

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur zweiten Auflage
Vorwort zur ersten Auflage

XV
XVII

A. Allgemeiner Teil

1. Geschichtlicher Überblick	3
1.1 Wann und wie wurde die Existenz von Viren bewiesen?	3
1.2 Welche technischen Fortschritte haben die Entwicklung der modernen Virologie bestimmt?	4
1.2.1 Tierexperimente lieferten wichtige Erkenntnisse zur Pathogenese von Viruserkrankungen	5
1.2.2 Die Zellkultur stellt eine unverzichtbare Grundlage für die Virusforschung dar	6
1.2.3 Die moderne Molekularbiologie ist auch ein Kind der Virusforschung	7
1.3 Worin besteht die Bedeutung der Henle-Kochschen Postulate?	8
1.4 In welcher Wechselbeziehung steht die Virusforschung mit Krebsforschung, Neurobiologie und Immunologie?	9
1.4.1 Viren können Zellen transformieren und Krebs verursachen	9
1.4.2 Als Spätfolge von Slow-Virus-Infektionen treten Erkrankungen des zentralen Nervensystems auf	10
1.4.3 Interferone stimulieren die Immunabwehr von Virusinfektionen	10
1.5 Welche Strategien liegen der Entwicklung antiviraler Chemotherapeutika zugrunde?	11
1.6 Weiterführende Literatur	12
2. Viren: Definition, Aufbau, Einteilung	13
2.1 Wie lassen sich Viren definieren?	13
2.2 Wie sind Viren aufgebaut und wie unterscheiden sie sich von Virusoiden, Viroiden und Prionen?	14
2.2.1 Viren	14
2.2.2 Virusoide (Satellitenviren) und Viroide	16
2.2.3 Prionen	16
2.3 Welche Kriterien bestimmen die Einteilung der Virusfamilien?	17
2.4 Weiterführende Literatur	21
3. Virusvermehrung und Replikation	22
3.1 Womit beginnt die Infektion einer Zelle?	22
3.2 Wie gelangt ein Virus in das Innere der Zelle?	23
3.3 Wie wird das Genom des aufgenommenen Virus in der Zelle freigesetzt?	23
3.4 Welche verschiedenen Strategien verfolgen Viren bei Genexpression und Genomvermehrung?	24
3.5 Was versteht man unter Morphogenese?	26
3.6 Wie erfolgt die Freisetzung der Nachkommenviren?	27
3.7 Weiterführende Literatur	27

VI Inhaltsverzeichnis

4.	Pathogenese	28
4.1	Wie breiten sich Viren im Organismus aus?	28
4.1.1	Eintrittspforten und initiale Replikation	28
4.1.2	Formen der Virusausbreitung im Körper	29
4.2	Weiterführende Literatur	33
5.	Zellschädigung	35
5.1	Welche Konsequenzen haben produktive Virusinfektionen für die betroffenen Zellen?	36
5.1.1	Veränderungen der Zellmorphologie	36
5.1.2	Riesenzellbildung	39
5.2	Inwiefern können auch Viren im Latenzzustand Zellen schädigen?	40
5.3	Auf welche Weise verändern Viren das Wirtsgenom?	41
5.4	Weiterführende Literatur	42
6.	Transformation und Tumorbildung	43
6.1	Wodurch sind transformierte Zellen gekennzeichnet?	44
6.1.1	Morphologische Veränderungen	44
6.1.2	Veränderungen des Zellwachstums	45
6.1.3	Autokrine Stimulation des Zellwachstums durch Viren	46
6.2	Welche Wirkung hat die Inaktivierung von Tumorsuppressorproteinen?	47
6.2.1	Die p53-Proteine	48
6.2.2	Die Retinoblastomproteine	49
6.2.3	Andere Wege der Proliferationsinduktion	50
6.3	Wie können Tumorzellen der Immunantwort entgehen?	50
6.4	Sind Viren auch fähig, die Apoptose zu unterdrücken?	51
6.5	Weiterführende Literatur	51
7.	Immunologie	52
7.1	Welche zellulären und molekularen Komponenten des Immunsystems bilden die „erste Front“ gegen eindringende Erreger?	52
7.1.1	Granulocyten	52
7.1.2	Monocyten, Makrophagen und dendritische Zellen	53
7.1.3	Natürliche Killerzellen	54
7.1.4	Akutphaseproteine	54
7.1.5	Das Komplementsystem	55
7.2	Welche „Waffen“ stehen der spezifischen Immunabwehr zur Verfügung?	57
7.2.1	T-Lymphocyten	57
7.2.2	B-Lymphocyten und Antikörper	64
7.3	Wie kann die Abwehr von Viren Autoimmunkrankheiten hervorrufen?	68
7.4	Auf welche Weise können Viren dem Immunsystem entgehen?	70
7.5	Weiterführende Literatur	70

