

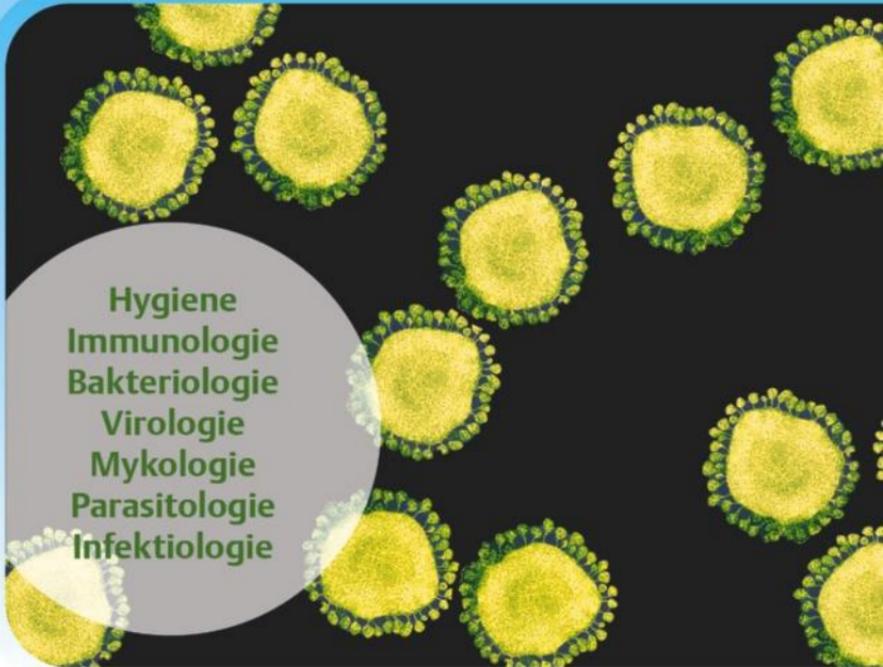
Taschenlehrbuch

Medizinische Mikrobiologie

Fritz H. Kayser
Erik C. Böttger
Peter Deplazes
Otto Haller
Axel Roers

 Online-Version in *via medici*

14. Auflage



Hygiene
Immunologie
Bakteriologie
Virologie
Mykologie
Parasitologie
Infektiologie

 **Thieme**

Auf einen Blick...

| | | |
|--------------------------|---|----|
| I Grundlagen | Allgemeine Aspekte der med. Mikrobiologie und Labordiagnostik | 1 |
| | Epidemiologie und Hygiene | 2 |
| II Immunologie | Grundlagen der Immunologie | 3 |
| III Bakteriologie | Allgemeine Bakteriologie | 4 |
| | Bakterien als Krankheitserreger | 5 |
| IV Mykologie | Allgemeine Mykologie | 6 |
| | Pilze als Krankheitserreger | 7 |
| V Virologie | Allgemeine Virologie | 8 |
| | Viren als Krankheitserreger | 9 |
| VI Parasitologie | Protozoen als Krankheitserreger | 10 |
| | Helminthen als Krankheitserreger | 11 |
| | Arthropoden als Krankheitserreger und Vektoren | 12 |
| VII Organsysteme | Übersicht über wichtige Infektionen und ihre Ursachen | 13 |

Konzept

Das Buch ist in sieben große Kapitelblöcke unterteilt. Das Farbleitsystem ermöglicht Ihnen eine rasche Orientierung im Buch und den schnellen Zugriff auf den jeweils gewünschten Buchteil bzw. das jeweils gewünschte Kapitel.

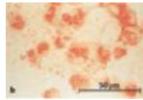
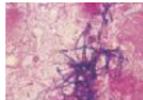
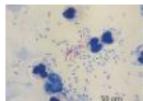
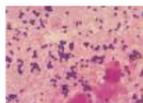


Zusammenfassung

Zusammenfassungen am Kapitelanfang oder zu Beginn eines Abschnitts dienen der raschen Information und geben einen Überblick über den folgenden Text. Dem Lernenden ermöglichen sie die schnelle Rekapitulation der wichtigsten Inhalte.

Alle Erreger werden in sehr strukturierter Weise beschrieben – wo immer möglich und sinnvoll in der folgenden Reihenfolge:

- Klassifikation
- Vorkommen
- Morphologie und Kultur
- Entwicklungszyklus
- Pathogenese und Krankheitsbild
- Diagnostik
- Therapie
- Epidemiologie und Prophylaxe



Kapitelblöcke im Überblick

Die zahlreichen **farbigen Abbildungen** erleichtern das Verständnis komplizierter Zusammenhänge oder geben einen einprägsamen Eindruck von der Morphologie der Erreger.

Die **ausführlichen Legenden** ermöglichen das Verständnis des Bildes auch ohne paralleles Nachlesen im Text.

Das **fettgedruckte Hauptstichwort** in den Legenden informiert auf einen Blick über die „Essenz“ der Darstellung.

Zusatzinformation



Vertiefendes und ergänzendes Wissen ist aus dem Haupttext ausgegliedert. Die Überschrift informiert in Kürze über den Inhalt der Box und ermöglicht Ihnen dadurch, im Berufsfeld zu entscheiden, ob Sie sich mit dem jeweiligen Thema befassen möchten.

Taschenlehrbuch Medizinische Mikrobiologie

Fritz H. Kayser
Erik Christian Böttger
Peter Deplazes
Otto Haller
Axel Roers

14., überarbeitete Auflage

298 Abbildungen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart • New York

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter: www.thieme.de/service/feedback.html

1. Auflage 1969

2. Auflage 1971

3. Auflage 1974

4. Auflage 1978

5. Auflage 1982

6. Auflage 1986

7. Auflage 1989

8. Auflage 1993

9. Auflage 1998

10. Auflage 2001

11. Auflage 2005

12. Auflage 2010

13. Auflage 2014

1. spanische Auflage 1974

2. spanische Auflage 1982

1. japanische Auflage 1980

1. griechische Auflage 1995

1. italienische Auflage 1996

1. türkische Auflage 2001

1. englische Auflage 2004

1. polnische Auflage 2007

1. französische Auflage 2008

1. chinesische Auflage (Taiwan) 2009

© 1969, 2022. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG

Rüdigerstr. 14, 70469 Stuttgart, Germany

www.thieme.de

Printed in Italy

Zeichnungen: BITmap, Mannheim;

Markus Voll, München

Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe

Umschlagfoto: © IngramPublishing –

iStockphoto.com

Satz: Druckhaus Götz GmbH, Ludwigsburg

Druck: LEGO S.p.A., Vicenza

DOI 10.1055/b000000773

ISBN 978-3-13-244793-6

1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:

eISBN (PDF) 978-3-13-244794-3

eISBN (epub) 978-3-13-244795-0

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe dem **Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

Geschützte Warennamen (Warenzeichen ®) werden nicht immer besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Vorwort zur 14. Auflage

Die 14. Auflage des seit Jahrzehnten bewährten Lehrbuches der Medizinischen Mikrobiologie wurde durch punktuelle Änderungen auf den aktuellen Stand gebracht. Mit dem neuen COVID-19-Addendum am Ende des Buches wurde eine wichtige Entwicklung seit der Herausgabe der 13. Auflage berücksichtigt, sodass die 14. Auflage die aktualisierten Lehrinhalte der Medizinischen Mikrobiologie, vorgegeben durch die heutigen Approbationsordnungen, vollumfänglich enthält.

Das Lehrbuch umfasst die Fachgebiete Bakteriologie, Virologie, Mykologie, Parasitologie und Infektionsimmunologie. Darüber hinaus werden die wichtigsten Aspekte der Hygiene von Infektionskrankheiten – Infektionsepidemiologie, Impfungen, Infektionskontrolle, Krankenhaushygiene, Waserhygiene und Lebensmittelhygiene – besprochen. Ein eigenes Hauptkapitel beschäftigt sich in knapper, vorwiegend tabellarischer Form mit den Infektionen von Organen und Organsystemen. Dabei werden die Ätiologie, die mikrobiologische Diagnostik und die antimikrobielle Therapie besonders berücksichtigt.

Infektionen betreffen die meisten Bereiche der Medizin. Viele haben zwar dank wirksamer Antiinfektiva und aktiver Schutzimpfungen ihre Schrecken verloren, sind aber nicht besiegt. Immer wieder treten auch neue Infektionskrankheiten (s. COVID-19) auf, und die Therapie vieler Infektionen wird durch Evolution von Erregern mit Resistenz gegen Antiinfektiva erschwert.

Dieses Lehrbuch gibt Antworten auf einige fundamentale Fragen:

1. Wie wird eine Infektion übertragen und wie breitet sie sich in der Bevölkerung aus (= Epidemiologie)?
2. Wie macht ein Erreger krank (= Pathogenität und Virulenz des Erregers)?
3. Wie wird ein Erreger vom Körper erkannt und bekämpft (= angeborene und erworbene Immunität)?
4. Warum treten charakteristische Krankheitssymptome auf (= Pathogenese und Gast-Wirt-Beziehungen)?
5. Wie wird eine Infektionskrankheit nachgewiesen (= mikrobiologische und virologische Diagnostik)?
6. Wie wird eine Infektion gezielt behandelt (= antimikrobielle und antivirale Therapie)?
7. Wie wird eine Infektion verhindert (= Prävention)?

