

# Medizinische Mikrobiologie

Immunologie, Bakteriologie, Mykologie, Virologie,  
Parasitologie

Fritz H. Kayser, Kurt A. Bienz, Johannes Eckert,  
Jean Lindenmann

Begründet von Ernst Wiesmann

8., überarbeitete Auflage

105, meist zweifarbige Abbildungen, 9 Farbtafeln  
81 Tabellen



1993

Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York



# Inhaltsverzeichnis



## Grundlagen der medizinischen Mikrobiologie

F. H. KAYSER

<b>Erreger von Infektionskrankheiten</b> .....	1
Historisches .....	1
Prione, Viroide, Viren .....	3
Prokaryonten (Bakterien) .....	3
Eukaryonten (Protisten) .....	5
Helminthen .....	5
Arthropoden .....	5
<b>Gast-Wirt-Beziehungen</b> .....	6
Grundbegriffe der Infektionslehre .....	7
Determinanten der bakteriellen Pathogenität und Virulenz ...	9
Adhärenz .....	10
Invasion und Ausbreitung .....	10
Strategien gegen unspezifische Immunität .....	10
Strategien gegen spezifische Immunität .....	12
Krankheit .....	12
Regulation der bakteriellen Virulenz .....	13
Infektabwehr .....	14
Mechanismen der unspezifischen Infektabwehr .....	14
Mechanismen der spezifischen Infektabwehr .....	17
Defekte der Infektabwehr .....	17
Normalflora .....	18
<b>Allgemeine Epidemiologie</b> .....	20
Begriffe .....	20
Übertragung, Infektionsquellen, Übertragungsketten .....	20
Bekämpfung der Infektionskrankheiten .....	23
<b>Grundlagen der Sterilisation und Desinfektion</b> .....	25
Begriffe, Allgemeines .....	26



Physikalische Verfahren der Keimtötung .....	28
Hitze .....	28
Strahlen .....	29
Filtration .....	29
Chemische Verfahren zur Keimtötung .....	30
Praktische Desinfektionsverfahren .....	32

## 2 Allgemeine Immunologie

J. LINDENMANN

<b>Übersicht</b> .....	34
<b>Ausgangslage</b> .....	35
<b>Terminologie</b> .....	36
<b>Der immunologische Apparat</b> .....	37
<b>Das System der B-Zellen</b> .....	38
Bildung der variablen Domänen der Immunglobuline .....	41
Bildung der verschiedenen Immunglobulinklassen .....	43
Vermehrung und Differenzierung der B-Zellen .....	44
Das von den B-Zellen erkannte Epitop .....	45
B-Zell-Proliferation .....	45
Monoklonale Antikörper .....	45
<b>Das System der T-Zellen</b> .....	47
Das von den T-Zellen erkannte Epitop .....	48
Struktur der MHC-Moleküle .....	48
Reifung und Auswahl der T-Zellen .....	50
Die T-Helferzellen .....	50
Die zytotoxischen T-Zellen .....	54
<b>Efferente Immunmechanismen</b> .....	55
Das Komplementsystem .....	55
Verzögerte Überempfindlichkeit .....	56
Immunreaktion und Entzündung .....	58
Transplantationsimmunität .....	58
Bluttransfusion .....	59
Immundefekte, Immunsuppression .....	61
Netzwerkthesen .....	62



<b>Krankmachende Immunreaktionen</b> .....	62
Typ I, anaphylaktische Reaktion .....	63
Typ II, zytotoxische Reaktion .....	63
Typ III, Immunkomplexvaskulitis .....	64
Typ IV, verzögerte Überempfindlichkeit .....	64
<b>Autoimmunität und Autoimmunkrankheiten</b> .....	64
<b>Immunstimulation und Immunsuppression</b> .....	65
Spezifische Förderung von Immunreaktionen .....	65
Unspezifische Stimulation des Immunsystems .....	67
Spezifische Unterdrückung von Immunreaktionen .....	67
Unspezifische Unterdrückung von Immunreaktionen .....	67
<b>Diagnostische Immunreaktionen</b> .....	68
In-vitro-Reaktionen der humoralen Immunität .....	68
In-vitro-Reaktionen der zellulären Immunität .....	76
In-vivo-Reaktionen der humoralen und zellulären Immunität ..	77

