

Impfkompendium

Herausgegeben von
Heinz Spiess
Ulrich Heining
Wolfgang Jilg

9., unveränderte Auflage

 Online-Version in der eRef



Impfkompendium

Heinz Spiess
Ulrich Heininger
Wolfgang Jilg

Unter Mitarbeit von

Klaus Cichutek
Christoph Conrad
Maia Funk-Baumann
Walter H. Haas
Christoph Hatz
Friedrich Hofmann
Brigitte Keller-Stanislawski
Markus Knuf
Herwig Kollaritsch
Jan Leidel
Johannes G. Liese
Claudius U. Meyer
Michael Pfeiderer

Martina Prelog
Sabine Reiter
Jürgen Scherer
Andreas Spickhoff
Robert Steffen
Andrea Streng
Mark Peter Gerard van der Linden
Magnus von Knebel Döberitz
Frank Falkner von Sonnenburg
Peter Weber
Ole Wichmann
Fred Zepp

9., unveränderte Auflage

44 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 1973
2. Auflage 1976
3. Auflage 1987
4. Auflage 1994
5. Auflage 1999
6. Auflage 2005
7. Auflage 2012
8. Auflage 2015

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.

© 2018 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstr. 14
70469 Stuttgart
Deutschland
www.thieme.de

Printed in Germany

Zeichnungen: Christiane und Dr. Michael von Solodkoff, Neckargemünd; BITmap, Mannheim
Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlaggrafik: Martina Berge
Umschlagfotos: fotolia.com
Redaktion: Gabriele Gaßmann, Stuttgart
Satz: L42 AG, Berlin
Druck: Grafisches Centrum Cuno, Calbe

ISBN 978-3-13-242162-2

1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-242163-9
eISBN (epub) 978-3-13-242164-6

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

Wirkung und Notwendigkeit von Schutzimpfungen sind nicht erst seit der Eliminierung der Pocken durch die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) global koordinierten und durchgeführten Pockenschutzimpfungen bewiesen. Auch die Poliomyelitis ist durch konsequent durchgeführte Schutzimpfungen und seuchenhygienische Maßnahmen weltweit zunehmend unter Kontrolle. Das gilt potenziell auch für die Masern, die als „Kinderkrankheit“ bezeichnet unterschätzt werden, besonders deren wichtigste Komplikationen, die Masern-Enzephalitis und die subakut sklerosierende Panenzephalitis.

Impfempfehlungen werden seit 1972 von der ständigen Impfkommission (STIKO) des Robert Koch-Instituts gegeben und regelmässig aktualisiert. Mit Beschluss der Gesundheitsministerkonferenz 1991 wurde erreicht, die öffentliche Empfehlung von Schutzimpfungen auf der Grundlage der Ergebnisse der STIKO durchzuführen.

Um die Impfempfehlungen nach dem neuesten Stand der Wissenschaft für die Lehre von Studenten und von in Impffragen Auskunft suchenden Ärzten und anderem medizinischem Personal darzustellen, werden für das Impfkompodium stets Autoren mit speziellen Sachkenntnissen in der Vakzinologie für die Bearbeitung der verschiedenen Kapitel herangezogen. Das gilt auch für die vorliegende Auflage; mehrere der Autoren sind Mitglieder bzw. Mitarbeiter der STIKO.

Wie in nahezu allen Bereichen der Medizin kommt es auch in der Vakzinologie in immer kürzeren Abständen zu Neuerungen. Deshalb erwies es sich bereits 4 Jahre nach dem Erscheinen der 7., vollständig neu bearbeiteten und erweiterten Auflage des Impfkompodiums als notwendig, das Buch erneut zu überarbeiten. Neue Impfstoffe, wie die Vakzine gegen Meningokokken der Serogruppe B, der tetravalente Influenzaimpfstoff oder der In-

fluenza-Lebendimpfstoff, wurden in die entsprechenden Kapitel neu aufgenommen, ebenso wie Änderungen in den Empfehlungen der STIKO. Letztere betreffen u. a. die Aufnahme der Schluckimpfung gegen Rotavirus als Standardimpfung für Säuglinge in den Impfkalendar, Änderungen bei den Empfehlungen zur Indikationsimpfung gegen saisonale Influenza, Vorziehen des Alters zur Impfung gegen Humane Papillomviren (HPV) auf 9 bis 14 Jahre, Dosisreduktion bei der Pneumokokken-Konjugatimpfung und die Überarbeitung der Empfehlungen zur Hepatitis-B-Indikationsimpfung und zur Postexpositionsprophylaxe gegen Hepatitis B.

Kurz vor Fertigstellung der vorliegenden überarbeiteten Auflage erreichte uns zu unserer großen Betroffenheit die Nachricht vom Tod des Begründers und langjährigen Herausgebers dieses Buches, Herrn Professor Heinz Spiess. Prof. Spiess war 20 Jahre lang Direktor der Kinderpoliklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München. Sein Interesse galt besonders der pädiatrischen Prävention und ganz speziell den Schutzimpfungen. Er hat sich um das Impfen in Deutschland in vieler Weise verdient gemacht, etwa als Mitinitiator und langjähriges Mitglied der Ständigen Impfkommission. 1973 erschien zum ersten Mal sein Impfkompodium, dessen 8. Auflage Sie nun in Händen halten. Auch an der Konzeption dieser Überarbeitung hat er nochmals entscheidend mitgewirkt. Mit ihm haben wir einen wichtigen Verfechter und Fürsprecher des Impfens in Deutschland verloren – nicht zuletzt durch dieses Buch wird er uns in Erinnerung bleiben!

Sicher auch in seinem Sinne wünschen wir Ihnen eine anregende Lektüre und nehmen Verbesserungsvorschläge gerne entgegen.

Basel, Regensburg,
im August 2015

*Ulrich Heininger
Wolfgang Jilg*

Anschriften

Herausgeber

Prof. Dr. med. Ulrich **Heininger**
Universitäts-Kinderspital
beider Basel (UKBB)
Infektiologie und Vakzinologie
Spitalstrasse 33
4056 Basel
Schweiz

Prof. Dr. med. Wolfgang **Jilg**
Universität Regensburg
Institut für Medizinische Mikrobiologie
und Hygiene
Klinische Virologie u. Infektionsimmunologie
Franz-Josef-Strauß-Allee 11
93053 Regensburg
Deutschland

Prof. Dr. med. Heinz **Spiess** †
Kinderpoliklinik
der Ludwig-Maximilians-Universität
Pettenkoferstr. 8a
80336 München
Deutschland

Mitarbeiter

Prof. Dr. Klaus **Cichutek**
Paul-Ehrlich-Institut
Bundesinstitut für Impfstoffe
und biomedizinische Arzneimittel
Paul-Ehrlich-Str. 51–59
63225 Langen
Deutschland

Dr. Christoph **Conrad**
Paul-Ehrlich-Institut
Referat Medizinische Grundsatzfragen,
Internationale Beziehungen
Paul-Ehrlich-Str. 51–59
63225 Langen
Deutschland

Dr. med. Maia **Funk-Baumann**
Universität Zürich
Institut für Epidemiologie, Biostatistik und
Prävention
Blümlisalpstrasse 72
8006 Zürich
Schweiz

Prof. Dr. med. Walter H. **Haas**
Robert Koch-Institut
Seestr. 10
13353 Berlin
Deutschland

Prof. Dr. med. Christoph **Hatz**
Schweizerisches Tropen- und
Public Health-Institut
Socinstrasse 57
4051 Basel
Schweiz

Prof. Dr. med. Ulrich **Heininger**
Universitäts-Kinderspital
beider Basel (UKBB)
Infektiologie und Vakzinologie
Spitalstrasse 33
4056 Basel
Schweiz

Prof. Dr. Dr. Friedrich **Hofmann**
Freiburger Forschungsstelle
Arbeits- und Sozialmedizin
Bertoldstr. 63
79098 Freiburg
Deutschland

Prof. Dr. med. Wolfgang **Jilg**
Universität Regensburg
Institut für Medizinische Mikrobiologie
und Hygiene
Klinische Virologie u. Infektionsimmunologie
Franz-Josef-Strauß-Allee 11
93053 Regensburg
Deutschland

Dr. med. Brigitte **Keller-Stanislawski**
Paul-Ehrlich-Institut
Bundesinstitut für Impfstoffe
und biomedizinische Arzneimittel
Paul-Ehrlich-Str. 51–59
63225 Langen
Deutschland

Univ.-Prof. Dr. med. Markus **Knuf**
 HSK Dr. Horst Schmidt Klinik
 Direktor der Klinik für Kinder und Jugendliche
 Ludwig-Erhard-Str. 100
 65199 Wiesbaden
 Deutschland