Das grundlegende Konzept der vorhergehenden Auflagen ist unverändert. Zahlreiche didaktisch wertvolle Abbildungen illustrieren die relevanten Inhalte. Zusammenfassungen zu Beginn der Kapitel geben eine komprimierte Übersicht. Viele Tabellen fassen die Thematik in übersichtlicher Form zusammen, was zur schnellen Information beiträgt und das Lernen erleichtert. Vertiefendes Wissen ist jeweils als Zusatzinformation aus dem Haupttext ausgegliedert.

Dieses Lehrbuch legt den Fokus auf die in der Medizinischen Mikrobiologie und Infektionslehre besonders relevanten Aspekte. Nicht nur Studierende, sondern auch Ärztinnen und Ärzte in der Klinik und Praxis können für ihre tägliche Arbeit bei der Betreuung von Patienten aus diesem Text Nutzen ziehen.

Zürich, im Sommer 2022 Fritz H. Kayser
Erik C. Böttger
Otto Haller
Peter Deplazes
Axel Roers

Autoren früherer Auflagen

- 1.–3. Auflage: E. Wiesmann
4. Auflage: E. Wiesmann mit Beiträgen von J. Eckert, F. H. Kayser, J. Lindenmann
5. Auflage: E. Wiesmann mit Beiträgen von J. Eckert, F. H. Kayser, J. Lindenmann
und J. Munzinger
6.–8. Auflage: F. H. Kayser, K. A. Bienz, J. Eckert und J. Lindenmann
9. + 10. Auflage: F. H. Kayser, K. A. Bienz, J. Eckert und R. M. Zinkernagel
11. + 12. Auflage: F. H. Kayser und E. C. Böttger, J. Eckert und P. Deplazes, O. Haller,
R. M. Zinkernagel
13. Auflage: F. H. Kayser, E. C. Böttger, P. Deplazes, O. Haller, A. Roers

Autorenvorstellung

Prof. Dr. med. Erik Christian Böttger



Böttger, E. C., Prof. Dr. med., ehemaliger Direktor des Instituts für Med. Mikrobiologie der Universität Zürich, 1956 geboren. Studium der Medizin in Frankfurt am Main. 1982 Staatsexamen und Amerikanisches Examen (ECFMG). 1983 Promotion. 1982–1986 Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Medizinische Mikrobiologie, Universität Mainz. 1986–1988 DFG/DAAD-Stipendiat an der Biogen Research Corp., Cambridge, USA. 1988–1991 Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Medizinische Mikrobiologie, Medizinische Hochschule Hannover. 1991 Habilitation. 1991 Facharzt für Mikrobiologie, Virologie und Infektionsepidemiologie. 1991–2000 Arbeitsgruppenleiter und Oberarzt am Institut für Medizinische Mikrobiologie, Medizinische Hochschule Hannover. 1993–1997 Hermann- und Lilly-Schilling Stiftungsprofessor. 1997 Außerplanmäßiger Professor, Medizinische Hochschule Hannover. 1999 Schwerpunktprofessur für Molekulare Mikrobiologie, Medizinische Hochschule Hannover. 2000–2022 Professor (Ordinarius) für Medizinische Mikrobiologie, 2000–2018 Vorsteher und Direktor des Instituts für Medizinische Mikrobiologie, Universität Zürich. 2001–2022 Co-Direktor Universitäres Zentrum für Labormedizin und Pathologie (UZL), Universitätsspital Zürich. 2004–2022 Direktor Nationales Zentrum für Mykobakterien (NZM), Universität Zürich. Forschungsschwerpunkte: Molekulare Diagnostik; genetische, biochemische und epidemiologische Grundlagen der Antibiotikaresistenz; Antibiotikatestung; Antibiotikaentwicklung; Proteinbiosynthese und Translation.

Auszeichnungen: 1987 Boehringer-Ingelheim-Preis der Universität Mainz. 1991 Hygiene-Preis der Rudolf-Schülke-Stiftung. 1992 Heisenberg-Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft. 1992 Rudolf-Schoen-Preis der Medizinischen Hochschule Hannover. 1993 Wissenschaftspreis Klinische Forschung der SmithKline Beecham Stiftung. 1993 Hermann- und Lilly-Schilling Professur des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft. 1993 Wissenschaftspreis der Therapiewoche Karlsruhe. 1994 Wissenschaftspreis der Paul-Ehrlich-Gesellschaft. 1995 Körber Preis für die Europäische Wissenschaft. 1995 Wissenschaftspreis (Hauptpreis) der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie. 1999 Ernennung zum Mitglied der American Academy for Microbiology. 2007 Aufnahme in die Reihung der meistzitierten Wissenschaftler und einflussreichsten Mikrobiologen der letzten 20 Jahre (www.isihighlycited.com).

Prof. Dr. med. vet. Peter Deplazes



Deplazes, P., Prof. Dr. med. vet., Direktor des Instituts für Parasitologie der Universität, Winterthurer Strasse 266a, CH-8057 Zürich (<http://www.uzh.ch/paras/>) 1956 geboren. Studium der Veterinärmedizin in Zürich (CH). 1987 Assistenz in Großtierpraxis. 1988 Promotion. 1988–1990 Assistent in der Arbeitsgruppe für Veterinär-Serologie/Immunologie am Institut für Parasitologie der Universität Zürich (IPZ). 1991 Forschungsaufenthalt am „Institute of Veterinary and Biomedical Sciences, Murdoch University, Perth“ (Australien). 1992–2000 Leiter der Arbeitsgruppe „Zoonosen“ am IPZ. 1997 Habilitation. Ab 1990 Visiting Professor am Danish Centre for Experimental Parasitology an der Royal Veterinary and Agricultural University in Kopenhagen (DK). Von 2000 bis 2022 Ordentlicher Professor und Direktor des Institutes für Parasitologie der Vetsuisse-Fakultät und Medizinischen Fakultät der Universität Zürich. Gründungsmitglied des European Veterinary Parasitology College (EVPC) und des European Counsel Companion Animal Parasites (ESCAP).

Prof. Dr. med. Otto Haller



Haller, O., Prof. Dr. med., ehemaliger Direktor des Instituts für Virologie am Departement für Med. Mikrobiologie und Hygiene des Universitätsklinikums Freiburg, Hermann-Herder-Strasse 11, D-79104 Freiburg (<http://www.virologie-freiburg.de>) Medizinstudium an der Universität Zürich, 1972 Promotion. Forschungsarbeiten zu angeborener antiviraler Immunabwehr, Interferonen und Natürlichen Killerzellen in Zürich, Uppsala und Stockholm. 1981 Habilitation für Virologie an der Universität Zürich. 1982–83 Visiting Assistant Professor an der Rockefeller Universität, New York. 1985 Assistenzprofessor für Virologie an der Universität Zürich. 2000 Gastprofessor an der Mount Sinai School of Medicine, New York. 1989–2012 Ordentlicher Professor für Virologie an der Universität Freiburg und Direktor des Instituts für Virologie des Universitätsklinikums Freiburg. Seit 2018 Gastprofessor am Department of Molecular Life Sciences der Universität Zürich. Ehemaliger Präsident der Gesellschaft für Virologie (GfV), der International Society for Interferon and Cytokine Research (ISICR) und der European Society for Virology (ESV). Ehrenmitglied der European Society for Clinical Virology und der International Cytokine and Interferon Society (ICIS). Mitglied der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina. 2007–2015 Mitglied des Spitalrates des Universitätsspitals Zürich. 2009 Universitätslehrpreis der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Forschungsinteressen: Virus-Wirt-Interaktionen, Genetik und Molekularbiologie der Influenzaviren, virale Pathogenese und Abwehrmechanismen des Wirtes.

Prof. Dr. med. Fritz H. Kayser



Kayser, F. H., Prof. Dr. med., ehemaliger Leiter der Abteilung Experimentelle Med. Mikrobiologie, Institut für Med. Mikrobiologie der Universität, Gloriastrasse 30/32, CH-8006 Zürich (<http://www.imm.uzh.ch>) Geburtsjahr 1933. Matura 1952 in Bad Reichenhall. Studium der Medizin in Würzburg, Lausanne (CH) und München. Staatsexamen und Promotion 1958 in München. Von 1958–1960 Medizinalassistent in München. 1960 Approbation. 1960–1962 wissenschaftlicher Assistent am Max-Planck-Institut für Biochemie und MPI für Proteinforschung in München. 1963–1969 Ausbildung in Med. Mikrobiologie in München und Zürich. Habilitation 1966, Universität Zürich. 1969 Ausbildung in Infektiologie, Section of Infectious Diseases, University of California at Davis. 1970 Assistenzprofessor, 1975 Extraordinarius, 1987 Ordinarius für Med. Mikrobiologie, Universität Zürich. 1988–2000 Leitung der Abteilung für Experimentelle Med. Mikrobiologie der Universität Zürich. Von 1968–2000 Lehrbeauftragter für Med. Mikrobiologie an der Eidg. Tech. Hochschule Zürich. Seit 2000 Emeritus. Forschungsschwerpunkte: Epidemiologische, genetische und biochemische Grundlagen der bakteriellen Antibiotikaresistenz. Seit 1978 (4. Auflage) Co-Autor dieses Lehrbuches.