## 3

**Allgemeine Bakteriologie**

F. H. KAYSER

<b>Morphologie und Feinstruktur der Bakterien</b> .....	79
Form der Bakterien .....	79
Feinstrukturen der Bakterien .....	80
Nukleoid (Kernäquivalent) und Plasmide .....	80
Zytoplasma .....	82
Zytoplasmamembran .....	83
Zellwand .....	84
Kapsel .....	87
Geißeln .....	87
Fimbrien, Haftpili, Konjugationspili .....	88
Biofilm .....	88
Bakteriensporen .....	89
<b>Physiologie des Stoffwechsels und des Wachstums der Bakterien</b> .....	89
Bakterienstoffwechsel .....	90
Überblick über die Stoffwechselformen .....	90
Katabole Reaktionen .....	90
Anabole Reaktionen .....	92
Regulation des Stoffwechsels .....	93



Wachstum und Kultur der Bakterien .....	93
Ernährung .....	93
Wachstum und Zelltod .....	94
<b>Bakteriengenetik</b> .....	95
Molekulare Grundlagen der Bakteriengenetik .....	96
Struktur der bakteriellen DNA .....	96
Replikation der DNA .....	98
Transkription und Translation .....	98
Regulation der Gen-Expression .....	100
Genetische Variabilität der Bakterien .....	101
Spontane und induzierte Mutation .....	101
Verlust von Plasmiden .....	102
Übertragung von DNA durch Transformation .....	102
Übertragung von DNA durch Transduktion .....	102
Übertragung von DNA durch Konjugation .....	103
Homologe Rekombination .....	106
Transposition .....	106
Restriktion, Modifikation und Gen-Klonierungen .....	107
<b>Bakteriophagen</b> .....	112
Definition .....	112
Morphologie .....	112
Zusammensetzung .....	113
Vermehrung .....	113
Lysogenie .....	115
Bedeutung der Bakteriophagen .....	116
<b>Grundlagen der Chemotherapie</b> .....	117
Definitionen .....	117
Wirkungsspektrum .....	123
Wirkungsqualität .....	123
Pharmakokinetik .....	125
Nebenwirkungen .....	125
Wirkungsmechanismen (Pharmakodynamik) .....	126
Probleme der Resistenz .....	128
Definitionen .....	128
Vorkommen, Bedeutung .....	128
Resistenzmechanismen .....	129
Evolution von Resistenzgenen .....	129
Resistenzprüfungen .....	130
Kombinationstherapie .....	132
Chemoprophylaxe .....	133
Immunmodulatoren .....	133



<b>Labordiagnose</b> .....	134
Voraussetzungen, allgemeine Methodik, Bewertung .....	134
Voraussetzungen .....	134
Allgemeine Methodik und Bewertung .....	135
Entnahme und Transport von Untersuchungsmaterial .....	136
Material aus dem Respirationstrakt .....	136
Material aus dem Urogenitaltrakt .....	136
Blut .....	137
Eiter und Wundsekrete .....	137
Material aus dem Verdauungstrakt .....	137
Liquor, Punktate, Exsudate, Transsudate .....	138
Mikroskopie .....	138
Kulturverfahren .....	139
Identifizierung von Bakterien .....	141
Direktnachweis .....	142
Speziesspezifische DNA- oder RNA-Sequenzen .....	142
Spezies- oder gattungsspezifische Antigene .....	143
Diagnostische Tierversuche .....	143
Sicherheit im bakteriologischen Labor .....	143
 <b>Taxonomie und Übersicht über humanpathogene Bakterien</b> ...	144
Klassifikation .....	144
Nomenklatur .....	145

## 4    **Erreger bakterieller Infektionskrankheiten**

F. H. KAYSER

<b>Staphylococcus</b> .....	152
Staphylococcus aureus .....	153
Koagulasenegative Staphylokokken .....	157
 <b>Streptococcus und Enterococcus</b> .....	158
Streptococcus pyogenes (A-Streptokokken) .....	160
Streptococcus pneumoniae (Pneumokokken) .....	162
Weitere Streptokokken .....	163
Orale Streptokokken .....	164
Enterococcus (Enterokokken) .....	164
 <b>Grampositive, anaerobe Kokken</b> .....	165