8.	Cytokine und Interferone	71
8.1	Welche Gruppen von Cytokinen unterscheidet man, und welche Funktionen erfüllen sie im Verband der immunologischen Effektorsysteme?	71
8.1.1	Interferone	72
8.1.2	Interleukine	74
8.1.3	Tumornekrosefaktoren	74
8.1.4	Weitere Cytokine	78
8.2	Wie wirken sich Virusinfektionen auf die Cytokinsynthese aus?	79
8.3	Lassen sich Cytokine zur Therapie von Viruserkrankungen einsetzen?	80
8.4	Weiterführende Literatur	80
9.	Chemotherapie	82
9.1	Welche molekularen Angriffspunkte haben antivirale Wirkstoffe?	85
9.1.1	Hemmstoffe der Virusreplikation	85
9.1.2	Hemmstoffe anderer Prozesse	89
9.2	Wodurch können Viren gegen antivirale Hemmstoffe resistent werden?	93
9.3	Welche therapeutischen Hoffnungen setzt man in Ribozyme und Antisense-RNA?	94
9.4	Weiterführende Literatur	94
10.	Impfstoffe	95
10.1	Wie wirken Lebendimpfstoffe?	95
10.1.1	Attenuierte Viren	97
10.1.2	Rekombinante Viren	99
10.2	Wie aktivieren Totimpfstoffe das Immunsystem und welche Typen sind in Gebrauch oder Erprobung?	99
10.2.1	Abgetötete Erreger	100
10.2.2	Einsatz ausgewählter Proteine eines Erregers	100
10.2.3	Peptidimpfstoffe	100
10.2.4	DNA-Impfstoffe	101
10.3	Markerimpfstoffe	101
10.4	Weiterführende Literatur	102
11.	Epidemiologie	103
11.1	Welche Übertragungswege existieren für virale Infektionen?	104
11.2	Wo überdauern humanpathogene Viren?	105
11.3	Inwiefern sind die meisten Viren optimal an ihre Wirte angepasst?	106
11.4	Welcher Methoden bedient sich die Epidemiologie bei der Untersuchung von Viruskrankheiten?	107
11.5	Weiterführende Literatur	108
12.	Evolution von Viren	109
12.1	Wie führen Mutationen zur Entstehung neuer Viren?	109
12.2	Wie erhalten Viren neue Gene und Funktionen?	111
12.3	Welche Infektionserreger sind erst jüngst neu entstanden?	112
12.4	Weiterführende Literatur	113

13. Labormethoden zum Nachweis von Virusinfektionen	114
13.1 Wie lassen sich virale Erreger direkt nachweisen?	114
13.1.1 Viruszüchtung, Virusisolierung und davon ausgehende Nachweissysteme	114
13.1.2 Direkter Nachweis der Viren in Biopsiematerial	121
13.2 Auf welche Weise nutzt man spezifische Immunreaktionen zum indirekten Nachweis von Virusinfektionen?	126
13.3 Welche wichtigen neuen Methoden zum Virusnachweis sind in den letzten Jahren entwickelt worden?	129
13.4 Weiterführende Literatur	129

B. Spezieller Teil

14. Viren mit einzelsträngigem RNA-Genom in Plusstrangorientierung	133
14.1 Picornaviren	133
14.1.1 Einteilung und charakteristische Vertreter	134
14.1.2 Aufbau	134
14.1.3 Virusproteine	138
14.1.4 Replikation	145
14.1.5 Humanpathogene Picornaviren	150
Das Poliovirus 150 · Die Cocksackieviren 153 · Die Echo-, Parecho- und Enteroviren 156 · Das Hepatitis-A-Virus 158 · Die Rhinoviren 160	
14.1.6 Tierpathogene Picornaviren	162
Das Maul-und-Klauenseuche-Virus 162	
14.1.7 Weiterführende Literatur	166
14.2 Flaviviren	168
14.2.1 Einteilung und charakteristische Vertreter	168
14.2.2 Aufbau	169
14.2.3 Virusproteine	172
14.2.4 Replikation	176
14.2.5 Humanpathogene Flaviviren	178
Das Gelbfieberevirus 180 · Das Denguevirus 183 · Das Frühsommer-Meningoencephalitis-Virus 185 · Das Hepatitis-C-Virus 187	
14.2.6 Tierpathogene Flaviviren	190
Das Virus der klassischen Schweinepest 191 · Das Virus der bovinen Virusdiarrhö 193 · Das West-Nile-Virus 196	
14.2.7 Weiterführende Literatur	197
14.3 Togaviren	198
14.3.1 Einteilung und charakteristische Vertreter	199
14.3.2 Aufbau	199
14.3.3 Virusproteine	201
14.3.4 Replikation	205
14.3.5 Humanpathogene Togaviren	206
Das Rötelnvirus 207	
14.3.6 Tierpathogene Togaviren	211
Die verschiedenen Encephalitisviren 211	
14.3.7 Weiterführende Literatur	213
14.4 Coronaviren	214
14.4.1 Einteilung und charakteristische Vertreter	214
14.4.2 Aufbau	215