Univ.-Prof. Dr. med. Herwig **Kollaritsch**
 Medizinische Universität Wien
 Institut für Spezifische Prophylaxe
 und Tropenmedizin
 Kinderspitalgasse 15
 1090 Wien
 Österreich

Dr. Jan **Leidel**
 Aachener Str. 1313
 50859 Köln
 Deutschland

Prof. Dr. med. Johannes G. **Liese**
 Universitätsklinikum Würzburg
 Kinderklinik und Poliklinik
 Pädiatrische Infektiologie und Immunologie
 Josef-Schneider-Str. 22
 97080 Würzburg
 Deutschland

Dr. Claudius U. **Meyer**
 Universitätsmedizin
 der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
 Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin
 Labor für Pädiatrische Immunologie
 Obere Zahlbacher Str. 63
 55131 Mainz
 Deutschland

Dr. Michael **Pfleiderer**
 Paul-Ehrlich-Institut
 Bundesinstitut für Impfstoffe
 und biomedizinische Arzneimittel
 Paul-Ehrlich-Str. 51-59
 63225 Langen
 Deutschland

Prof. Dr. med. univ. Martina **Prelog**
 Universitätsklinikum Würzburg
 Kinderklinik und Poliklinik
 Josef-Schneider-Str. 2
 97080 Würzburg
 Deutschland

Dr. Sabine **Reiter**
 Bundesministerium für Gesundheit
 Referat 321
 Übertragbare Krankheiten/Infektionsschutz
 Friedrichstr. 108
 10117 Berlin
 Deutschland

Dr. Jürgen **Scherer**
 Paul-Ehrlich-Institut
 Abteilung Medizinische Biotechnologie
 Paul-Ehrlich-Str. 51-59
 63225 Langen
 Deutschland

Prof. Dr. Andreas **Spickhoff**
 Juristische Fakultät der LMU
 Lehrstuhl für Bürgerliches Recht und Medizinrecht
 Ludwigstr. 29
 80539 München
 Deutschland

Prof. Dr. med. Heinz **Spiess**
 Kinderpoliklinik
 der Ludwig-Maximilians-Universität
 Pettenkoferstr. 8a
 80336 München
 Deutschland

Prof. (em) Dr. med. Robert **Steffen**
 Universität Zürich
 WHO Collaborating Centre for Travellers' Health
 Institut für Epidemiologie, Biostatistik
 und Prävention
 Hirschengraben 84/E29
 8001 Zürich
 Schweiz

Dr. rer. nat. Andrea **Streng**
 Universitätsklinikum Würzburg
 Kinderklinik und Poliklinik
 Pädiatrische Infektiologie und Immunologie
 Josef-Schneider-Str. 2
 97080 Würzburg
 Deutschland

Dr. Mark Peter Gerard **van der Linden**
 Universitätsklinikum RWTH Aachen
 Nationales Referenzzentrum für Streptokokken
 Institut für Medizinische Mikrobiologie
 Pauwelsstr. 30
 52074 Aachen
 Deutschland

Prof. Dr. med. Magnus **von Knebel Döberitz**
Universitätsklinikum Heidelberg
Pathologisches Institut des Universitätsklinikums
Abteilung für Angewandte Tumorbiologie (ATB)
Im Neuenheimer Feld 224
69120 Heidelberg
Deutschland

Prof. Dr. med. Frank Falkner **von Sonnenburg**
Klinikum der Universität München
Medizinische Fakultät
Abteilung für Infektions- und Tropenmedizin
Leopoldstr. 5
80802 München
Deutschland

Prof. Dr. med. Peter **Weber**
Universitäts-Kinderspital beider Basel
Abteilung Neuro- und Entwicklungspädiatrie
Spitalstrasse 33
4056 Basel
Schweiz

Priv.-Doz. Dr. med. Ole **Wichmann**
Robert Koch-Institut
Fachgebiet Impfprävention
Seestr. 10
13353 Berlin
Deutschland

Univ.-Prof. Dr. med. Fred **Zepp**
Universitätsmedizin der
Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin
Langenbeckstr. 1
55131 Mainz
Deutschland

Abkürzungen

| | | | |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| ACYW | tetravalenter Konjugatimpfstoff gegen Meningokokken der Serotypen A, C, Y, W135 | EIA | Enzym-Immunoassay |
| ADA | Adenosinaminase | eIPV | inaktivierte Poliovakzine mit „enhanced potency“ |
| ADCC | antikörperabhängige, zellvermittelte Zytotoxizität | EKIF | Eidgenössische Kommission für Impffragen |
| AFP | Acute flaccid Paralysis | EMA | European Medicines Agency |
| AMG | Arzneimittelgesetz | EPI | Expanded Programme for Immunization |
| aP | azellulärer Pertussis-Impfstoff mit hoher Antigenkonzentration | ESPED | Erhebungseinheit für seltene pädiatrische Erkrankungen in Deutschland |
| Ap | azellulärer Pertussis-Impfstoff mit niedriger Antigenkonzentration | EU | Europäische Union |
| API | Active pharmaceutical Ingredient | EU/ml | ELISA-Einheiten/ml |
| APV | azelluläre Pertussisvakzine | FCS | Fetal Calf Serum |
| ArbMedVV | Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge | FHA | filamentöses Hämagglutinin |
| BALT | Bronchus associated lymphoid Tissue | FSME | Frühsommer-Meningoenzephalitis |
| BCG | Bacille Calmette-Guérin (attenuierter Lebendimpfstoff gegen Tuberkulose) | G 42 | DGUV-Grundsatz G 42, Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung |
| BCR | B-Zell-Rezeptor | GALT | Gut-associated lymphoid Tissue |
| BMG | Bundesministerium für Gesundheit | GAVI | Global Alliance for Vaccines and Immunization |
| BSE | bovine spongiforme Enzephalopathie | G-BA | Gemeinsamer Bundesausschuss |
| BWP | Biologics Working Party | GBS | Guillain-Barré-Syndrom |
| CDC | (US) Centers for Disease Control and Prevention | GC | Germinales Zentrum |
| CHMP | Committee for Human Medicinal Products | GKV | Gesetzliche Krankenversicherung |
| CIN | Cervical intraepithelial Neoplasia | GMP | Good Manufacturing Practice, gute Herstellungspraxis |
| CMV | Zytomegalievirus | GPEI | Global Polio Eradication Initiative |
| CTD | Common technical Document | GPV | Ganzkeimpertussisvakzine |
| cVDPV | Circulating Vaccine-derived Poliovirus | GvHD | Graft-versus-Host Disease |
| CVID | Common variable Immunodeficiency; variables Immundefektsyndrom | HAV | Hepatitis-A-Virus |
| D | Diphtherie-Impfstoff mit hoher Toxin-konzentration | HB | Hepatitis B |
| d | Diphtherie-Impfstoff mit niedriger Toxinkonzentration | HBcAg | Hepatitis-B-Core-Antigen |
| DAKJ | Deutsche Akademie für Kinderheilkunde und Jugendmedizin | HBsAg | Hepatitis-B-e-Antigen |
| DGUV | Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung | HBIG | Hepatitis-B-Immunglobulin |
| DPT | Diphtherie-Pertussis-Tetanus-Kombination | HBsAg | Hepatitis-B-Surface-Antigen |
| DTG | Deutsche Gesellschaft für Tropenmedizin und Internationale Gesundheit | HBV | Hepatitis-B-Virus |
| DTP | Diphtherie, Tetanus, Pertussis | HCV | Hepatitis-C-Virus |
| DTPa | Diphtherie-Tetanus-Pertussis (azellulär) | HDCV | Human diploid Cell Vaccine |
| EBV | Epstein-Barr-Virus | HDV | Hepatitis-D-Virus |
| EDQM | European Directorate for the Quality of Medicines and Healthcare | HEA | Hühnerereiweißallergie |
| | | HEV | Hepatitis-E-Virus |
| | | Hib | Haemophilus influenzae Typ b |
| | | HPV | humanes Papilloma-Virus |
| | | HR | High-Risk(-HPV) |
| | | HSA | humanes Serumalbumin |
| | | HSF | histaminsensibilisierender Faktor |
| | | i.d. | intradermal |
| | | i. d. R. | in der Regel |
| | | IfSG | Infektionsschutzgesetz |
| | | IGV | Internationale Gesundheitsvorschrift |
| | | IHN | infektiöse hämatopoetische Nekrose |