<b>Aerobe, sporenbildende, grampositive Stäbchen (Bacillus) . . .</b>	<b>165</b>
Bacillus anthracis (Milzbrand) . . . . .	165
Weitere Arten der Gattung Bacillus . . . . .	167
<b>Anaerobe, sporenbildende, grampositive Stäbchen (Clostridium)</b>	<b>167</b>
Erreger des Gasbrands/Gasödems und der anaeroben Zellulitis	168
Clostridium tetani (Tetanus) . . . . .	169
Clostridium botulinum (Botulismus) . . . . .	170
Clostridium difficile (Pseudomembranöse Kolitis) . . . . .	171
<b>Grampositive, regelmäßig geformte Stäbchen (Listeria, Erysipelothrix) . . . . .</b>	<b>172</b>
Listeria monocytogenes . . . . .	173
Erysipelothrix rhusiopathiae . . . . .	174
<b>Grampositive, unregelmäßig geformte Stäbchen (Corynebacterium, Actinomyces) . . . . .</b>	<b>175</b>
Corynebacterium diphtheriae (Diphtherie) . . . . .	176
Actinomyces (Aktinomykose) . . . . .	178
Koryneforme Bakterien mit geringer Pathogenität (Corynebacterium, Arcanobacterium, Eubacterium, Propionibacterium) . .	181
<b>Mycobacteriaceae . . . . .</b>	<b>181</b>
Tuberkulosebakterien (TB) . . . . .	182
Leprabakterien (LB) . . . . .	188
Nichttuberkulöse (atypische) Mykobakterien (NTM) . . . . .	189
<b>Nocardiaforme Bakterien . . . . .</b>	<b>190</b>
<b>Neisseriaceae . . . . .</b>	<b>192</b>
Neisseria gonorrhoeae (Gonorrhoe) . . . . .	192
Neisseria meningitidis (Meningitis, Septikämie) . . . . .	195
Weitere Neisserien . . . . .	196
Acinetobacter, Moraxella, Kingella . . . . .	196
<b>Enterobacteriaceae . . . . .</b>	<b>197</b>
Übersicht und allgemeine Eigenschaften . . . . .	197
Salmonella (Gastroenteritis, Typhus, Paratyphus) . . . . .	202
Shigella (bakterielle Ruhr) . . . . .	207
Yersinia (Pest, Enteritis) . . . . .	209
Yersinia pestis . . . . .	210
Yersinia enterocolitica und Y. pseudotuberculosis . . . . .	211
Escherichia coli . . . . .	213
Opportunistische Enterobacteriaceae . . . . .	216



<b>Vibrionaceae, Aeromonadaceae, Plesiomonas</b> . . . . .	218
Vibrio cholerae (Cholera) . . . . .	219
Vibrio parahaemolyticus . . . . .	221
Aeromonas und Plesiomonas . . . . .	221
<b>Pasteurellaceae (Haemophilus)</b> . . . . .	222
Haemophilus . . . . .	222
Hämophilus influenzae . . . . .	223
Weitere Haemophilus-Arten . . . . .	225
Pasteurella und Actinobacillus . . . . .	225
<b>Verschiedene, gramnegative Stäbchenbakterien</b> . . . . .	226
<b>Campylobacter, Helicobacter, Spirillum</b> . . . . .	228
Campylobacter . . . . .	228
Helicobacter pylori . . . . .	229
Spirillum minus . . . . .	230
<b>Pseudomonadaceae</b> . . . . .	230
Pseudomonas aeruginosa . . . . .	231
Weitere Pseudomonas-Arten und Xanthomonas maltophilia . . . . .	232
<b>Legionellaceae (Legionärskrankheit)</b> . . . . .	233
<b>Brucella, Bordetella, Francisella, Afipia felis</b> . . . . .	235
Brucella (Brucellosen, Morbus Bang) . . . . .	236
Bordetella (Keuchhusten) . . . . .	237
Francisella tularensis (Tularämie) . . . . .	239
Afipia felis (Katzen-Kratz-Krankheit) . . . . .	240
<b>Bacteroidaceae</b> . . . . .	241
<b>Spirochäten</b> . . . . .	244
Treponema (Syphilis) . . . . .	244
Treponema pallidum, subsp. pallidum . . . . .	245
Treponema pallidum, subsp. endemicum . . . . .	248
Treponema pallidum, subsp. pertenue . . . . .	248
Treponema carateum . . . . .	248
Borrelia (Rückfallfieber, Lyme-Borreliose) . . . . .	249
Rückfallfieber-Borrelie . . . . .	249
Borrelia burgdorferi . . . . .	250
Leptospira (Leptospirose, Morbus Weil) . . . . .	252
<b>Rickettsiaceae (Fleckfieber, Zeckenbissfieber, Q-Fieber)</b> . . . . .	255
<b>Bartonellaceae (Orongyangfieber, Verruga peruana)</b> . . . . .	260