Prof. Dr. med. Axel Roers



Roers, A., Prof. Dr. med., Direktor des Instituts für Immunologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 305, 69120 Heidelberg. 1967 geboren. Medizinstudium an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und am University College Dublin, Irland. 1994 Staatsexamen und Promotion. 1994–1999 wissenschaftlicher Assistent am Institut für Pathologie und Institut für Genetik der Universität zu Köln. Forschungsarbeiten zur Klonalität von T-Zellpopulationen in erkranktem Gewebe, zu Immunregulation und Autoimmunität. 1999–2008 Mitarbeiter der Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Venereologie der Uniklinik Köln. 2004 Facharzt für Dermatologie. Forschungsarbeiten zur Regulation von Immunantworten. 2006 Habilitation. 2008–2021 Professor für Immunologie und Direktor des Instituts für Immunologie der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus der TU Dresden. Forschungsschwerpunkte: Molekulare Ursachen von Autoimmunität, Biologie der Mastzelle und der hämatopoetischen Stammzelle. Seit 2022 Direktor des Instituts für Immunologie am Universitätsklinikum Heidelberg.

Anschriften

Prof. Dr. med. Fritz H. **Kayser**
Sonnhalde 2
8121 Benglen
Schweiz

Prof. Dr. med. Erik Christian **Böttger**
Institut für Medizinische Mikrobiologie
der Universität Zürich
Gloriastrasse 30/32
8006 Zürich
Schweiz

Prof. Dr. med. vet. Peter **Deplazes**
Institut für Parasitologie
Medizinische und Vetsuisse-Fakultät
Universität Zürich
Winterthurerstrasse 266A
8057 Zürich
Schweiz

Prof. Dr. med. Otto **Haller**
Institut für Virologie
Department für Medizinische
Mikrobiologie, Virologie und Hygiene
Universitätsklinikum Freiburg
Hermann-Herder-Straße 11
79104 Freiburg
Deutschland

Prof. Dr. med. Axel **Roers**
Institut für Immunologie
Universitätsklinikum Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 305
69120 Heidelberg
Deutschland

Abkürzungsverzeichnis

| | | | |
|------------------|---|-------------------|---|
| AAV | Adenoassoziierte Viren | BAL | Bronchoalveoläre Lavage |
| ABC | Antigen binding cell; antigenbindende Zelle | BALT | Bronchus-associated lymphoid tissue; bronchus-assoziiertes lymphatisches Gewebe |
| ABS | Antigenbindungsstelle | BCG | Bacille Calmette Guérin (TB-Impfstoff) |
| AB-Toxin | 2-Komponenten-Toxin (Aktivität – Bindung) | BCGF | B-cell-growth factor |
| ACA | Acrodermatitis chronica atrophicans | Bcl2 | B-cell-leukemia-2 antigen |
| ACV | Aciclovir | bdDNA-Test | Verzweigter (engl. branched) DNA-Test |
| ADA | Adenosindeaminase | BDV | Bornavirus |
| ADCC | Antibody dependent cellular cytotoxicity; antikörperabhängige zelluläre (zellvermittelte) Zytotoxizität | BKV | Polyomavirus BK |
| ADE | Antibody dependent enhancement of viral infection | Botox | Botulismus-Toxin |
| AE | Alveoläre Echinococcose | BSE | Bovine spongiforme Enzephalopathie |
| AECOPD | Akute Exazerbation bei COPD | Bvg | Bordetella-Virulenzgene |
| AFC | Antibody forming cell | CAH | Chronisch-aggressive Hepatitis |
| Ag | Antigen | CAM | Cell adhesion molecules; Zelladhäsionsmoleküle |
| AIDS | Acquired immune deficiency syndrome; erworbenes Immunschwäche-syndrom | CA-MRSA | Community acquired methicillin-resistant Staphylococcus aureus |
| AMK | Aerob-mesophile Keimzahl | CAP | Community acquired pneumonia |
| AMPs | Antimikrobielle Peptide (Syn. Defensine) | CAPD | Kontinuierliche ambulante Peritonealdialyse |
| ANA | Antinukleäre Antikörper | CAPNETZ | Community Acquired Pneumonia Netzwerk |
| ANDV | Andes-Virus | ccc | Covalently closed circular (DNA) |
| ANUG | akute, nekrotisierende, ulzeröse Gingivostomatitis | CCHFV | Krim-Kongo-Fieber-Virus |
| aP | Azelluläre Pertussis-Vakzine | cDNA | komplementäre DNA (RNA→DNA) |
| ap | Reduzierte Dosis der aP | CDR | Complementarity determining regions |
| api | Analytischer Profilindex | CE | Cystische Echinococcose |
| APO | Apoptosis antigen | CEA | Karzinembryonales Antigen |
| APZ | Antigenpräsentierende Zelle | CF | Zystische Fibrose |
| ARF | Akutes rheumatisches Fieber | CFA | Kolonisationsfaktor |
| ASL-Titer | Antistreptolysintiter | CHIKV | Chikungunya-Virus |
| ATL | Erwachsenen (engl. adult)-T-Zell-Leukämie | | |
| AWMF | Arbeitsgemeinschaft Wissenschaftlicher Medizinischer Fachgesellschaften | | |
| AZT | Azidothymidin | | |

| | | | |
|--------------------|--|--------------|---|
| CJD | Creutzfeldt-Jakob-Erkrankung | DNA | Desoxyribonukleinsäure |
| CLIP | Class-II-inhibiting protein | DNP | Dinitrophenol |
| CMI | Cell-mediated immunity | DOBV | Dobrava-Virus |
| CMV | Zytomegalievirus | DOTS | Directly observed therapy strategy (Tuberkulose-therapie) |
| ConA | Concanavalin A | DR | Direct repeats |
| cOnc | Zelluläre Onkogene | ds | Doppelsträngige Nukleinsäure |
| COPD | Chronic Obstructive Pulmonary Disease (chronisch-obstruktive Bronchitis) | DSS | Dengue-Schock-Syndrom |
| CPE | Zytopathischer Effekt | DTH | Delayed type hypersensitivity |
| CPH | Chronisch-persistierende Hepatitis | DtxR | Diphtherietoxin-Regulator |
| CR | Cistronregion | DZ | Durchflusszytometrie |
| CRB-65 | Score für Schwere einer Pneumonie | EA | Early antigen |
| CRE | Carbapenem-resistente <i>Enterobacteriaceae</i> | EAE | Experimentelle allergische Enzephalitis |
| CRP | C-reaktives Protein | EAEC | Enteroaggregative <i>Escherichia coli</i> |
| CSF | Colony-stimulating factor | EAF | EPEC adhesion factor |
| CT | Choleratoxin | EBER | EBV-codierte RNA-Moleküle |
| CTA | Cholera-Toxin A | EBNA | Epstein-Barr-Virus nukleäres Antigen |
| CTB | Cholera-Toxin B | EBOV | Ebolavirus |
| CTL | Zytotoxische CD8 ⁺ -T-Zelle | EBV | Epstein-Barr-Virus |
| CTX-Element | Cholera-Toxin-Element | ECV | Echovirus |
| CV(A,B) | Coxsackievirus (A,B) | EDTA | Ethylendiamintetraessigsäure |
| D | Diphtherietoxoid (Vakzine, Normaldosis) | EEEV | Eastern Equine Encephalitis-Virus |
| d | Diphtherietoxoid (Vakzine, niedrige Dosis) | eEF2 | eukaryontischer Elongationsfaktor 2 |
| DAEC | Diffus adhärente <i>E. coli</i> | EF | Epidemisches Fleckfieber |
| DAF | Decay accelerating factor | EHEC | Enterohämorrhagische <i>Escherichia coli</i> |
| DAG | Diacylglycerol | EIA | Enzymimmunoassay |
| DAMP | Danger Associated Molecular Pattern | EIEC | Enteroinvasive <i>Escherichia coli</i> |
| DC | Dendritische Zelle | EITB | Enzyme-linked immunoelectrotransfer blot |
| DHF | Dengue-hämorrhagisches Fieber | EK | Elementarkörper (Chlamydien) |
| DHPG | Dihydroxypropoxymethyl-Guanin | ELISA | Enzyme-linked immunosorbent assay |
| DHSB-System | Dermatophyten, Hefepilze, Schimmelpilze, Biphasenpilze | EM | Elektronenmikroskop |
| DIF | Direkte Immunfluoreszenz | EMA | European Medicines Agency |
| DIN | Deutsches Institut für Normung | | |