| | | | |
|--------------|-----------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------|
| IPV | inaktivierte Poliovakzine, inaktiviertes Poliovirus | rHA | rekombinantes humanes Albumin |
| IVIG | i. v. Immunglobulin | RKI | Robert Koch-Institut |
| J1 | Jugendgesundheitsuntersuchung (= U10) | RSV | Respiratory-syncytial-Virus |
| JAK | janusaktivierende Kinase | SCID | Severe combined Immunodeficiency |
| JE | Japanische Enzephalitis | SCIG | subkutanes Immunglobulin G |
| Kb | Kilobasenpaar | SGB | Sozialgesetzbuch |
| KG | Körpergewicht | SIKO | Sächsische Impfkommision |
| KI | Konfidenzintervall | SLOs | sekundäre lymphoide Organe |
| KV | Kassenärztliche Vereinigung | SOT | Solid Organ Transplantation |
| LLV | Lanzhou Lamb Rotavirus Vaccine | SPF | Specific Pathogen free |
| LPF | Lymphocytosis promoting Factor | SSPE | subakute sklerosierende Panenzephalitis |
| LR | Low-Risk(-HPV) | SSW | Schwangerschaftswoche |
| MDCK | Madin-Darby Canine Kidney | STIKO | Ständige Impfkommision am Robert Koch-Institut |
| MenC | Meningokokken der Serogruppe C | SZT | Stammzelltransplantation |
| MHC | Major Histocompatibility Complex | T | Tetanus(-Impfstoff) |
| MMR | Masern-Mumps-Röteln(-Impfstoff) | Td | Tetanus-Diphtherie-Impfstoff mit vermindertem Toxoidgehalt |
| MMRV | Masern-Mumps-Röteln-Varizellen (-Impfstoff) | TdPa | Tetanus-Diphtherie-Pertussis(-Impfstoff), azellulär |
| MRC | Medical Research Council | TLOS | tertiäre lymphoide Organe |
| MRC | marginale Zone | TLR | toll-like receptor |
| NTM | nicht tuberkulöse Mykobakterien | TSE | transmissible spongiforme Enzephalopathie |
| OCABR | Official Control Authority Batch Release | UN | United Nations |
| ÖGD | Öffentlicher Gesundheitsdienst | UNICEF | United Nations International Children's Emergency Fund |
| OPV | orale Poliovakzine | V | Varizellen(-Impfstoff) |
| ORS | orale Rehydratationslösung | VAPP | vakzineassoziierte paralytische Poliomyelitis |
| p.v. | post vaccinationem | VIEU/ml | Vienna-Einheiten/ml |
| PAMP | Pathogen-associated molecular Pattern | VLP | Virus-like-Particles |
| PCECV | Purified Chick Embryo Cell Culture Vaccine | VWP | Vaccine Working Party |
| PCR | Polymerase Chain Reaction | VZlg | Varizella-zoster-Immunglobulin |
| Pfu | Plaques forming Unit | VZV | Varizella-zoster-Virus |
| PID | primärer Immundefekt | WHO | World Health Organization |
| PNK | Pneumokokken | WI | Wistar Institute |
| PPS | Postpoliosyndrom | YEL-AND | Yellow Fever Vaccine-associated neurologic Disease |
| PRP | Hib-Kapselpolysaccharid | YEL-AVD | Yellow Fever Vaccine-associated viscerotropic Disease |
| PRR | Pattern-Recognition Receptors | | |
| PS | Polysaccharid(-Impfstoff) | | |
| PT | Pertussistoxin/-toxoid | | |
| PVCV | Purified vero Cell Culture Vaccine | | |
| RAG | Recombination activating Genes | | |

Inhaltsverzeichnis

Grundlagen

| | | |
|------------|--------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Historie und Zukunft von Schutzimpfungen | 28 |
| | <i>K. Cichutek, J. Scherer, C. Conrad, U. Heininger, H. Spiess</i> | |
| 1.1 | Vergangenheit | 28 |
| 1.2 | Gegenwart | 31 |
| 1.3 | Zukunft | 31 |
| 1.3.1 | Literatur | 34 |
| 2 | Immunität und Schutzimpfungen | 35 |
| | <i>C. U. Meyer u. F. Zepp</i> | |
| 2.1 | Das Immunsystem | 35 |
| 2.1.1 | Angeborene und erworbene Immunität | 35 |
| 2.1.2 | Die Immunantwort startet mit einer Entzündung | 35 |
| 2.1.3 | Lymphozyten | 37 |
| 2.1.4 | Aktivierung naiver T-Lymphozyten | 37 |
| 2.1.5 | Entstehung von Gedächtnis-T-Zellen | 38 |
| 2.1.6 | Entwicklung der B-Zell-Antwort und die Antikörperproduktion | 39 |
| 2.1.7 | Immungedächtnis | 41 |
| 2.2 | Impfungen | 42 |
| 2.2.1 | Passive Immunisierung | 42 |
| 2.2.2 | Therapeutische Impfung | 42 |
| 2.2.3 | Konjugatimpfstoffe | 42 |
| 2.2.4 | Adjuvanzien | 43 |
| 2.2.5 | Lebend- und Totimpfstoffe | 43 |
| 3 | Herstellung und Prüfung von Impfstoffen | 44 |
| | <i>M. Pfeleiderer u. K. Cichutek</i> | |
| 3.1 | Einleitung | 44 |
| 3.2 | Impfstoffe als biologische Arzneimittel | 44 |
| 3.3 | Gesetze und Leitfäden zur Sicherung der Qualität | 45 |
| 3.4 | Grundlagen zu den Herstellungsprozessen | 46 |
| 3.4.1 | Kontrolle der Roh- und Ausgangsmaterialien | 47 |
| 3.4.2 | Von den Saatmaterialien zum Impfstoff | 49 |
| 3.5 | Nicht klinische und klinische Prüfung von Impfstoffen | 53 |
| 3.5.1 | Literatur | 55 |
| 3.5.2 | Weiterführende Literatur | 55 |
| 4 | Versagensursachen von Schutzimpfungen | 56 |
| | <i>U. Heininger u. H. Spiess</i> | |
| 4.1 | Literatur | 57 |

Allgemeines, Rechtliche Belange

| | | | | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------|----|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5 | Aufklärung vor Schutzimpfungen | | | | 60 |
| | <i>A. Spickhoff</i> | | | | |
| 5.1 | Juristischer Ausgangspunkt | 60 | 5.3.4 | Therapeutische Sicherungsaufklärung; Beachtung von Empfehlungen der Ständigen Impfkommission und Staatshaftung | 63 |
| 5.2 | Generelle Anforderungen der Aufklärung | 60 | 5.3.5 | Beweis | 64 |
| 5.3 | Besondere Fragen und einschlägige Gerichtsentscheidungen ... | 61 | 5.4 | Form der Aufklärung und Dokumentation | 65 |
| 5.3.1 | Leitlinien zur Aufklärung bei Schutzimpfungen | 61 | 5.5 | Haftung und Strafbarkeit | 65 |
| 5.3.2 | Aufklärung bei Schutzimpfung von Kindern | 62 | 5.6 | Sonderfall: Klinische Prüfung von Impfstoffen | 66 |
| 5.3.3 | Risikoaufklärung in anderen Fällen | 63 | 5.6.1 | Literatur..... | 66 |
| 6 | Dokumentation der Schutzimpfungen | | | | 67 |
| | <i>O. Wichmann</i> | | | | |
| 6.1 | Gesetzliche Vorgaben | 67 | 6.2 | Ziel der Dokumentation von Maßnahmen der Immunisierung | 67 |
| | | | 6.2.1 | Literatur..... | 68 |
| 7 | Impfkomplikationen und Impfschäden | | | | 69 |
| | <i>B. Keller-Stanislawski</i> | | | | |
| 7.1 | Allgemeine Regeln | 69 | 7.7 | Komplikationen nach Impfungen | 70 |
| 7.2 | Aufklärungs- und Beratungspflicht | 69 | 7.8 | Impfschaden und gesetzliche Schadensregelung | 72 |
| 7.3 | Feststellung zur Impffähigkeit .. | 69 | 7.9 | Meldung des Verdachts auf eine Impfkomplikation | 72 |
| 7.4 | Erkrankungen nach einer Impfung | 70 | 7.10 | Schadensverhütung bei passiver Immunisierung | 72 |
| 7.5 | Handhabung von Impfstoffen ... | 70 | 7.10.1 | Literatur..... | 73 |
| 7.6 | Impfreaktionen | 70 | 7.10.2 | Weiterführende Literatur | 73 |