14.4.3	Virusproteine	216
14.4.4	Replikation	220
14.4.5	Humanpathogene Coronaviren	221
	Die humanen Coronaviren	221
14.4.6	Tierpathogene Coronaviren	223
	Das Virus der transmissiblen Gastroenteritis des Schweines	223
	Das feline Coronavirus	225
14.4.7	Weiterführende Literatur	226
14.5	Arteriviren	226
14.5.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	226
14.5.2	Aufbau	227
14.5.3	Virusproteine	228
14.5.4	Replikation	230
14.5.5	Tierpathogene Arteriviren	231
	Das equine Arteritisvirus	231
	Das Virus des seuchenhaften Spätaborts der Schweine	233
14.5.6	Literatur	234
14.6	Caliciviren	234
14.6.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	234
14.6.2	Aufbau	235
14.6.3	Virusproteine	237
14.6.4	Replikation	238
14.6.5	Humanpathogene Caliciviren	238
	Die Norwalk- und Sapporoviren	238
14.6.6	Tierpathogene Caliciviren	239
	Das feline Calicivirus	239
	Das Virus der hämorrhagischen Kaninchenseuche	240
14.6.7	Weiterführende Literatur	242
14.7	Hepatitis-E-ähnliche Viren	242
14.7.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	242
14.7.2	Aufbau	243
14.7.3	Virusproteine	244
14.7.4	Replikation	244
14.7.5	Humanpathogene Vertreter der Hepatitis-E-ähnlichen Viren	245
	Das Hepatitis-E-Virus	245
14.7.6	Tierpathogene Vertreter der Hepatitis-E-ähnlichen Viren	246
	Das Hepatitis-E-Virus der Schweine	246
14.7.7	Weiterführende Literatur	247
15.	Viren mit einzelsträngigem, kontinuierlichem RNA-Genom in Negativstrangorientierung	249
15.1	Rhabdoviren	249
15.1.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	249
15.1.2	Aufbau	250
15.1.3	Virusproteine	253
15.1.4	Replikation	255
15.1.5	Human- und tierpathogene Rhabdoviren	257
	Das Tollwutvirus (Rabiesvirus)	257
15.1.6	Tierpathogene Rhabdoviren	262
	Das Vesicular-Stomatis-Virus	263
15.1.7	Weiterführende Literatur	264

X Inhaltsverzeichnis

15.2	Paramyxoviren	265
15.2.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	265
15.2.2	Aufbau	266
15.2.3	Virusproteine	272
15.2.4	Replikation	276
15.2.5	Humanpathogene Paramyxoviren	280
	Die humanen Parainfluenzaviren 280 · Das Mumpsvirus 282 · Das Masernvirus 284 · Das Respiratorische Syncytialvirus 288	
15.2.6	Tierpathogene Paramyxoviren	290
	Das Newcastle-Disease-Virus 291 · Das Rinderpestvirus 292 · Das Hundestaubevirus 293 · Das bovine Respiratorische Syncytialvirus 296	
15.2.7	Human- und tierpathogene Paramyxoviren	297
	Die Hendra-, Menangle- und Nipahviren 297	
15.2.8	Weiterführende Literatur	298
15.3	Filoviren	300
15.3.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	300
15.3.2	Aufbau	301
15.3.3	Virusproteine	303
15.3.4	Replikation	306
15.3.5	Human- und tierpathogene Filoviren	306
	Die Marburg- und Ebolaviren 306	
15.3.6	Weiterführende Literatur	309
15.4	Bornaviren	310
15.4.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	310
15.4.2	Aufbau	310
15.4.3	Virusproteine	312
15.4.4	Replikation	313
15.4.5	Tier- und humanpathogene Bornaviren	313
	Das Bornavirus 313	
15.4.6	Weiterführende Literatur	315
16.	Viren mit einzelsträngigem, segmentiertem RNA-Genom in Negativstrangorientierung	317
16.1	Orthomyxoviren	317
16.1.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	318
16.1.2	Aufbau	318
16.1.3	Virusproteine	321
16.1.4	Replikation	329
16.1.5	Human- und tierpathogene Orthomyxoviren	332
	Die Influenzaviren 332	
16.1.6	Weiterführende Literatur	340
16.2	Bunyaviren	342
16.2.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	342
16.2.2	Aufbau	343
16.2.3	Virusproteine	347
16.2.4	Replikation	349
16.2.5	Humanpathogene Bunyaviren	350
	Die Hantaviren 350	
16.2.6	Tierpathogene Bunyaviren	353
	Das Rift-Valley-Fieber-Virus 354 · Das Nairobi-Sheep-Disease-Virus 356	