| | | | |
|------------------------|--|---------------|--|
| EMB | Ethambutol | GAE | Granulomatöse Amöben-Enzephalitis |
| EMC-Virus | Encephalomyocarditis-Virus | Gag | Gruppenspezifische Antigene (Retroviren) |
| Env | Glykoprotein der Hülle von Retroviren | GALT | gut-associated lymphoid tissue; gastrointestinal-assoziiertes lymphatisches Gewebe |
| EO | Ethylenoxyd | GBS | Gruppe B Streptokokken |
| EPEC | Enteropathogene <i>Escherichia coli</i> | GC | Guanin-Cytosin |
| EPS | Extrazelluläre Polymersubstanz | GDP | Guanosin-5'-diphosphat |
| ER | Endoplasmatisches Retikulum | gen. | Gattung; lat. „genus“ |
| ESBL | Extended spectrum beta-lactamases | GM-CSF | Granulocyte macrophage colony-stimulating factor |
| ETEC | Enterotoxische <i>Escherichia coli</i> | GMP | Good Manufacturing Practice |
| EU | Europäische Union | GO | Gonorrhö |
| EUCAST | European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing | GOLD | Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease |
| ExPEC | Extraintestinale Pathovarietäten von <i>E. coli</i> | GP | Glykoprotein |
| FA | Freund'sches Adjuvans | GPDM | Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenase-Mangel |
| FACS | Fluorescent activated cell sorter; fluoreszenzaktivierter Zellsorter | gr. | griechisch |
| fam. | Familie; lat. „familia“ | GRE | Glykopeptid-resistente Enterokokken |
| FAS | F-Antigen | Gs | Guaninnucleotid-bindendes Protein |
| FcR | Fc-Rezeptor | GSP | General Secretory Pathway |
| FDC | Follikuläre dendritische Zelle | GSS | Gerstmann-Sträussler-Scheinker-Syndrom |
| FepA | Eisen-Transport-Protein | GTON | Guanarivirus |
| FEV₁ | Einsekundenkapazität (Lungenfunktionstest) | GTP | Guanosin-5'-triphosphat |
| F-Faktor | Fertilitätsfaktor | GVH | Graft-versus-host |
| Fha | Filamentöses Hämagglutinin bei <i>B. pertussis</i> | h | Stunde |
| FITC | Fluorescein-Isothiocyanat | H | Heavy chain (Antikörper) |
| FLUAV | Influenza-A-Virus | HA | Hämagglutinin (Influenzaviren) Hämagglutination |
| FLUBV | Influenza-B-Virus | HAART | Hochaktive antiretrovirale Therapie |
| FLUCV | Influenza-C-Virus | HACCP | Hazard Analysis Critical Control Point |
| α-FP | α-Fetoprotein | HACEK | <i>Haemophilus, Aggregatibacter, Cardiobacterium, Eikenella, Kingella</i> |
| FSME | Frühsommer-Meningoenzephalitis | HAP | Hospital acquired pneumonia |
| FTA-ABS | Fluoreszenz-Treponemen-Antikörper-Absorptionstest | HAT | Hypoxanthin, Aminopterin, Thymidin |

| | | | |
|-------------------|---|-----------------------|---|
| HB | Hämoglobin | HME | Humane monozytäre Ehrlichiose |
| HBcAg | Hepatitis-B core-Antigen | HMPV | Humanes Metapneumonie-virus |
| HBeAg | Hepatitis-B e-Antigen | HPLC | High performance liquid chromatography |
| HBsAg | Hepatitis-B surface-Antigen | HPS | Hantavirus-bedingtes pulmonales Syndrom |
| HBV | Hepatitis-B-Virus | HPV | Humanes Papillomvirus |
| HB-Vakzine | Hepatitis-B-Vakzine | HRF | Homology restriction factor |
| HCAI | Health Care Associated Infections | HRV | Humane Rhinoviren |
| HCA-MRSA | Health care associated methicillin-resistent <i>Staphylococcus aureus</i> | HSP 70 | Hitzeschockprotein 70 |
| HCAP | Health Care Associated Pneumonia | HSRV | Humanes Spumaretrovirus |
| HCC | Hepatozelluläres Karzinom | HSV | Herpes-simplex-Virus |
| HCoV | Humane Coronaviren | HTLV | Humanes T-Zell-Leukämie-Virus |
| HCV | Hepatitis-C-Virus | HTNV | Hantaan-Virus |
| HDCV | Human diploid cell vaccine (Tollwut) | Hts | Häm-Transport-System |
| HDV | Hepatitis-D-Virus | HuCV | Humane Caliciviren |
| HE | Septische Herdenzephalitis | HUS | Hämolytisches Urämie-syndrom |
| HepB | Hepatitis B-Vakzine | HVG | Host-versus-graft |
| HERV | Humane endogene Retroviren | HWI | Harnwegsinfektion |
| HEV | Hepatitis-E-Virus | IE | Infektiöse Endokarditis |
| | High endothelial venules | IEP | Immunelektrophorese |
| | Humanes Enterovirus | IFN | Interferon |
| Hfr | High frequency of recombination | IfSG | Infektionsschutzgesetz |
| HFRS | Hämorrhagisches Fieber mit renalem Syndrom | Ig(A,D,E,G,M) | Immunglobulin (A,D,E,G,M) |
| HGA | Humane granulozytäre Anaplasmose | IGRA | IFN- γ -release assay |
| HGE | Humane granulozytäre Ehrlichiose | IHA | Indirekte Hämagglutination |
| HGV | Hepatitis-G-Virus | IF | Immunofluoreszenz |
| HHT | Hämagglutinations-Hemmtest | IIF | Indirekte Immunfluoreszenz |
| HHV | Humanes Herpesvirus | IK | Initialkörper (Chlamydien) |
| Hib | <i>Haemophilus influenzae</i> b Konjugatvakzine | IL | Interleukin |
| Hib | <i>Haemophilus influenzae</i> Serovar b | In | Integron |
| HIV-1/2 | Humanes Immunodefizienz-Virus | Inf | Influenza-Vakzine |
| HIV-PEP | HIV-postexpositionelle Prophylaxe | INH | Isoniazid |
| | | INKV | Inkoo-Virus |
| | | IP₃ | Inositoltrisphosphat |
| | | IPEC | Intestinale Pathovarietäten von <i>E. coli</i> |
| | | IPV | Inaktivierte Poliovakzine |
| | | IR | Intercistronregion |
| | | IRES | Inverted repeats |
| | | | Interne ribosomale Eintrittsstelle (Picornaviren) |

| | | | |
|-------------------|---|---------------------|---|
| Ir-Gene | Immune-response-Gene | LTBI | Latente Tuberkulosebakterien-Infektion |
| IS | Insertionssequenz | LTR | Long terminal repeats |
| i. v. | intravenös | LTS | Lipoteichonsäure |
| JCV | Polyomavirus JC | MAC | Membranangriffskomplex |
| JUNV | Junin-Virus | MACV | Machupovirus |
| KBR | Komplementbindungsreaktion | MAF | Makrophagenaktivierender Faktor |
| KNS | Koagulase negative Staphylokokken | MALDI-TOF-MS | Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization-Time Of Flight-Massenspektrometrie |
| KSHV | Kaposi-Sarkom-assoziiertes Herpesvirus | MALT | Mucosa-associated lymphoid tissue; Mukosa-assoziiertes lymphatisches Gewebe |
| K-Zellen | Killerzellen | MARV | Marburg-Virus |
| L | Light chain (Antikörper) | MAT | Mikroskopischer Agglutinationstest (Leptospirose) |
| LA | Latexagglutination | MBK | Minimale bakterizide Konzentration |
| Lac-Operon | Laktose-Operon | MBP | Major basic protein; basisches Myelinprotein |
| LACV | La-Crosse-Virus | MCP | Membrane cofactor protein |
| LAK | Lymphokinaktivierte Killerzellen | M-CSF | Macrophage colony-stimulating factor |
| LASV | Lassavirus | MDR-TB | „Multiple drug resistant“-Tuberkulosebakterien |
| lat. | lateinisch | Men | Meningokokken-Vakzine |
| LB | Leprabakterien | MERS | Middle East Respiratory Syndrome |
| LBP | Lipopolysaccharid-Bindungsprotein | MF | Merthiolat-Formalin |
| LCA | Leukocyte common antigen | Mf | Mikrofilarien |
| LCM(V) | Lymphozytäre Choriomeningitis (-Virus) | MHC | Major histocompatibility complex; Haupthistokompatibilitäts-Genkomplex |
| LE | Lupus erythematoses | MHK | Minimale Hemmkonzentration |
| LFA | Lymphocyte function antigen | MIBE | Measles inclusion body encephalitis; akute progressive infektiöse Enzephalitis bei Masern |
| L-Form | Zellwand-defekte Form der Bakterien | MIF | Migrations-Inhibitionsfaktoren |
| LGL | Large granular lymphocyte | min | Minute |
| LIF | Leukaemia inhibitory factor | MKSV | Maul- und Klauenseuchevirus |
| LL | Lepromatöse Lepra | | |
| LM | Lichtmikroskopie | | |
| LMC | Larva migrans cutanea | | |
| LMI | Larva migrans interna | | |
| LMP | Latente Membranproteine (Herpesviren) | | |
| LMV | Larva migrans visceralis | | |
| LOS | Lipooligosaccharid bei Neisserien | | |
| LPS | Lipopolysaccharid | | |
| LT | Hitzelabiles Enterotoxin von <i>E. coli</i> | | |