| | | | | | |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8 | Leitlinien für Schutzimpfungen | 74 | | | |
| | <i>O. Wichmann</i> | | | | |
| 8.1 | Die Ständige Impfkommission .. | 74 | 8.6 | Umgang mit Impfstoffen und Hinweise zur Impfung | 78 |
| 8.2 | Impfempfehlungen im historischen Überblick | 75 | 8.7 | Hinweise zu Kostenübernahmen von Schutzimpfungen | 79 |
| 8.3 | Empfehlungen zur Durchführung der Impfung | 75 | 8.8 | Umsetzung der Impfempfehlungen | 79 |
| 8.4 | Vorgehen bei fehlender Impfdokumentation | 77 | 8.8.1 | Literatur | 80 |
| 8.5 | Kontraindikationen und falsche Kontraindikationen | 77 | | | |
| 9 | Impfungen für Kinder und Jugendliche | 81 | | | |
| | <i>O. Wichmann</i> | | | | |
| 9.1 | Einleitung | 81 | 9.2.1 | Impfempfehlungen für Kinder und Jugendliche in Gemeinschaftsunterkünften für Aussiedler, Flüchtlinge oder Asylbewerber | 81 |
| 9.2 | Indikationsimpfungen für Kinder und Jugendliche | 81 | | | |
| 10 | Schutzimpfungen für Erwachsene – Indikations- und Auffrischimpfungen | 86 | | | |
| | <i>J. Leidel</i> | | | | |
| 10.1 | Einleitung | 86 | 10.3 | Indikations- und Auffrischimpfungen | 87 |
| 10.2 | Impfempfehlungen für Aussiedler, Flüchtlinge oder Asylbewerber in Gemeinschaftsunterkünften | 87 | 10.3.1 | Literatur | 95 |
| 11 | Impfkalender | 96 | | | |
| | <i>O. Wichmann</i> | | | | |
| 11.1 | Literatur | 98 | | | |
| 12 | Schutzimpfungen im Arbeitsleben | 99 | | | |
| | <i>F. Hofmann</i> | | | | |
| 12.1 | Einleitung | 99 | 12.3 | Diphtherie, Pertussis, Poliomyelitis und Tetanus | 100 |
| 12.2 | Gesetzliche Grundlagen | 99 | 12.4 | FSME | 100 |
| 12.2.1 | DGUV-Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen . | 99 | 12.5 | Hepatitis A | 101 |

| | | | | | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|-----|--------------|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 12.6 | Hepatitis B | 102 | 12.9 | Tollwut | 104 |
| 12.7 | Influenza | 102 | 12.10 | Tuberkulose | 104 |
| 12.8 | Masern, Mumps, Röteln, Varizellen | 102 | 12.10.1 | Literatur | 104 |
| 13 | Impfempfehlungen und Prophylaxe für Auslandsreisende | 106 | | | |
| | <i>F. von Sonnenburg</i> | | | | |
| 13.1 | Einleitung | 106 | 13.5.8 | Tuberkulose | 112 |
| 13.2 | Reiseimpfungen und Beratungspraxis | 106 | 13.6 | Reiseimpfungen bei besonderen Personengruppen | 112 |
| 13.3 | Vorgeschriebene Reiseimpfungen | 106 | 13.6.1 | Ältere Menschen | 112 |
| 13.3.1 | Gelbfieber | 106 | 13.6.2 | Schwangere | 113 |
| 13.4 | Generell empfehlenswerte Reiseimpfungen | 108 | 13.6.3 | Kinder und Jugendliche | 113 |
| 13.4.1 | Tetanus/Diphtherie/Pertussis | 108 | 13.6.4 | Immunkompromittierte Personen | 113 |
| 13.4.2 | Poliomyelitis | 108 | 13.7 | Impfplan und Impfabstände | 113 |
| 13.4.3 | Hepatitis A und B | 108 | 13.8 | Malaria | 114 |
| 13.5 | Indikationsimpfungen | 110 | 13.8.1 | Prophylaxe | 114 |
| 13.5.1 | Typhus abdominalis | 110 | 13.8.2 | Expositionsprophylaxe | 115 |
| 13.5.2 | Meningokokken-Meningitis | 111 | 13.8.3 | Chemoprophylaxe | 115 |
| 13.5.3 | Japanische Enzephalitis | 111 | 13.8.4 | Malariagebiete mit hohem Übertragungspotenzial | 116 |
| 13.5.4 | Tollwut | 112 | 13.8.5 | Verhalten im Erkrankungsfall und notfallmäßige Selbstbehandlung .. | 116 |
| 13.5.5 | FSME | 112 | 13.8.6 | Besondere Personengruppen | 117 |
| 13.5.6 | Influenza | 112 | 13.8.7 | Beratungspraxis und Information .. | 118 |
| 13.5.7 | Cholera | 112 | | | |
| 14 | Postexpositions- und Riegelungsimpfungen | 120 | | | |
| | <i>U. Heininger</i> | | | | |
| 14.1 | Einleitung | 120 | 14.8 | Mumps | 123 |
| 14.2 | Tetanus | 120 | 14.9 | Röteln | 124 |
| 14.3 | Diphtherie | 121 | 14.10 | Varizellen | 124 |
| 14.4 | Pertussis | 121 | 14.11 | Tollwut (Rabies) | 125 |
| 14.5 | Hepatitis B | 122 | 14.12 | Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) | 125 |
| 14.6 | Hepatitis A | 123 | 14.13 | Pocken | 126 |
| 14.7 | Masern | 123 | 14.13.1 | Literatur | 126 |

| | | | | |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | Zeitabstände und Kombination von Schutzimpfungen | 127 | | |
| | <i>U. Heininger u. H. Spiess</i> | | | |
| 15.1 | Zeitabstände zwischen Impfungen mit dem gleichen Impfstoff | 127 | 15.2.2 | Lebendimpfstoffe |
| | | | | 128 |
| 15.1.1 | Inaktivierte Impfstoffe | 127 | 15.3 | Koadministration von Impfstoffen |
| 15.1.2 | Lebendimpfstoffe | 127 | | 128 |
| 15.2 | Zeitabstände zwischen Impfungen mit unterschiedlichen Impfstoffen | 127 | 15.4 | Zeitabstände zwischen Impfungen und der Gabe von Immunglobulinen |
| | | | | 128 |
| 15.2.1 | Inaktivierte Impfstoffe | 127 | 15.4.1 | Literatur |
| | | | | 129 |
| 16 | Akzeptanz von Schutzimpfungen | 130 | | |
| | <i>F. Hofmann</i> | | | |
| 16.1 | Impfakzeptanz bei Schülern und Auszubildenden | 131 | 16.4 | Akzeptanz von Impfungen bei Hebammen |
| | | | | 132 |
| 16.2 | Bevölkerungsumfrage | 131 | 16.5 | Verbesserung der Impfmotivation |
| | | | | 133 |
| 16.3 | Ärzteumfragen | 131 | 16.5.1 | Literatur |
| | | | | 133 |
| 17 | Staat und Impfungen | 135 | | |
| | <i>S. Reiter</i> | | | |
| 17.1 | Rechtliche Rahmenbedingungen | 135 | 17.4 | Maßnahmen zur Verbesserung des Impfschutzes |
| | | | | 137 |
| 17.2 | Die rechtliche Bedeutung der Empfehlungen der Ständigen Impfkommission | 136 | 17.4.1 | Literatur |
| | | | | 138 |
| | | | 17.4.2 | Weiterführende Literatur |
| | | | | 138 |
| 17.3 | Internationale und nationale Impfprogramme | 136 | | |
| | | | | |
| Impfungen | | | | |
| 18 | Anthrax | 140 | | |
| | <i>R. Steffen</i> | | | |
| 18.1 | Epidemiologie | 140 | 18.4.2 | Impfdurchführung |
| | | | | 140 |
| 18.2 | Erreger | 140 | 18.4.3 | Wirksamkeit |
| | | | | 141 |
| 18.3 | Pathogenese und Klinik | 140 | 18.5 | Wichtige Informationen |
| | | | | 141 |
| 18.4 | Impfung | 140 | 18.5.1 | Nebenwirkungen |
| | | | | 141 |
| 18.4.1 | Impfstoffe | 140 | 18.5.2 | Indikation/Kontraindikation |
| | | | | 141 |
| | | | 18.5.3 | Therapie |
| | | | | 141 |
| | | | 18.5.4 | Meldepflicht |
| | | | | 141 |