<b>Chlamydiaceae</b> .....	261
Übersicht und allgemeine Eigenschaften der Chlamydien ....	261
<i>Chlamydia psittaci</i> (Ornithose, Psittakose) .....	263
<i>Chlamydia trachomatis</i> (Trachom, Lymphogranuloma venereum) .....	264
<i>Chlamydia pneumoniae</i> (Infekte des Respirationstrakts) .....	266
<b>Mycoplasmataceae</b> .....	267
<b>Nosokomiale Infektionen</b> .....	269
Definition und Historisches .....	269
Erreger, Infektionen, Häufigkeit .....	270
Infektionsquellen, Infektionswege .....	272
Bekämpfung .....	273

## 5

**Mykologie**

F. H. KAYSER

<b>Allgemeine Eigenschaften der Pilze</b> .....	275
Definition .....	275
Morphologie .....	276
Metabolismus .....	278
Vermehrung der Pilze .....	278
<b>Allgemeine Aspekte der Pilzerkrankungen</b> .....	279
Pilzallergien und Pilztoxikosen .....	280
Mykogene Allergien .....	280
Mykotoxikosen .....	280
Mykosen .....	280
Einteilung der Mykosen .....	280
Gast-Wirt-Beziehungen .....	282
Diagnose .....	284
Therapie .....	285
<b>Primäre Systemmykosen</b> .....	285
<i>Histoplasma capsulatum</i> (Histoplasmose) .....	286
<i>Coccidioides immitis</i> (Kokzidioidomykose) .....	287
<i>Blastomyces dermatitidis</i> (nordamerikanische Blastomykose) ..	288
<i>Paracoccidioides brasiliensis</i> (südamerikanische Blastomykose)	289



<b>Opportunistische Systemmykosen</b> .....	290
Candida (Kandidose, Soor) .....	290
Aspergillus (Aspergillose) .....	292
Cryptococcus neoformans (Kryptokokkose) .....	293
Mucor, Absidia, Rhizopus (Mucor-Mykosen) .....	294
Phäohyphomyzeten, Hyalohyphomyzeten, opportunistische Hefen .....	296
<b>Subkutane Mykosen</b> .....	297
<b>Kutane Mykosen</b> .....	297
Dermatomykosen .....	297
Andere oberflächliche Mykosen .....	299

## 6

**Allgemeine Virologie**

K. A. BIENZ

<b>Definition</b> .....	300
<b>Morphologie und Aufbau</b> .....	301
<b>Klassifizierung</b> .....	305
<b>Replikation</b> .....	308
<b>Genetik</b> .....	315
<b>Reaktionen der Wirtszelle</b> .....	317
RNA-Tumoviren (Oncornaviren) .....	320
DNA-Tumoviren .....	322
<b>Pathogenese</b> .....	322
<b>Abwehrmechanismen</b> .....	325
<b>Prophylaxe</b> .....	328
<b>Chemotherapie</b> .....	330
<b>Labordiagnose</b> .....	332



K. A. BIENZ

<b>DNA-Viren</b> .....	341
Parvoviren .....	341
Papovaviren .....	342
Adenoviren .....	344
Herpesviren .....	347
Herpes-simplex-Virus (HSV) .....	349
Varizellen-/Zoster-Virus (VZV) .....	351
Zytomegalievirus (CMV) .....	352
Epstein-Barr-Virus (EBV) .....	353
Humanes Herpesvirus 6 (HHV 6) .....	354
Pockenviren .....	355
Hepatitis-B- und Hepatitis-D-Virus .....	358
<b>RNA-Viren</b> .....	364
Picornaviren .....	364
Enteroviren (Polio, Coxsackie, Echo) .....	365
Hepatitis-A-Virus .....	368
Rhinoviren .....	369
Caliciviren .....	369
Reoviren .....	370
Togaviren .....	372
Flaviviren .....	374
Orthomyxoviren .....	377
Paramyxoviren .....	379
Rhabdoviren .....	382
Coronaviren .....	386
Bunyaviren .....	388
Arenaviren .....	389
Retroviren .....	392
<b>Unklassifizierte Viren</b> .....	400
Hepatitis-C-Virus .....	400
Hepatitis E .....	401
Marburg- und Ebolavirus (Filoviren) .....	402
Unklassifizierte enterale Viren (Norwalk-, Astrovirus, SRV) ..	403
<b>Subvirale Erreger: Viroide und Prionen</b> .....	404
Viroide .....	405
Prionen .....	405





