd sammeln, um Infektionen, Hautläsionen und sonstige Störungen zu verhindern. Die **Stuhlinkontinenz** beruht auf einer direkten oder indirekten Störung der analen Schließmuskelfunktion verschiedenen Grades. Üblich ist das Auffangen des Stuhles in Vorlagen oder Windelhosen. Inkontinenzhilfen lassen sich in vier Gruppen einteilen:

- **aufsaugende Versorgung:** Vorlagen, Inkontinenzhosen,
- **ableitende Versorgung:** Urinalkondome/Rolltrichter verschiedener Art in Verbindung mit Auffangbeuteln, Katheter verschiedener Art, Urin- und Stuhlauffangbeutel,
- **Hilfsmittel zum Training der Beckenbodenmuskulatur:** Trainingsgewichte bzw. Konen, mechanische Druckaufnahmesysteme, elektronische Messsysteme der Beckenboden-Muskelaktivität,
- **intraurethrale/intravaginale Inkontinenztherapiesysteme:** intraurethrale Inkontinenztherapiesysteme, Pessare, Vaginaltampons zur Stützung bzw. Anhebung des Blasenhalses.

#### PG 16 des HMV: Kommunikationshilfen

hier nicht erläutert, siehe ► Kapitel 7