| | | | | | |
|---------------|----------------------------------------------------|-----|---------------|-------------------------------------|-----|
| 19 | Cholera | | | | 142 |
| | <i>H. Kollaritsch</i> | | | | |
| 19.1 | Epidemiologie | 142 | 19.5.2 | Impfdurchführung | 145 |
| 19.2 | Erreger | 142 | 19.5.3 | Wirksamkeit | 145 |
| 19.3 | Pathogenese | 143 | 19.6 | Wichtige Informationen | 145 |
| 19.4 | Klinik | 143 | 19.6.1 | Nebenwirkungen | 145 |
| 19.5 | Impfung | 144 | 19.6.2 | Indikation/Kontraindikation | 146 |
| 19.5.1 | Impfstoffe | 144 | 19.6.3 | Therapie | 146 |
| | | | 19.6.4 | Meldepflicht | 147 |
| 20 | Diphtherie | | | | 148 |
| | <i>F. Hofmann</i> | | | | |
| 20.1 | Epidemiologie | 148 | 20.5.2 | Wirksamkeit | 151 |
| 20.2 | Erreger | 149 | 20.6 | Wichtige Informationen | 152 |
| 20.3 | Pathogenese | 149 | 20.6.1 | Nebenwirkungen | 152 |
| 20.4 | Klinik | 150 | 20.6.2 | Indikation/Kontraindikation | 152 |
| 20.5 | Impfung | 150 | 20.6.3 | Therapie | 152 |
| 20.5.1 | Impfstoff | 150 | 20.6.4 | Passive Immunisierung | 152 |
| | | | 20.6.5 | Meldepflicht | 152 |
| 21 | Enzephalitis, japanische | | | | 154 |
| | <i>M. Funk-Baumann u. R. Steffen</i> | | | | |
| 21.1 | Epidemiologie | 154 | 21.5.2 | Impfdurchführung | 156 |
| 21.2 | Erreger | 154 | 21.5.3 | Wirksamkeit | 156 |
| 21.3 | Pathogenese | 155 | 21.6 | Wichtige Informationen | 157 |
| 21.4 | Klinik | 155 | 21.6.1 | Nebenwirkungen | 157 |
| 21.5 | Impfung | 155 | 21.6.2 | Indikation/Kontraindikation | 157 |
| 21.5.1 | Impfstoffe | 155 | 21.6.3 | Therapie | 157 |
| | | | 21.6.4 | Passive Immunisierung | 157 |
| | | | 21.6.5 | Meldepflicht | 157 |
| 22 | Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) | | | | 159 |
| | <i>U. Heininger u. H. Kollaritsch</i> | | | | |
| 22.1 | Epidemiologie | 159 | 22.3 | Pathogenese | 161 |
| 22.2 | Erreger | 161 | 22.4 | Klinik | 161 |

| | | | | | |
|-------------|-------------------------------------------|-----|-------------|-----------------------------------------|-----|
| 22.5 | Impfung | 162 | 22.6 | Wichtige Informationen | 163 |
| 22.5.1 | Impfstoffe..... | 162 | 22.6.1 | Nebenwirkungen..... | 163 |
| 22.5.2 | Impfdurchführung..... | 162 | 22.6.2 | Indikation/Kontraindikation..... | 164 |
| 22.5.3 | Wirksamkeit..... | 163 | 22.6.3 | Therapie..... | 164 |
| | | | 22.6.4 | Meldepflicht..... | 164 |
| 23 | Gelbfieber | | | | |
| | <i>W. Jilg</i> | | | | |
| 23.1 | Epidemiologie | 166 | 23.5.3 | Wirksamkeit..... | 169 |
| 23.2 | Erreger | 167 | 23.6 | Wichtige Informationen | 169 |
| 23.3 | Pathogenese | 167 | 23.6.1 | Autorisierte Gelbfieberimpfstellen..... | 169 |
| 23.4 | Klinik | 168 | 23.6.2 | Nebenwirkungen..... | 169 |
| 23.5 | Impfung | 168 | 23.6.3 | Indikation/Kontraindikation..... | 171 |
| 23.5.1 | Impfstoffe..... | 168 | 23.6.4 | Therapie..... | 171 |
| 23.5.2 | Impfdurchführung..... | 169 | 23.6.5 | Passive Immunisierung..... | 171 |
| | | | 23.6.6 | Meldepflicht..... | 172 |
| 24 | Haemophilus influenzae Typ b | | | | |
| | <i>U. Heining</i> | | | | |
| 24.1 | Epidemiologie | 173 | 24.5.2 | Impfdurchführung..... | 175 |
| 24.2 | Erreger | 173 | 24.5.3 | Wirksamkeit..... | 175 |
| 24.3 | Pathogenese | 174 | 24.6 | Wichtige Informationen | 176 |
| 24.4 | Klinik | 174 | 24.6.1 | Nebenwirkungen..... | 176 |
| 24.5 | Impfung | 175 | 24.6.2 | Indikation/Kontraindikation..... | 176 |
| 24.5.1 | Impfstoffe..... | 175 | 24.6.3 | Therapie..... | 176 |
| | | | 24.6.4 | Chemoprophylaxe..... | 176 |
| | | | 24.6.5 | Meldepflicht..... | 177 |
| 25 | Hepatitis A | | | | |
| | <i>W. Jilg</i> | | | | |
| 25.1 | Epidemiologie | 178 | 25.5.2 | Impfdurchführung..... | 181 |
| 25.2 | Erreger | 179 | 25.5.3 | Wirksamkeit..... | 181 |
| 25.3 | Pathogenese | 179 | 25.6 | Wichtige Informationen | 182 |
| 25.4 | Klinik | 180 | 25.6.1 | Nebenwirkungen..... | 182 |
| 25.5 | Impfung | 180 | 25.6.2 | Indikation/Kontraindikation..... | 182 |
| 25.5.1 | Impfstoffe..... | 180 | 25.6.3 | Therapie..... | 182 |
| | | | 25.6.4 | Passive Immunisierung..... | 182 |
| | | | 25.6.5 | Meldepflicht..... | 183 |

| | | | | | |
|---------------|------------------------------------------|-----|---------------|-------------------------------------|-----|
| 26 | Hepatitis B | | | | 185 |
| | <i>W. Jilg</i> | | | | |
| 26.1 | Epidemiologie | 185 | 26.5.2 | Impfdurchführung | 188 |
| 26.2 | Erreger | 186 | 26.5.3 | Wirksamkeit | 189 |
| 26.3 | Pathogenese | 187 | 26.6 | Wichtige Informationen | 192 |
| 26.4 | Klinik | 187 | 26.6.1 | Nebenwirkungen | 192 |
| 26.5 | Impfung | 188 | 26.6.2 | Indikation/Kontraindikation | 192 |
| 26.5.1 | Impfstoffe | 188 | 26.6.3 | Therapie | 193 |
| | | | 26.6.4 | Passive Immunisierung | 193 |
| | | | 26.6.5 | Meldepflicht | 193 |
| 27 | Hepatitis C, D, E | | | | 196 |
| | <i>W. Jilg</i> | | | | |
| 27.1 | Einleitung | 196 | 27.3.4 | Impfung | 197 |
| 27.2 | Hepatitis C | 196 | 27.4 | Hepatitis E | 197 |
| 27.2.1 | Epidemiologie | 196 | 27.4.1 | Epidemiologie | 197 |
| 27.2.2 | Erreger | 196 | 27.4.2 | Erreger | 198 |
| 27.2.3 | Pathogenese | 196 | 27.4.3 | Pathogenese | 198 |
| 27.2.4 | Klinik | 196 | 27.4.4 | Klinik | 198 |
| 27.2.5 | Impfung | 196 | 27.4.5 | Impfung | 198 |
| 27.3 | Hepatitis D (Delta) | 197 | 27.5 | Wichtige Informationen | 199 |
| 27.3.1 | Epidemiologie | 197 | 27.5.1 | Meldepflicht | 199 |
| 27.3.2 | Erreger | 197 | | | |
| 27.3.3 | Klinik | 197 | | | |
| 28 | Humane Papillomaviren (HPV) | | | | 200 |
| | <i>M. von Knebel Doeberitz</i> | | | | |
| 28.1 | Epidemiologie | 200 | 28.5.2 | Impfdurchführung | 203 |
| 28.2 | Erreger | 200 | 28.6 | Wirksamkeit | 204 |
| 28.3 | Pathogenese | 201 | 28.7 | Wichtige Informationen | 204 |
| 28.4 | Klinik | 202 | 28.7.1 | Nebenwirkungen | 204 |
| 28.5 | Impfung | 202 | 28.7.2 | Indikation/Kontraindikation | 205 |
| 28.5.1 | Impfstoffe | 202 | 28.7.3 | Ausblick | 205 |