| | | | |
|------------------|--|------------------------|---|
| MLC | Mixed lymphocyte culture | oc | Open circular (DNA) |
| MLR | Mixed lymphocyte reaction | OM | Opportunistische Mykosen |
| MLST | Multilocus-Sequenz-Typisierung | OMP | Outer membrane protein; äußeres Membranprotein |
| MMR | Trivalente, attenuierte Maseren/Mumps/Röteln-Vakzine | ONNV | O'nyong-nyong-Virus |
| MMTV | Murines Mammary Tumor Virus | Opa | Opacity antigen. Protein der äußeren Membran von Gonokokken. Früher PII |
| MNEC | Pathovarietät „Meningitis bei Neugeborenen“ bei <i>E. coli</i> | OPV | Orale Poliovakzine |
| MOMP | Major outer membrane protein | ori | Origin of replication |
| MOTT | Mycobacteria other than tubercle bacilli (NTM) | Osp | Outer surface proteins |
| MPS | Mononukleäres Phagozytensystem | P | Promotor |
| MRSA | Methicillin-resistente <i>Staphylococcus aureus</i> | PA | Primäraffekt (Tuberkulose) |
| MRL | Mutterschaftsrichtlinien | PA | Protektives Antigen (Anthrax) |
| MVA | Modifiziertes Vacciniavirus Ankara | PAE | Postantibiotischer Effekt |
| MZM | Marginalzonenmakrophagen | PAI | Pathogenitätsinsel |
| NA | Neuraminidase (Influenza-Viren) | PAIR | Puncture-Aspiration-Injection-Reaspiration |
| NAT | Nukleinsäure-Amplifikationstechnik | PAM | Primäre Amöben-Meningoenzephalitis |
| NCVP | Nichtkapsid-Virusprotein | PAMP | Pathogen-Associated-Molecular Pattern |
| NE | Nephropathia epidemica | PAP | Pyelonephritis-assoziierte Pili |
| NEP | Nukleäres Export Protein (Influenza-Viren) | PAS | p-Aminosalizylsäure |
| NFA | Nicht-Fimbrien-Adhäsine | PAS | Perjodsäure-Schiff-Reaktion |
| NGU | Nicht-Gonokokken-Urethritis | PBL | Periphere Blutlymphozyten |
| NK-Zellen | Natürliche Killerzellen | PBP | Penicillin-Bindeprotein |
| NLR | NOD-like Receptor | PC | Phosphorylcholin |
| NNRTI | Nicht-nukleosidische RT-Inhibitoren | PCA | Passive kutane Anaphylaxie |
| NP | Nukleoprotein | PCR | Polymerase-Kettenreaktion |
| NPC | Nasopharynxkarzinom | PEG | Polyethylenglykol |
| NPW | Negativer Prädiktivwert | PEG-IFN | Pegyliertes Interferon |
| NRTI | Nukleosidische RT-Inhibitoren | PFC, PFZ | Plaque forming cell |
| NTM | Nichttuberkulöse (atypische) Mykobakterien (MOTT) | PHA | Phytohämagglutinin |
| NTMI | Infektionen durch nicht-tuberkulöse Mykobakterien | PHV | Prospect-Hill-Virus |
| NTR | Nichttranslatierte Region | p. i. | post infectionem (nach der Infektion) |
| | | PI | Protease-Inhibitor |
| | | PID | Pelvic Inflammatory Disease |
| | | PIP₂ | Phosphatidylinositoldiphosphat |
| | | PK | Primärkomplex (Ghon) |
| | | PK/PD | Pharmakokinetik/Pharmakodynamik |

| | | | |
|--------------|--|--------------------|--|
| PKC | Proteinkinase C | RFFIT | Rapid fluorescent focus inhibition test |
| PLC | Phospholipase C | RFLP | Restriktions-Fragment-Längen-Polymorphismus |
| PMA | Pokeweed Mitogen | Rh-Antigene | Rhesus-Antigene |
| PML | Progressive multifokale Leukoenzephalopathie | RIA | Radioimmunassay |
| PMMA | Polymethylmethacrylat | RIBA | Recombinant immunoblot assay |
| PMN | Polymorphkernige neutrophile Granulozyten | RIG | Rabiesimmunglobulin |
| Pneu | Pneumokokken-Vakzine | RIST | Radioimmunosorbenstest |
| PNP | Purinnukleotidphosphorylase | RMP | Rifampicin |
| p. o. | per os (orale Applikation) | RMSF | Rocky Mountain spotted fever |
| POCT | Point-Of-Care-Testverfahren | RNA | Ribonukleinsäure |
| Pol | Polymerase (Retroviren) | RNP | Ribonukleoprotein |
| Por | Porin-Protein in der äußeren Membran von Gonokokken. Früher PI | RNS | Reaktive Stickstoffspezies |
| PPD | Purified protein derivative (Tuberkulin) | ROS | Reaktive Sauerstoffspezies |
| PPW | Positiver Prädiktivwert | Rota-V | Rota-Virus-Vakzine |
| PRCA | Pure red cell aplasia (Parvovirus B19) | RRV | Ross-River-Virus |
| PRP | Polyribosylribitol-Phosphat | RSV | Respiratorisches Synzytialvirus |
| PrP | Prion-Protein | RT | Reverse Transkriptase |
| PRR | Pattern Recognition Receptor | RTI | Infektion des tiefen Respirationstrakts |
| PSE | Pyrogene Streptokokken-Exotoxine | RT-PCR | Retrotranskription-PCR |
| PTLD | Posttranslation lympho-proliferative disease | RVFV | Rift-Valley-Fieber-Virus |
| Ptx | Pertussistoxin | S | Seite |
| PUUV | Puumala-Virus | s | Sekunde |
| PV | Poliovirus | SAF | Sodiumacetate acetic acid formalin |
| PWI | Postoperative Wundinfektion | SALT | Skin-associated lymphatic tissue; Hautassoziertes lymphatisches Gewebe |
| PZA | Pyrazinamid | SAM | Schwangerschaftsassozierte Malaria |
| QBC | Quantitative Buffy Coat Method | SARS | Severe acute respiratory syndrome; schweres akutes Atemnotsyndrom |
| R | Rötelnvakzine | SARS-CoV | SARS-Coronavirus |
| RASFF | Rapid Alert System for Food and Feed | SBA | Schafblutagar |
| RAST | Radioallergensorbenstest | SCCmec | Staphylococcal cassette chromosome <i>mec</i> |
| REM | Rasterelektronenmikroskopie | SCF | Stern cell factor |
| RES | Retikuloendotheliales System | SCID | Severe combined immunodeficiency disease |
| RF | Rheumafaktor | SDA | Sabouraud-Dextrose-Agar |

| | | | |
|------------------|--|----------------------|---|
| SDS | Sodium(Na ⁺)-dodecylsulfat | T | Tetanustoxoid (Vakzine) |
| SDS-PAGE | Sodium(Na ⁺)-dodecylsulfat-polyacrylamid-Gelelektrophorese | TAHV | Tahnavirus |
| SE(A – E) | Staphylokokken-Enterotoxine A–E | TAK | Tahiente aplastische Krise (Parvovirus B19) |
| SEOV | Seoul-Virus | TATA | Tumorassoziierte Transplantationsantigene |
| SEP | Primäre Sepsis | TB | Tuberkulosebakterien |
| SFV | Semliki-Forest-Virus | Tc | Zytotoxische T-Zelle |
| SFFV | Sandfliegen-Fieber-Virus | TcdA | Clostridioides difficile Toxin A |
| SIRS | Systemic Infammatory Response Syndrome | TcdB | Clostridioides difficile Toxin B |
| SLE | Systemischer Lupus erythematoses | TCGF | T-cell growth factor |
| SM | Streptomycin (Tuberkulose-therapie) | TCP | Toxin-coregulierte Pili (<i>V. cholerae</i>) |
| SNP | Single Nucleotide Polymorphism | Td | Tetanustoxoid/Diphtherietoxoid (d = niedrige Dosis) |
| SNV | Sin-Nombre-Virus | T-dep | T-Zell-abhängige Antigene |
| Sops | <i>Salmonella</i> outer proteins | T-DTH | Delayed type hypersensitivity (T-Zelle) |
| sp | Art o. Spezies; lat. „species“ | TEM | Transmissionselektronenmikroskopie |
| spp | mehrere Spezies | TIGRA | T-cell-IIFN- γ -relaease assay |
| SRBC | Sheep red blood cells | T_H | T-Helferzelle |
| SRSV | Small round-structured viruses | THOV | Thogotovirus |
| ss | Einzelsträngige (engl. single stranded) Nukleinsäure | T-ind | T-Zell-unabhängige Antigene |
| SSPE | Subakute sklerosierende Panenzephalitis | TL | Tuberkuloide Lepra |
| SSSS | Staphylococcal Scalded Skin Syndrome | TLR | Toll-like Rezeptor |
| SSW | Schwangerschaftswoche | TME | Transmissible mink encephalopathy |
| ST | Hitzestabiles Enterotoxin von <i>E. coli</i> | Tn | Transposon |
| STD | Sexually transmitted diseases | TNF | Tumornekrosefaktor |
| STEC | Shigatoxine-bildende <i>E. coli</i> (Syn. EHEC, VTEC) | TORCH | s. STORCH |
| STI | Sexuell übertragbare Infektionen | TPHA | Treponema pallidum-Hämagglutinationstest |
| STIKO | Ständige Impfkommision | TPPA | Treponema pallidum-Partikelagglutinationstest |
| STORCH | Liste der pränatal/perinatal erworbenen Infektionen | TPI-Test | Treponema pallidum-Immobilisationstest |
| Stx | <i>Shiga</i> -Toxin | Tra | Transfer |
| SV | Serovar | TS | Trachealsekret |
| SV40 | Simian virus 40 | TSE | Transmittierbare spongiforme Enzephalopathie |
| Syn. | Synonym | T 3SS | Typ-III-Sekretionssystem |
| | | T 4SS | Typ-IV-Sekretionssystem |
| | | TSS | Toxisches-Schock-Syndrom |
| | | TSST-1 | Toxisches-Schock-Syndrom-Toxin-1 |
| | | TULV | Tula-Virus |