## Protozoologie

J. ECKERT

<b>Übersicht</b> .....	408
<b>Trypanosoma</b> .....	409
Trypanosoma brucei gambiense und Trypanosoma brucei rhodesiense .....	410
Trypanosoma cruzi .....	414
<b>Leishmania</b> .....	416
<b>Trichomonas vaginalis</b> .....	420
<b>Giardia lamblia</b> .....	422
<b>Entamoeba histolytica und andere Darmamöben</b> .....	425
<b>Naegleria und Acanthamoeba</b> .....	433
Naegleria .....	433
Acanthamoeba .....	433
<b>Toxoplasma gondii</b> .....	434
<b>Sarcocystis und Isospora</b> .....	441
Sarcocystis .....	441
Isospora .....	442
<b>Cryptosporidium parvum</b> .....	442
<b>Microspora</b> .....	445
<b>Plasmodium (Malariaplasmodien)</b> .....	445
<b>Balantidium coli</b> .....	461
<b>Pneumocystis carinii</b> .....	462
<b>Chemotherapie (Übersicht)</b> .....	463



## Helminthologie

J. ECKERT

<b>Trematoda (Saugwürmer)</b> .....	467
Allgemeines .....	467
Fasciola hepatica (Großer Leberegel) .....	468



Dicrocoelium dendriticum (Kleiner Leberegel, Lanzettegel) . .	470
Opisthorchis und Clonorchis (Katzenleberegel und Chinesischer Leberegel) . . . . .	471
Paragonimus (Lungenegel) . . . . .	472
Schistosoma (Pärchenegel) . . . . .	473
<b>Cestoda (Bandwürmer)</b> . . . . .	481
Diphyllobothrium latum („Fischbandwurm, Breiter Grubenkopfbandwurm) . . . . .	482
Spirometra . . . . .	484
Taenia saginata und Taenia solium . . . . .	484
Taenia saginata („Rinderfinnenbandwurm“) . . . . .	484
Taenia solium („Schweinefinnenbandwurm“) . . . . .	487
Echinococcus . . . . .	488
Hymenolepis nana (Zwergbandwurm) . . . . .	496
<b>Nematoda (Fadenwürmer)</b> . . . . .	497
Allgemeines . . . . .	497
Infektionen des Darmes mit Nematoden . . . . .	499
Ascaris lumbricoides (Spulwurm) . . . . .	499
Trichuris trichiura (Peitschenwurm) . . . . .	502
Calpillaria philippinensis . . . . .	503
Enterobius vermicularis (Madenwurm) . . . . .	504
Trichostrongylus . . . . .	505
Ancylostoma und Necator (Hakenwürmer) . . . . .	505
Strongyloides stercoralis und S. fuelleborni (Zwergfadenwürmer) . . . . .	507
Infektionen der Gewebe und des Gefäßsystems mit Nematoden . . . . .	509
Filariida . . . . .	509
Wuchereria bancrofti und Brugia-Arten . . . . .	510
Loa loa . . . . .	513
Mansonella-Arten . . . . .	514
Onchocerca volvulus . . . . .	514
Dracunculus medinensis (Medina-, Guinea- oder Drachenvurm) . . . . .	518
Trichinella . . . . .	519
Infektionen durch Nematodenlarven . . . . .	522
Larva migrans externa oder Larva migrans cutanea (LMC) („Hautmaulwurf“, „creeping eruption“) . . . . .	522
Larva migrans interna oder Larva migrans visceralis (LMV) . . . . .	522
Toxocara . . . . .	523
Anisakis . . . . .	524
Angiostrongylus . . . . .	524
<b>Chemotherapie (Übersicht)</b> . . . . .	525



<b>Labordiagnose von Infektionen mit Helminthen und Protozoen</b>	528
Materialeinsendung	528
Stuhl	528
Blut/Serum	529
Urin	529
Gewebe und Parasiten	529
Technische Hinweise für die Materialvorbereitung	529
Immundiagnostik: serologische Verfahren	530
Andere Verfahren	530

10

## Ätiologie und Labordiagnose der Infektionskrankheiten

F. H. KAYSER, J. ECKERT und K. A. BIENZ 532

Oberer Respirationstrakt	533
Tiefer Respirationstrakt	534
Urogenitaltrakt	537
Genitaltrakt	539
Gastrointestinaltrakt	540
Verdauungsdrüsen und Peritonealraum	542
Nervensystem	545
Kardiovaskuläres System	548
Hämatopoetisches und lymphoretikuläres System	549
Haut und subkutane Bindegewebe	550
Bewegungsapparat	553
Augen und Ohren	554
<b>Literatur</b>	557
<b>Sachverzeichnis</b>	560