| | | | | |
|---------------|---------------------------------|-----|---------------|-------------------------------------|
| 29 | Influenza (Grippe) | 207 | | |
| | <i>U. Heininger u. W. Jilg</i> | | | |
| 29.1 | Epidemiologie | 207 | 29.5.2 | Impfdurchführung..... |
| 29.2 | Erreger | 208 | 29.5.3 | Wirksamkeit |
| 29.3 | Pathogenese | 208 | 29.6 | Wichtige Informationen |
| 29.4 | Klinik | 208 | 29.6.1 | Nebenwirkungen..... |
| 29.5 | Impfung | 209 | 29.6.2 | Indikation/Kontraindikation |
| 29.5.1 | Impfstoffe | 209 | 29.6.3 | Therapie |
| | | | 29.6.4 | Prophylaxe durch Virostatika |
| | | | 29.6.5 | Meldepflicht..... |
| 30 | Masern | 214 | | |
| | <i>W. Jilg u. U. Heininger</i> | | | |
| 30.1 | Epidemiologie | 214 | 30.5.2 | Impfdurchführung..... |
| 30.2 | Erreger | 215 | 30.5.3 | Wirksamkeit |
| 30.3 | Pathogenese | 215 | 30.6 | Wichtige Informationen |
| 30.4 | Klinik | 215 | 30.6.1 | Nebenwirkungen..... |
| 30.5 | Impfung | 216 | 30.6.2 | Indikation/Kontraindikation |
| 30.5.1 | Impfstoffe | 216 | 30.6.3 | Therapie |
| | | | 30.6.4 | Passive Immunisierung |
| | | | 30.6.5 | Meldepflicht..... |
| 31 | Meningokokken | 220 | | |
| | <i>U. Heininger</i> | | | |
| 31.1 | Epidemiologie | 220 | 31.5.2 | Impfdurchführung..... |
| 31.2 | Erreger | 220 | 31.5.3 | Wirksamkeit |
| 31.3 | Pathogenese | 220 | 31.6 | Wichtige Informationen |
| 31.4 | Klinik | 221 | 31.6.1 | Nebenwirkungen..... |
| 31.5 | Impfung | 221 | 31.6.2 | Indikation/Kontraindikation |
| 31.5.1 | Impfstoffe | 222 | 31.6.3 | Therapie |
| | | | 31.6.4 | Meldepflicht..... |
| 32 | Mumps | 227 | | |
| | <i>U. Heininger u. W. Jilg</i> | | | |
| 32.1 | Epidemiologie | 227 | 32.3 | Pathogenese |
| 32.2 | Erreger | 227 | 32.4 | Klinik |

| | | | | | |
|-------------|------------------------------------------|-----|-------------|-------------------------------------|-----|
| 32.5 | Impfung | 228 | 32.6.1 | Nebenwirkungen | 229 |
| 32.5.1 | Impfstoffe | 228 | 32.6.2 | Indikation/Kontraindikation | 229 |
| 32.5.2 | Impfdurchführung | 228 | 32.6.3 | Therapie | 230 |
| 32.5.3 | Wirksamkeit | 228 | 32.6.4 | Passive Immunisierung | 230 |
| | | | 32.6.5 | Meldepflicht | 230 |
| 32.6 | Wichtige Informationen | 229 | | | |
| 33 | Pertussis | 231 | | | |
| | <i>U. Heininger</i> | | | | |
| 33.1 | Epidemiologie | 231 | 33.5.1 | Impfstoffe | 232 |
| 33.2 | Erreger | 231 | 33.5.2 | Impfdurchführung | 232 |
| 33.3 | Pathogenese | 231 | 33.5.3 | Wirksamkeit | 233 |
| 33.4 | Klinik | 232 | 33.6 | Wichtige Informationen | 235 |
| 33.4.1 | Chemoprophylaxe | 232 | 33.6.1 | Nebenwirkungen | 235 |
| 33.5 | Impfung | 232 | 33.6.2 | Indikation/Kontraindikation | 236 |
| | | | 33.6.3 | Therapie | 237 |
| | | | 33.6.4 | Meldepflicht | 237 |
| 34 | Pest | 239 | | | |
| | <i>R. Steffen u. Chr. Hatz</i> | | | | |
| 34.1 | Epidemiologie | 239 | 34.5.2 | Wirksamkeit | 240 |
| 34.2 | Erreger | 239 | 34.6 | Wichtige Informationen | 240 |
| 34.3 | Pathogenese | 239 | 34.6.1 | Nebenwirkungen | 240 |
| 34.4 | Klinik | 239 | 34.6.2 | Indikation/Kontraindikation | 240 |
| 34.5 | Impfung | 240 | 34.6.3 | Therapie | 240 |
| | | | 34.6.4 | Expositions- und Chemoprophylaxe | 241 |
| 34.5.1 | Impfstoffe | 240 | 34.6.5 | Meldepflicht | 241 |
| 35 | Pneumokokken | 242 | | | |
| | <i>U. Heininger u. M. van der Linden</i> | | | | |
| 35.1 | Epidemiologie | 242 | 35.5.1 | Impfstoffe | 243 |
| 35.2 | Erreger | 242 | 35.5.2 | Impfdurchführung | 244 |
| 35.3 | Pathogenese | 243 | 35.5.3 | Wirksamkeit | 244 |
| 35.4 | Klinik | 243 | 35.6 | Wichtige Informationen | 247 |
| 35.5 | Impfung | 243 | 35.6.1 | Nebenwirkungen | 247 |
| | | | 35.6.2 | Indikation/Kontraindikation | 247 |
| | | | 35.6.3 | Therapie | 247 |
| | | | 35.6.4 | Meldepflicht | 248 |

| | | | | |
|---------------|--------------------------------------|-----|---------------|-------------------------------------|
| 36 | Pocken | 250 | | |
| | <i>M. Pfleiderer u. H. Spiess</i> | | | |
| 36.1 | Epidemiologie | 250 | 36.5.2 | Impfdurchführung..... 251 |
| 36.2 | Erreger | 250 | 36.5.3 | Wirksamkeit..... 252 |
| 36.3 | Pathogenese | 250 | 36.6 | Wichtige Informationen |
| 36.4 | Klinik | 250 | 36.6.1 | Nebenwirkungen..... 252 |
| 36.5 | Impfung | 250 | 36.6.2 | Indikation/Kontraindikation |
| 36.5.1 | Impfstoffe | 250 | 36.6.3 | Meldepflicht..... 253 |
| 37 | Poliomyelitis | 254 | | |
| | <i>S. Reiter</i> | | | |
| 37.1 | Epidemiologie | 254 | 37.6.3 | Wirksamkeit..... 257 |
| 37.2 | Globales Eradikationsprogramm | 254 | 37.7 | Wichtige Informationen |
| 37.3 | Erreger | 256 | 37.7.1 | Nebenwirkungen (IPV-Impfstoff) .. |
| 37.4 | Pathogenese | 256 | 37.7.2 | Indikation/Kontraindikation |
| 37.5 | Klinik | 256 | 37.8 | Therapie |
| 37.6 | Impfung | 257 | 37.9 | Meldepflicht |
| 37.6.1 | Impfstoffe | 257 | 37.9.1 | Literatur |
| 37.6.2 | Impfdurchführung..... | 257 | | |
| 38 | Röteln | 261 | | |
| | <i>W. Jilg, U. Heininger</i> | | | |
| 38.1 | Epidemiologie | 261 | 38.5.3 | Wirksamkeit..... 264 |
| 38.2 | Erreger | 262 | 38.6 | Wichtige Informationen |
| 38.3 | Pathogenese | 262 | 38.6.1 | Nebenwirkungen..... 264 |
| 38.4 | Klinik | 262 | 38.6.2 | Indikation/Kontraindikation |
| 38.4.1 | Postnatale Röteln..... | 262 | 38.7 | Therapie |
| 38.4.2 | Kongenitale Röteln | 263 | 38.8 | Passive Immunisierung |
| 38.5 | Impfung | 263 | 38.9 | Meldepflicht |
| 38.5.1 | Impfstoff..... | 263 | 38.9.1 | Literatur |
| 38.5.2 | Impfdurchführung..... | 263 | | |