| | | | |
|-------------|---|---------------|---|
| TZR | T-Zell-Rezeptor | VPI | Vibrio-Pathogenitätsinsel |
| UPEC | Uropathogene <i>Escherichia coli</i> | VPK | Vaginale polymikrobielle Kolonisation |
| VacA | Vakuolisierendes Zytotoxin | VRE | Vancomycin-resistente Enterokokken |
| Var | Varietät (Syn. Typ) | VSV | Vesikuläres Stomatitisvirus |
| V | Varicella-Zoster-Vakzine | VTEC | Verotoxine-bildende <i>Escherichia coli</i> (Syn. EHEC, STEC) |
| VAP | Ventilator-assoziierte Pneumonie | VZV | Varizellen-Zoster-Virus |
| VCA | Virales Capsidantigen | WB | Western Blot |
| vCJD | Neue Variante der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit | WEEV | Western-Equine Enzephalitis-Virus |
| VDRL | Venereal Disease Research Laboratory | WGS | Whole Genome Sequencing |
| VEEV | Venezuela-Equine-Enzephalitis-Virus | WHO | World Health Organisation |
| VLA | Vascular adhesion molecule | WNV | West-Nil-Virus |
| VlsE | VMP-like sequence E | XDR-TB | „Extremely drug resistant“-Tuberkulosebakterien |
| VMP | Variable major protein | XLP | X-linked lymphoproliferatives Syndrom |
| VOA | Variantspezifisches Oberflächenantigen | Yops | <i>Yersinia</i> outer proteins |
| vOnc | Virale Onkogene | ZF | s. CF |
| VP | Virusprotein | ZNS | Zentrales Nervensystem |
| VPg | Virus protein, genome-linked | | |

Inhaltsverzeichnis

Teil I Grundlagen

| | | | | | | |
|------------|---|----|------------|---|---|----|
| 1 | Allgemeine Aspekte der medizinischen Mikrobiologie und Labordiagnostik | 38 | | | | |
| | <i>F. H. Kayser, E. C. Böttger, P. Deplazes, O. Haller</i> | | | | | |
| 1.1 | Infektionskrankheiten in Vergangenheit und Gegenwart | 38 | 1.4 | Labordiagnostik von Infektionen | | |
| | <i>F. H. Kayser, E. C. Böttger</i> | | | 46 | | |
| | | | | <i>F. H. Kayser, E. C. Böttger</i> | | |
| 1.1.1 | Historisches | 38 | 1.4.1 | Voraussetzungen, allgemeine Methodik, Bewertung. | 47 | |
| 1.1.2 | Henle-Koch-Postulate .. | 39 | 1.4.2 | Untersuchungsmaterial .. | 47 | |
| 1.1.3 | Die Situation heute | 39 | 1.4.3 | Traditionelle Verfahren in der Labordiagnostik. . . . | 49 | |
| 1.2 | Erreger von Infektionskrankheiten . . . | 40 | 1.4.4 | Molekulare Verfahren in der Labordiagnostik. . . . | 49 | |
| | <i>F. H. Kayser, E. C. Böttger</i> | | | 1.4.5 | Antigen- und Antikörnernachweis. | 51 |
| 1.2.1 | Subzelluläre, infektiöse Objekte | 40 | | Präzipitation | 51 | |
| 1.2.2 | Prokaryontische und eukaryontische Mikroorganismen (Übersicht) . | 40 | | Agglutination. | 51 | |
| 1.2.3 | Bakterien. | 41 | | Komplementbindungsreaktion (KBR) | 52 | |
| 1.2.4 | Pilze und Protozoen. . . . | 41 | | Direkte und indirekte Immunfluoreszenz. | 52 | |
| 1.2.5 | Tiere | 42 | | Immunosorbenstests. . . | 53 | |
| 1.3 | Allgemeine Infektionslehre | 42 | 1.4.6 | Western-Blot-Technik (Immunoblot) | 53 | |
| | <i>F. H. Kayser, E. C. Böttger</i> | | | 1.4.7 | Point-of-Care-Testverfahren (POCT). | 53 |
| 1.3.1 | Grundbegriffe der Infektionslehre | 42 | | Sicherheit im diagnostischen Labor | 55 | |
| 1.3.2 | Normalflora. | 43 | 1.5 | Bakteriologische Labordiagnose | 55 | |
| | | | | <i>F. H. Kayser, E. C. Böttger</i> | | |
| | | | 1.5.1 | Untersuchungsmaterial . | 55 | |
| | | | 1.5.2 | Mikroskopie, Kultur, Identifizierung. | 57 | |

| | | | | | |
|------------|--|----|------------|--------------------------------|----|
| | Mikroskopie | 57 | 1.7 | Virologische Labor- | |
| | Kultur | 58 | | diagnose | 65 |
| | Identifizierung | 59 | | <i>O. Haller</i> | |
| 1.5.3 | Molekulare Methoden . . | 61 | 1.7.1 | Untersuchungsmaterial, | |
| 1.5.4 | Nachweis von Antikör- | 64 | | Transport, Information, | |
| | pernen, Antigenen, Toxinen | | | Befundinterpretation . . . | 65 |
| 1.6 | Mykologische | | 1.7.2 | Virusnachweis | 67 |
| | Labordiagnose | 64 | 1.7.3 | Antikörpernachweis | 69 |
| | <i>F. H. Kayser,</i> | | 1.8 | Parasitologische | |
| | <i>E. C. Böttger</i> | | | Labordiagnose | 70 |
| | | | | <i>P. Deplazes¹</i> | |
| | | | 1.8.1 | Material | 70 |
| | | | 1.8.2 | Untersuchungsmethoden | 72 |
| 2 | Epidemiologie und Hygiene | 73 | | | |
| | <i>F. H. Kayser, E. C. Böttger</i> | | | | |
| 2.1 | Einführung | 73 | | Kinetik der Keimtötung . | 82 |
| 2.2 | Epidemiologie | 73 | 2.3.2 | Wirkungsmechanismen . | 83 |
| 2.2.1 | Begriffe der Epidemio- | 73 | | Physikalische Verfahren | |
| 2.2.2 | Übertragung, Zoonosen, | 74 | | der Keimtötung | 84 |
| | Infektionsquellen | 74 | | Hitze | 84 |
| | Übertragung der Erreger | 74 | 2.3.3 | Strahlen | 84 |
| | Zoonosen | 75 | | Filtration | 85 |
| | Infektionsquellen | 77 | 2.3.4 | Chemische Verfahren zur | |
| 2.2.3 | Gesetzliche Bestimmun- | 77 | | Keimtötung | 85 |
| | gen bei der Bekämpfung | | | Praktische Desinfektions- | |
| | der Infektionskrankhei- | 77 | 2.4 | verfahren | 86 |
| | ten | 77 | | Krankenhaushygiene | |
| 2.2.4 | Expositionsprophylaxe . | 78 | | (nosokomiale Infek- | |
| 2.2.5 | Dispositionsprophylaxe . | 78 | 2.4.1 | tionen) | 87 |
| | Aktive Immunisierung . . | 78 | | Erreger, Morbidität, In- | |
| | Passive Immunisierung . . | 81 | | fektionen | 88 |
| | Chemoprohylaxe | 81 | | Erreger | 88 |
| | | | | Morbidität (Prävalenz) . . | 89 |
| | | | | Infektionen | 89 |
| 2.3 | Sterilisation und | | | | |
| | Desinfektion | 81 | | | |
| 2.3.1 | Begriffe, Allgemeines . . . | 82 | | | |
| | Begriffe | 82 | | | |

¹ überarbeitet nach Eckert und Deplazes, 12. Auflage

| | | | | | |
|------------|--|-----------|------------|---|-----------|
| 2.4.2 | Infektionsquellen, Infektionswege | 89 | 2.5.2 | Schwimmbeckenwasser, natürliche Badegewässer | 93 |
| 2.4.3 | Bekämpfung | 89 | 2.5.3 | Abwasser | 94 |
| 2.5 | Wasserhygiene | 90 | 2.6 | Lebensmittelhygiene | 95 |
| 2.5.1 | Trinkwasser | 91 | 2.6.1 | Begriffe | 96 |
| | Anforderungen an Trink- wasser | 91 | 2.6.2 | Mikrobielle Lebensmittel- vergiftungen | 96 |
| | Wasserförderung | 92 | 2.6.3 | Prävention | 98 |
| | Trinkwasseraufbereitung | 93 | | | |