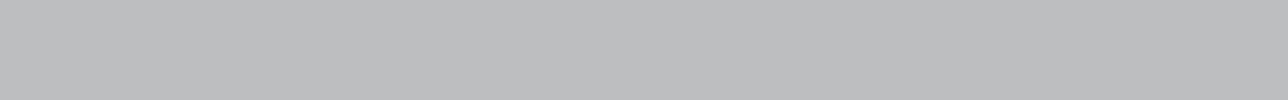
| | | | | |
|-------------|----------------------------|-----|-------------|-------------------------------------|
| 39 | Rotavirus | 267 | | |
| | <i>W. Jilg</i> | | | |
| 39.1 | Epidemiologie | 267 | 39.6 | Wichtige Informationen |
| 39.2 | Erreger | 267 | 39.6.1 | Nebenwirkungen |
| 39.3 | Pathogenese | 268 | 39.6.2 | Indikation/Kontraindikation |
| 39.4 | Klinik | 268 | 39.7 | Therapie |
| 39.5 | Impfung | 268 | 39.8 | Passive Immunisierung |
| 39.5.1 | Impfstoffe | 268 | 39.9 | Meldepflicht |
| 39.5.2 | Impfdurchführung | 269 | 39.9.1 | Literatur |
| 39.5.3 | Wirksamkeit | 269 | | |
| 40 | Tetanus | 272 | | |
| | <i>F. Hofmann</i> | | | |
| 40.1 | Epidemiologie | 272 | 40.5.2 | Impfdurchführung |
| 40.2 | Erreger | 272 | 40.5.3 | Wirksamkeit |
| 40.3 | Pathogenese | 272 | 40.6 | Wichtige Informationen |
| 40.4 | Klinik | 273 | 40.6.1 | Nebenwirkungen |
| 40.5 | Impfung | 273 | 40.6.2 | Indikation/Kontraindikation |
| 40.5.1 | Impfstoffe | 273 | 40.6.3 | Therapie |
| | | | 40.6.4 | Passive Immunisierung |
| | | | 40.6.5 | Meldepflicht |
| 41 | Tollwut | 277 | | |
| | <i>W. Jilg</i> | | | |
| 41.1 | Epidemiologie | 277 | 41.5.2 | Impfdurchführung |
| 41.2 | Erreger | 278 | 41.5.3 | Wirksamkeit |
| 41.3 | Pathogenese | 278 | 41.6 | Wichtige Informationen |
| 41.4 | Klinik | 279 | 41.6.1 | Nebenwirkungen |
| 41.5 | Impfung | 280 | 41.6.2 | Indikation/Kontraindikation |
| 41.5.1 | Impfstoffe | 280 | 41.6.3 | Therapie |
| | | | 41.6.4 | Passive Immunisierung |
| | | | 41.6.5 | Meldepflicht |

| | | | | | |
|---------------|----------------------------|-----|---------------|-------------------------------------|-----|
| 42 | Tuberkulose | | | | 286 |
| | <i>W. Haas</i> | | | | |
| 42.1 | Epidemiologie | 286 | 42.4.2 | Impfdurchführung..... | 288 |
| 42.2 | Erreger | 286 | 42.4.3 | Wirksamkeit..... | 289 |
| 42.3 | Pathogenese | 286 | 42.5 | Wichtige Informationen | 289 |
| 42.4 | Impfung | 287 | 42.5.1 | Nebenwirkungen..... | 289 |
| 42.4.1 | Impfstoffe..... | 287 | 42.5.2 | Indikation/Kontraindikation | 290 |
| | | | 42.5.3 | Meldepflicht..... | 290 |
| 43 | Typhus | | | | 292 |
| | <i>H. Kollaritsch</i> | | | | |
| 43.1 | Epidemiologie | 292 | 43.5.2 | Impfdurchführung..... | 295 |
| 43.2 | Erreger | 293 | 43.5.3 | Wirksamkeit..... | 295 |
| 43.3 | Pathogenese | 293 | 43.6 | Wichtige Informationen | 296 |
| 43.4 | Klinik | 294 | 43.6.1 | Nebenwirkungen..... | 296 |
| 43.5 | Impfung | 294 | 43.6.2 | Indikation/Kontraindikation | 296 |
| 43.5.1 | Impfstoffe..... | 294 | 43.6.3 | Therapie | 297 |
| | | | 43.6.4 | Meldepflicht..... | 297 |
| 44 | Varizellen | | | | 298 |
| | <i>J. Liese, A. Streng</i> | | | | |
| 44.1 | Epidemiologie | 298 | 44.5.2 | Impfdurchführung..... | 300 |
| 44.2 | Erreger | 298 | 44.5.3 | Wirksamkeit..... | 300 |
| 44.3 | Pathogenese | 298 | 44.6 | Wichtige Informationen | 301 |
| 44.4 | Klinik | 298 | 44.6.1 | Nebenwirkungen..... | 301 |
| 44.5 | Impfung | 300 | 44.6.2 | Indikation/Kontraindikation | 301 |
| 44.5.1 | Impfstoffe..... | 300 | 44.6.3 | Passive Immunisierung | 302 |
| | | | 44.6.4 | Meldepflicht..... | 303 |

Impfungen unter bestimmten Umständen

| | | | | | |
|-------------|-------------------------------------------------|-----|---------------|----------------------------------------|-----|
| 45 | Impfen und Allergien | 306 | | | |
| | <i>J. Liese, M. Prelog</i> | | | | |
| 45.1 | Einleitung | 306 | 45.5.1 | Thiomersal | 311 |
| 45.2 | Klinische Manifestationen | 306 | 45.5.2 | Formaldehyd | 311 |
| 45.2.1 | Anaphylaktische Reaktion | 307 | 45.5.3 | Antibiotika | 312 |
| 45.2.2 | Anaphylaktoide Reaktion | 307 | 45.5.4 | Polygeline | 312 |
| 45.2.3 | Subakute allergische Reaktionen .. | 307 | 45.5.5 | Humanalbumin | 312 |
| 45.2.4 | Verzögerte allergische Reaktionen. | 308 | 45.5.6 | Hefeproteine | 312 |
| 45.3 | Spezifische Impfstoffbestand- | | 45.5.7 | Adjuvanzien | 313 |
| | teile, die mit allergischen | | 45.5.8 | Latex | 313 |
| | Reaktionen assoziiert sind. | 308 | 45.5.9 | Weitere Bestandteile | 313 |
| 45.4 | Hühnereiweißallergie | 308 | 45.6 | Impfungen bei Allergikern und | |
| 45.4.1 | Impfungen bei Patienten mit einer | | | Patienten mit Risiko für die | |
| | Hühnereiweiß-Allergie | 308 | | Entwicklung von Allergien | 313 |
| 45.5 | Zusatzsubstanzen in Impfstoffen | 311 | 45.7 | Durch Impfungen erzeugte | |
| | | | | Allergien | 314 |
| 46 | Immundefizienzen und HIV-Infektion | 316 | 45.7.1 | Literatur | 314 |
| | <i>M. Knuf u. F. Zepp</i> | | | | |
| 46.1 | Impfungen und Immundefekt/ | | 46.2 | Immundefekte | 318 |
| | Immunsuppression | 316 | 46.2.1 | Primäre Immundefekte | 318 |
| 46.1.1 | Antikörperspiegel als Maß für | | 46.2.2 | Sekundäre Immundefekte | 320 |
| | Impferfolg | 316 | | | |
| 46.1.2 | Immunisierung von Kontakt- | | | | |
| | personen | 316 | | | |
| 47 | Operationen | 326 | 47.3 | Vorgehen in der Praxis: | |
| | <i>M. Knuf u. F. Zepp</i> | | | Empfehlungen der STIKO | 327 |
| 47.1 | Immunologische Grundlagen ... | 326 | 47.3.1 | Literatur | 327 |
| 47.2 | Unerwünschte Wirkungen von | | | | |
| | Impfungen | 326 | | | |

| | | | | |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------|------------------------------------|
| 48 | Zerebralschäden | 328 | | |
| | <i>P. Weber u. U. Heininger</i> | | | |
| 48.1 | Impfindikationen | 328 | 48.3 | Impfrisiken |
| | | | | 330 |
| 48.2 | Kontraindikationen bei vor- bestehenden neurologischen Krankheiten | 328 | 48.3.1 | Literatur |
| | | | | 332 |
| 49 | Schwangerschaft | | | |
| | <i>U. Heininger u. B. Keller-Stanislawski</i> | | | |
| 49.1 | Poliomyelitis | 335 | 49.9 | Influenza (Grippe) |
| | | | | 337 |
| 49.2 | Masern | 335 | 49.10 | HPV |
| | | | | 337 |
| 49.3 | Röteln | 336 | 49.11 | Tollwut |
| | | | | 338 |
| 49.4 | Mumps | 336 | 49.12 | Gelbfieber |
| | | | | 338 |
| 49.5 | Varizellen | 336 | 49.13 | Passive Immunisierung |
| | | | | 338 |
| 49.6 | Tetanus | 337 | 49.13.1 | Literatur |
| | | | | 338 |
| 49.7 | Diphtherie | 337 | | |
| | | | | |
| 49.8 | Pertussis | 337 | | |
| | | | | |
| | Sachverzeichnis | | | |
| | | | | 340 |



Teil I
Grundlagen



1 Historie und Zukunft von Schutzimpfungen

K. Cichutek, J. Scherer, C. Conrad, U. Heining, H. Spiess

Der Grundgedanke der Schutzimpfung resultiert aus Jahrtausende alten Erfahrungen, dass Infektionskrankheiten und Vergiftungen einen Schutz gegen spätere gleichartige Infekt- und Gifteinwirkungen hinterlassen. Die als Inokulation bezeichnete Übertragung von Pockenblaseninhalten oder Pockenkrusten zum Schutz gegen die Pockenkrankung soll schon 1500 v. Chr. in Indien durchgeführt worden sein [3].