Teil II Immunologie

3 Grundlagen der Immunologie 100

A. Roers

| | | | | | |
|------------|---|------------|------------|--|------------|
| 3.1 | Allgemeines | 100 | 3.3.2 | Sensoren des angeborenen Immunsystems | 112 |
| 3.2 | Einführung in die grundlegenden Funktionsprinzipien des Immunsystems | 100 | | Zelluläre PRRs | 112 |
| | | | | Zirkulierende PRRs | 119 |
| 3.2.1 | Zelluläre und molekulare Komponenten des Immunsystems | 100 | | Die Erkennung von danger- associated molecular patterns (DAMPs) durch Sensoren der angeborenen Immunität | 119 |
| | Zelluläre Komponenten | 100 | 3.3.3 | Effektoren der angeborenen Immunität | 121 |
| | Molekulare Komponenten | 104 | | Molekulare Effektoren | 121 |
| 3.2.2 | Organe des Immun- systems | 106 | | Zelluläre Effektoren der angeborenen Immunität | 127 |
| | Primäre lymphatische Organe | 106 | 3.4 | Adaptive Immunität | 131 |
| | Sekundäre lymphatische Organe | 106 | 3.4.1 | Die Antigenrezeptoren von B- und T-Zellen | 132 |
| 3.2.3 | Prinzipieller Ablauf einer Immunantwort | 108 | | Struktur der Antigen- rezeptoren | 132 |
| 3.3 | Angeborene Immunität | 110 | | Generierung der Antigen- rezeptorvielfalt durch somatische VDJ-Rekombi- nation | 134 |
| 3.3.1 | Mustererkennung durch das angeborene Immun- system | 111 | 3.4.2 | Entwicklung und Selektion der B-Zellen im Knochenmark | 134 |

| | | | | | |
|------------|--|------------|------------|---|------------|
| 3.4.3 | Antigenpräsentation und Antigenerkennung durch den T-Zell-Rezeptor | 135 | | Angeborene intrinsische antivirale Faktoren | 161 |
| | Präsentation von Peptiden auf MHC-Klasse-I-Molekülen | 136 | | Die Detektion viraler Infektion durch das angeborene Immunsystem . . | 161 |
| | Präsentation von Peptiden auf MHC-Klasse-II-Molekülen | 137 | | Antivirale Effektormechanismen des angeborenen Immunsystems | 162 |
| | Professionelle antigenpräsentierende Zellen (APC) | 139 | 3.5.2 | Adaptive antivirale Immunität | 163 |
| | Struktur und Polymorphismus des MHC-Lokus . | 139 | | Immunantworten gegen Bakterien | 164 |
| 3.4.4 | Entwicklung und Selektion von T-Zellen im Thymus | 141 | | Die Detektion bakterieller Infektion durch das angeborene Immunsystem . . | 164 |
| 3.4.5 | Die adaptive Immunantwort | 142 | | Antibakterielle Effektormechanismen des angeborenen Immunsystems . | 165 |
| | Die Aktivierung von dendritischen Zellen in peripheren Geweben . . . | 142 | 3.5.3 | Adaptive antibakterielle Immunität | 165 |
| | Die Aktivierung von T-Zellen | 143 | | Immunantworten gegen Parasiten | 166 |
| | Effektor-T-Zellen | 146 | 3.5.4 | Einzellige Parasiten | 166 |
| | Das Rezirkulationsverhalten von Effektor-T-Zellen | 149 | | Helminthen | 167 |
| | Periphere Toleranz | 149 | 3.5.4 | Immunantworten gegen Pilze | 168 |
| 3.4.6 | Die B-Zell-Antwort | 150 | 3.6 | Immundefizienz | 169 |
| | Die Aktivierung von B-Zellen | 150 | 3.6.1 | Hereditäre Immundefekte | 170 |
| | Die Keimzentrumsreaktion | 153 | | Genetische Defekte des angeborenen Immunsystems | 170 |
| | Plasmazellen und die Sekretion von Immunglobulin | 156 | 3.6.2 | Hereditäre Defekte des adaptiven Immunsystems | 171 |
| | Die verschiedenen Immunglobulinklassen und ihre Effektorfunktionen . | 156 | | Erworbene Immundefekte | 171 |
| 3.5 | Immunantworten gegen verschiedene Klassen von Erregern | 160 | 3.7 | Durch das Immunsystem verursachte Krankheit | 172 |
| 3.5.1 | Immunantworten gegen Viren | 161 | 3.7.1 | Autoinflammation | 172 |
| | | | 3.7.2 | Durch das adaptive Immunsystem verursachte Erkrankung | 174 |

Effektormechanismen, durch die Antikörper und T-Zellen Gewebe schädigen können 174
 Fehlregulationen des adaptiven Immunsystems, die zu immunologisch verursachter Gewebeschädigung führen. . . 179

3.8 Transplantations- und Transfusionsimmunologie 183
 3.8.1 Transplantationsimmunologie 183
 3.8.2 Transfusionsimmunologie 185
3.9 Schutzimpfungen . . 186
3.10 Immunologische Testmethoden 187

Teil III Bakteriologie

4 Allgemeine Bakteriologie 190

F. H. Kayser, E. C. Böttger

4.1 Morphologie und Feinstruktur der Bakterien 190
 4.1.1 Form der Bakterien 190
 4.1.2 Feinstrukturen der Bakterien. 191
 Nukleoid (Kernäquivalent) und Plasmide. 191
 Zytoplasma 193
 Zytoplasmamembran. 194
 Zellwand 195
 Kapsel 198
 Geißeln 198
 Haftfimbrien, Konjugationspili 199
 Biofilm 200
 Bakteriensporen. 201

Anabole Reaktionen 204
 Regulation des Stoffwechsels 204
 4.2.2 Wachstum und Kultur der Bakterien. 204
 Ernährung 204
 Wachstum und Zelltod 204

4.3 Molekulare Grundlagen der Bakteriengenetik 206

4.3.1 Struktur der bakteriellen DNA. 206
 4.3.2 Replikation der DNA 207
 4.3.3 Transkription und Translation. 207
 4.3.4 Regulation der Gen-Expression. 207

4.2 Physiologie des Stoffwechsels und des Wachstums der Bakterien 201

4.2.1 Bakterienstoffwechsel 202
 Überblick 202
 Katabole Reaktionen 202

4.4 Genetische Variabilität der Bakterien 209

4.4.1 Molekulare Mechanismen der genetischen Variabilität. 209
 Spontane Mutation 209

| | | | | | |
|------------|--|------------|------------|---|------------|
| 4.4.2 | Rekombination | 211 | | Evolution der Resistenz . . | 238 |
| | Interzelluläre Mechanismen der genetischen Variabilität | 212 | | Bekämpfung der Resistenz | 239 |
| | Transformation | 212 | 4.6.5 | Resistenzprüfungen | 239 |
| | Transduktion | 212 | | Klinische Aspekte der Therapie mit Antinfektiva | 241 |
| | Konjugation | 213 | 4.6.6 | Immuntherapie | 242 |
| | Restriktions-/Modifikationsystem und Genklonierungen | 216 | 4.7 | Pathogenese bakterieller Infektionen . . | 242 |
| 4.5 | Bakteriophagen | 219 | 4.7.1 | Adhärenz | 243 |
| 4.5.1 | Morphologie und Zusammensetzung | 220 | 4.7.2 | Invasion, Vermehrung und Ausbreitung. | 243 |
| 4.5.2 | Vermehrung | 220 | 4.7.3 | Strategien gegen unspezifische Immunität | 245 |
| | Lysogenie, Lysogenisierung, lysogene Konversion | 222 | 4.7.4 | Strategien gegen spezifische Immunität | 246 |
| 4.6 | Grundlagen der Antibiotikatherapie . | 223 | 4.7.5 | Krankheit | 246 |
| 4.6.1 | Definitionen | 224 | | Obligate Zellparasiten. . . | 246 |
| 4.6.2 | Pharmakodynamik, Pharmakokinetik, unerwünschte Wirkungen | 232 | | Extrazelluläre und intrazelluläre Toxine | 246 |
| | Pharmakodynamik (PD) | 232 | 4.7.6 | Effektoren spezieller Sekretionssysteme | 246 |
| | Pharmakokinetik (PK) | 233 | 4.7.7 | Zytokine und Chemokine | 249 |
| | PK/PD-Zusammenspiel | 233 | | Regulation der Pathogenität/Virulenz | 249 |
| | Unerwünschte Wirkungen | 233 | 4.7.7 | Genetik der Pathogenität/Virulenz | 252 |
| 4.6.3 | Wirkungsspektrum, Wirkungsmechanismus | 233 | 4.8 | Taxonomie (Klassifikation und Nomenklatur) | 253 |
| | Wirkungsmechanismus | 234 | 4.8.1 | Klassifikation | 253 |
| 4.6.4 | Probleme der Resistenz gegen Antiinfektiva | 235 | 4.8.2 | Nomenklatur | 254 |
| | Definitionen | 235 | 4.8.3 | Übersicht über die humanpathogenen Bakterien | 255 |
| | Resistenzmechanismen | 236 | | | |
| | Vorkommen, Bedeutung | 236 | | | |
| 5 | Bakterien als Krankheitserreger | 265 | | | |
| | <i>F. H. Kayser, E. C. Böttger</i> | | | | |
| 5.1 | Einführung | 265 | 5.2 | Staphylococcus | 265 |