Die *Vakzination* – heute ein Begriff für die *aktive Immunisierung* (Impfung) – gründet sich auf die Beobachtung, dass Kuhpocken (lat. vacca = Kuh), auf die Hände von Melkern übertragen, vor echter Pockenkrankung schützen. Dem englischen Arzt Jenner gebührt das Verdienst, durch exakte Untersuchung nachgewiesen zu haben, dass eine am 14.05.1796 bei einem Jungen durchgeführte Impfung mit Kuhpockenblaseninhalten gegen eine 6 Wochen später vorgenommene virulente Prüfinfektion mit inokuliertem menschlichem Pockenblaseninhalten gegen die Pockenkrankung schützte.

Die *passive Immunisierung* gründet sich auf den Nachweis der Schutzwirkung von Diphtherie- und Tetanusantitoxin durch Behring und Kitasato. Eine passive Immunisierung erfolgte mit einem Immunserum, das aus zuvor immunisierten Säugtieren gewonnen wurde.

1.1 Vergangenheit

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts wurden viele Impfstoffe gegen bakterielle und virale Krankheiten entwickelt (► Tab. 1.1). Die 1. Generation von Vakzinen bestand aus partiell gereinigten Toxoiden (Diphtherie und Tetanus) oder abgetöteten Bakterien (Typhus, Cholera, Keuchhusten). Diese Impfstoffe sind teilweise heute noch ohne wesentliche Modifikationen im Gebrauch. Wegen der besseren Verträglichkeit werden der Pertussisganzkeimvakzine seit einiger Zeit in vielen Ländern azelluläre Keuchhustenimpfstoffe (aP) vorgezogen. Die Einführung der Zellkulturtechniken in den späten 1940er-Jahren brachte große Fortschritte für die Entwicklung von Impfstoffen gegen virale Erreger. Die neue Technik erlaubte nicht nur, Viren in großen Mengen unter kontrollierten Bedingungen herzustellen, sondern sie bot zugleich die Möglichkeit, durch kontinuierliche Passagen Viren zu attenuieren.

1955 wurde durch Salk die erste inaktivierte Poliovakzine eingeführt. 1962 wurden die ersten erfolgreichen Versuche unternommen, die Poliomyelitis durch Massenimpfung mit einem von Sabin entwickelten oralen Lebendimpfstoff zu kontrollieren. Wenige Jahre später standen Lebendimpfstoffe gegen Masern, Mumps und Röteln und seit den 1980er-Jahren auch gegen Varizellen zur Verfügung. Pasteur reduzierte die Virulenz der Tollwutviren durch Passagen in Kaninchen bereits 1885, und 1936 wurde ein attenuierter Impfstoff gegen Gelbfieber durch Passagen der Viren in Hühnerembryonen gewonnen. Nach anfänglichen Arbeiten, die vor allem in der Herstellung der BCG-Vakzinen bestanden, wurde die Entwicklung von bakteriellen Lebendimpfstoffen aufgegeben. Das war nicht nur in der Komplexität der Bakterien begründet, sondern auch darin, dass die meisten bakteriellen Erkrankungen durch Antibiotika erfolgreich behandelt werden konnten. Erst Mitte der 1970er-Jahre wurde ein oraler Lebendimpfstoff gegen Typhus produziert. Dieser Impfstoff verfügt zwar über einen definierten Enzymdefekt (Galaktose-Epimerase-Defekt), ist aber noch über einen ungerichteten physikochemischen Mutationsdruck selektiert worden. Erst die Entwicklung eines lebenden oralen Choleraimpfstoffs (Orochol Berna – Impfstamm CVD 103 HgR) erfolgte durch gezielte gentechnische Veränderung, die eine Detoxifizierung des Cholera-toxins bewirkte.

Die Kenntnis, dass bei Viren und einigen Bakterien nur bestimmte Strukturen für die Entstehung von schützenden Antikörpern verantwortlich sind, führte zur Entwicklung der ersten Subunit-Vakzinen. Zwischen 1972 und 1984 wurden die Impfungen mit hoch gereinigten Kapselpolysacchariden gegen Erkrankungen durch *Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria meningitidis* und *Haemophilus influenzae* Typ b (Hib) eingeführt. 1981 stand erstmals ein Impfstoff gegen Hepatitis B, der aus inaktiviertem hoch gereinigtem HBsAg aus menschlichem Plasma bestand, zur Verfügung. Er wird heute gentechnisch produziert.

Ein weiterer Meilenstein war die Einführung der Hib-Konjugatimpfstoffe zu Beginn der 1990er-Jahre. Damit war es erstmals möglich, bereits im Säuglingsalter erfolgreich gegen Polysaccharidantigene (d. h. bekapselte Bakterien) zu impfen. Dies

Tab. 1.1 Einige historische Daten zur aktiven und passiven Immunisierung

| Jahr | Krankheit/Infektion | Art des Impfstoffs |
|------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1796 | Pocken | natürlich attenuierte Kuhpockenviren |
| 1885 | Tollwut | attenuierte bzw. inaktivierte Viren |
| 1890 | Diphtherie, Tetanus | Antitoxine |
| 1896 | Typhus | inaktivierte Bakterien |
| 1896 | Cholera | inaktivierte Bakterien |
| 1923 | Diphtherie | partiell gereinigtes Toxoid |
| 1926 | Keuchhusten | inaktivierte Bakterien |
| 1926 | Tetanus | partiell gereinigtes Toxoid |
| 1927 | Tuberkulose | lebende attenuierte Bakterien (BCG) |
| 1936 | Gelbfieber | replikationsfähige attenuierte Viren |
| 1936 | Influenza | inaktivierte Viren |
| 1953 | Anthrax | attenuierte Bakterien |
| 1955 | Poliomyelitis | inaktivierte Viren |
| 1961 | Poliomyelitis | replikationsfähige attenuierte Viren |
| 1963 | Masern | inaktivierte Viren, replikationsfähige attenuierte Viren |
| 1967 | Mumps | replikationsfähige attenuierte Viren |
| 1969 | Röteln | replikationsfähige attenuierte Viren |
| 1972 | Meningokokken | gereinigte Polysaccharide (Gruppe A und C) |
| 1976 | Tollwut | inaktivierte Viren (HDCV) |
| 1977 | Pneumokokken | gereinigte Polysaccharide (14-valent) |
| 1980 | Typhus | lebende attenuierte Bakterien |
| 1981 | Hepatitis B | inaktiviertes Hepatitis-B-Oberflächenantigen (HBsAg) aus Plasma chronischer Virusträger |
| 1981 | Pertussis | azelluläre Antigene (Japan) |
| 1983 | Varizellen | replikationsfähige attenuierte Viren |
| 1983 | Frühsommer-Meningoenzephalitis | inaktivierte Viren |
| 1986 | Hepatitis B | rekombinantes HBsAg |
| 1987 | Haemophilus-influenzae-Typ-b-Meningitis | Polysaccharid-Diphtherietoxoid-Konjugat und andere Konjugatimpfstoffe |
| 1992 | Hepatitis A | inaktivierte Viren |
| 1994 | Pertussis | azelluläre Antigene (Europa) |
| 1998 | Rotavirus | rekombinante Viren |
| 1999 | Meningokokken | Konjugatimpfstoff (Gruppe C) |
| 2000 | Pneumokokken | Konjugatimpfstoff (7-valent) |
| 2003 | Influenza | replikationsfähige, kälteadaptierte attenuierte Viren zur intranasalen Applikation (USA) |
| 2005 | Rotavirus | bovin, reassortiert (pentavalent); human, reassortiert (monovalent) |
| 2006 | Humanes Papillomavirus | rekombinantes L1-Protein in Form virusähnlicher Partikel (VLP) |
| 2007 | Influenza, pandemisch | inaktivierte Viren, adjuvantiert |
| 2007 | Herpes zoster | replikationsfähige attenuierte Viren |
| 2008 | Influenza, präpandemisch | inaktivierte Viren, adjuvantiert |
| 2009 | Japanische Enzephalitis | inaktivierte attenuierte Viren |
| 2009 | Pneumokokken | Konjugatimpfstoff (10-valent) |
| 2010 | Pneumokokken | Konjugatimpfstoff (13-valent) |