| | | | | | |
|------------|---|-----|-------------|---|-----|
| 5.2.1 | Staphylococcus aureus . . . | 266 | 5.8.2 | Erysipelothrix rhusiopathiae (Erysipeloid) . . . | 287 |
| 5.2.2 | Koagulasenegative Staphylokokken (KNS) | 269 | 5.8.3 | Gardnerella vaginalis (Vaginose) | 287 |
| 5.3 | Streptococcus | 269 | 5.9 | Corynebacterium, Actinomyces, Nocardia, Tropheryma, weitere gram-positive Stäbchen . . | 288 |
| 5.3.1 | Streptococcus pyogenes (A-Streptokokken) | 270 | 5.9.1 | Corynebacterium diphtheriae (Diphtherie) | 288 |
| 5.3.2 | Streptococcus pneumoniae (Pneumokokken) . . | 274 | 5.9.2 | Actinomyces (Aktinomykosen) | 290 |
| 5.3.3 | Streptococcus agalactiae, Streptococcus dysgalactiae, vergrünende Streptokokken | 276 | 5.9.3 | Nocardia, Tropheryma, weitere grampositive Stäbchen | 292 |
| 5.4 | Enterococcus | 277 | | Nocardia | 292 |
| 5.5 | Seltene gram-positive Kokken | 278 | | Tropheryma | 292 |
| 5.6 | Bacillus | 278 | | Weitere grampositive Stäbchen | 293 |
| 5.6.1 | Bacillus anthracis (Anthrax, Milzbrand) . . . | 279 | 5.10 | Mycobacterium (Tuberkulose, Lepra, NTMI) | 294 |
| 5.6.2 | Bacillus cereus, Bacillus subtilis und weitere Arten | 280 | 5.10.1 | Tuberkulosebakterien (Tuberkulose) | 295 |
| 5.7 | Clostridium, Clostridioides | 280 | 5.10.2 | Leprabakterien (Lepra) . | 300 |
| 5.7.1 | Clostridium perfringens und weitere Clostridien (Gasbrand, anaerobe Zellulitis) | 282 | 5.10.3 | Nichttuberkulöse Mykobakterien (NTM-Infektionen) | 301 |
| 5.7.2 | Clostridium tetani (Tetanus) | 282 | 5.11 | Neisseria, Moraxella, Acinetobacter | 302 |
| 5.7.3 | Clostridium botulinum (Botulismus) | 284 | 5.11.1 | Neisseria gonorrhoeae (Gonorrhö) | 303 |
| 5.7.4 | Clostridioides difficile . . | 285 | 5.11.2 | Neisseria meningitidis (Meningitis, Sepsis) | 305 |
| 5.8 | Listeria, Erysipelothrix, Gardnerella . . | 285 | 5.11.3 | Moraxella und Acinetobacter | 307 |
| 5.8.1 | Listeria monocytogenes (Listeriose) | 286 | 5.12 | Enterobacteriaceae, Übersicht | 307 |

| | | | | | |
|-------------|--|-----|-------------|--|-----|
| 5.13 | Salmonella (Typhus, Paratyphus, Gastroenteritis) | 310 | 5.22 | Pseudomonas, Burkholderia, Stenotrophomonas | 334 |
| 5.14 | Shigella (bakterielle Ruhr) | 315 | 5.22.1 | Pseudomonas aeruginosa | 335 |
| 5.15 | Yersinia | 317 | 5.22.2 | Burkholderia, Stenotrophomonas | 336 |
| 5.15.1 | Yersinia pestis (Pest) . . . | 317 | 5.23 | Legionella (Legionärskrankheit, Pontiac-Fieber) | 337 |
| 5.15.2 | Yersinia enterocolitica (Enteritis), Y. pseudotuberculosis | 318 | 5.24 | Brucella, Bordetella, Francisella | 338 |
| 5.16 | Escherichia coli | 319 | 5.24.1 | Brucella (Brucellose, Morbus Bang) | 339 |
| 5.17 | Opportunistische Enterobacteriaceae | 322 | 5.24.2 | Bordetella (Keuchhusten, Pertussis) | 340 |
| 5.18 | Vibrio cholerae (Cholera) | 323 | 5.24.3 | Francisella tularensis (Tularämie) | 341 |
| 5.19 | Haemophilus, Aggregatibacter, Pasteurella | 327 | 5.25 | Bartonella (Oroyafieber, Fünf-Tage-Fieber, bakterielle Angiomatose und Peliosis, Katzenkratz-Krankheit) | 342 |
| 5.19.1 | Haemophilus influenzae | 327 | 5.26 | Obligat anaerobe, gramnegative Stäbchen | 344 |
| 5.19.2 | Weitere Haemophilus-Arten, Aggregatibacter | 329 | 5.27 | Treponema | 346 |
| 5.19.3 | Pasteurella | 329 | 5.27.1 | Treponema pallidum, subsp. pallidum (Syphilis) | 346 |
| 5.20 | Gramnegative Stäbchen mit geringer Pathogenität | 330 | 5.27.2 | Treponema pallidum, subsp. endemicum (endemische Syphilis; Bejel); Treponema pertenuis (Frambösie); Treponema carateum (Pinta) | 349 |
| 5.21 | Campylobacter, Helicobacter | 332 | | | |
| 5.21.1 | Campylobacter | 332 | | | |
| 5.21.2 | Helicobacter pylori | 333 | | | |

| | | | | | |
|-------------|---|------------|-------------|--|------------|
| 5.28 | Borrelia (Lyme-Borreliose, Rückfallfieber) | 350 | 5.31 | Chlamydia, Chlamydophila | 359 |
| 5.28.1 | Borrelia burgdorferi-Komplex (Lyme-Borreliose) | 350 | 5.31.1 | Übersicht und allgemeine Eigenschaften | 360 |
| 5.28.2 | Rückfallfieber-Borrelien (Rückfallfieber) | 352 | 5.31.2 | Chlamydophila (früher Chlamydia) psittaci (Ornithose) | 361 |
| 5.29 | Leptospira (Leptospirose, Morbus Weil) | 353 | 5.31.3 | Chlamydia trachomatis (Trachom, Urogenitalinfektionen, Konjunktivitis, Lymphogranuloma venereum) | 361 |
| 5.30 | Rickettsiaceae, Coxiellaceae, Ehrlichiaeae | 355 | 5.31.4 | Chlamydophila (früher Chlamydia) pneumoniae | 362 |
| | | | 5.32 | Mycoplasma, Ureaplasma | 363 |

Teil IV Mykologie

6 Allgemeine Mykologie 366

F. H. Kayser, E. C. Böttger

| | | | | | |
|------------|--|------------|------------|--|------------|
| 6.1 | Eigenschaften der Pilze | 366 | 6.2 | Allgemeine Aspekte der Pilzkrankungen | 369 |
| 6.1.1 | Definition und Taxonomie | 366 | 6.2.1 | Pilzallergien und Pilztoxikosen | 370 |
| 6.1.2 | Morphologie | 367 | 6.2.2 | Überblick über die wichtigsten Mykosen | 370 |
| 6.1.3 | Metabolismus | 368 | 6.2.3 | Pathogenese der Mykosen | 373 |
| 6.1.4 | Vermehrung der Pilze | 369 | 6.2.4 | Therapie der Mykosen | 373 |

7 Pilze als Krankheitserreger 376

F. H. Kayser, E. C. Böttger

| | | | | | |
|------------|--|------------|-------|---|-----|
| 7.1 | Primäre Mykosen | 376 | 7.1.2 | Coccidioides immitis (Kokzidioidomykose) | 377 |
| 7.1.1 | Histoplasma capsulatum (Histoplasmose) | 376 | 7.1.3 | Blastomyces dermatitidis (nordamerikanische Blastomykose) | 378 |

| | | | | | |
|------------|---|-----|------------|---|-----|
| 7.1.4 | Paracoccidioides brasiliensis (südamerikanische Blastomykose) | 378 | 7.2.4 | Mucor, Absidia, Rhizomucor, Rhizopus, Cunninghamella (Mucormykosen) | 384 |
| 7.2 | Opportunistische Mykosen | 379 | 7.2.5 | Phaeohyphomyzeten, Hyalohyphomyzeten, Penicillium marneffei (Hyphomykosen, Penicilliosis) | 386 |
| 7.2.1 | Candida, Malassezia und weitere Hefen (Candida-Mykose, seltene Hefemykosen) | 380 | 7.2.6 | Pneumocystis jirovecii (Pneumozystiose) | 387 |
| | Candida (Candida-Mykose) | 380 | 7.3 | Subkutane Mykosen | 388 |
| | Seltene Hefen und Hefemykosen. | 382 | 7.4 | Kutane Mykosen | 389 |
| 7.2.2 | Cryptococcus neoformans (Kryptokokkose) | 382 | 7.4.1 | Dermatomykosen durch Dermatophyten | 389 |
| 7.2.3 | Aspergillus (Aspergillose) | 383 | 7.4.2 | Seltene Mykosen der Haut, der Haare und der Mukosa | 390 |

Teil V Virologie

| | | | | | |
|------------|---|-----|------------|--|-----|
| 8 | Allgemeine Virologie | 394 | | | |
| | <i>O. Haller</i> | | | | |
| 8.1 | Besonderheiten der Viren | 394 | 8.5.3 | Reassortment | 415 |
| 8.2 | Virusaufbau | 395 | 8.5.4 | Genetische Manipulation von Viren | 416 |
| 8.3 | Einteilung der Viren | 400 | 8.5.5 | Epigenetische Veränderungen von Viren | 417 |
| 8.4 | Virusvermehrung | 405 | 8.6 | Infektionsformen und Veränderungen der Wirtszelle | 417 |
| 8.4.1 | Adsorption, Penetration und Uncoating | 405 | 8.6.1 | Lytische Infektion mit direkter Zellschädigung durch das Virus | 417 |
| 8.4.2 | Replikation. | 409 | 8.6.2 | Nichtlytische Infektion mit indirekter Zellschädigung durch die Immunabwehr. | 420 |
| 8.4.3 | Assembly und Release | 412 | 8.6.3 | Latente Infektion und Reaktivierung. | 420 |
| 8.5 | Virusgenetik und -evolution | 414 | | | |
| 8.5.1 | Mutation | 414 | | | |
| 8.5.2 | Rekombination. | 415 | | | |