16.2.7	Weiterführende Literatur	356
16.3	Arenaviren	357
16.3.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	358
16.3.2	Aufbau	358
16.3.3	Virusproteine	361
16.3.4	Replikation	362
16.3.5	Human- und tierpathogene Arenaviren	364
	Das Virus der lymphocytären Choriomeningitis 364 ·	
	Die Viren der hämorrhagischen Fieber 367	
16.3.6	Weiterführende Literatur	368
17.	Viren mit doppelsträngigem, segmentiertem RNA-Genom	370
17.1	Reoviren	370
17.1.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	371
17.1.2	Aufbau	371
17.1.3	Virusproteine	373
17.1.4	Replikation	375
17.1.5	Humanpathogene Reoviren	376
	Die Rotaviren 376	
17.1.6	Tierpathogene Reoviren	377
	Die Rotaviren 378 · Das Bluetonguevirus 379 · Das Virus der afrikanischen	
	Pferdepest 380	
17.1.7	Weiterführende Literatur	382
17.2	Birnaviren	383
17.2.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	383
17.2.2	Aufbau	383
17.2.3	Virusproteine	384
17.2.4	Replikation	386
17.2.5	Tierpathogene Birnaviren	386
	Das Gumborovirus 387	
17.2.6	Weiterführende Literatur	388
18.	Viren mit einzelsträngigem RNA-Genom und doppelsträngiger DNA als Zwischenprodukt	390
18.1	Retroviren	390
18.1.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	391
18.1.2	Aufbau	393
18.1.3	Virusproteine	399
18.1.4	Replikation	414
18.1.5	Humanpathogene Retroviren	425
	Das humane Immundefizienzvirus 425 · Die humanen T-Zell-Leukämie-	
	Viren 434	
18.1.6	Tierpathogene Retroviren	436
	Die aviären Leukoseviren 436 · Das feline Leukämievirus 438 · Das bovine	
	Leukosevirus 440 · Das Maedi-Visna-Virus und das caprine Arthritis-Ence-	
	phalitis-Virus 441 · Das Virus der infektiösen Anämie der Einhufer 443 ·	
	Das feline Immundefizienzvirus 444	
18.1.7	Weiterführende Literatur	445

19. Viren mit doppelsträngigem DNA-Genom	449
19.1 Hepadnaviren	449
19.1.1 Einteilung und charakteristische Vertreter	449
19.1.2 Aufbau	450
19.1.3 Virusproteine	456
19.1.4 Replikation	459
19.1.5 Humanpathogene Hepadnaviren	462
Das humane Hepatitis-B-Virus 462 · Die Hepatitis-D-Viren 469	
19.1.6 Weiterführende Literatur	472
19.2 Polyomaviren	474
19.2.1 Einteilung und charakteristische Vertreter	474
19.2.2 Aufbau	475
19.2.3 Virusproteine	478
19.2.4 Replikation	482
19.2.5 Humanpathogene Polyomaviren	485
Die BK- und JC-Viren 485	
19.2.6 Tierpathogene Polyomaviren	488
Das SV40-Virus 488	
19.2.7 Weiterführende Literatur	490
19.3 Papillomviren	491
19.3.1 Einteilung und charakteristische Vertreter	491
19.3.2 Aufbau	492
19.3.3 Virusproteine	494
19.3.4 Replikation	500
19.3.5 Humanpathogene Papillomviren	503
Die Papillom- oder Warzenviren 503	
19.3.6 Tierpathogene Papillomviren	510
Die Papillom- oder Warzenviren 510	
19.3.7 Weiterführende Literatur	512
19.4 Adenoviren	513
19.4.1 Einteilung und charakteristische Vertreter	513
19.4.2 Aufbau	514
19.4.3 Virusproteine	518
19.4.4 Adenovirusassoziierte RNA (VA-RNA I und II)	529
19.4.5 Replikation	529
19.4.6 Humanpathogene Adenoviren	531
Das humane Adenovirus 531	
19.4.7 Tierpathogene Adenoviren	536
Die caninen Adenoviren 536 · Die Adenoviren des Geflügels 537	
19.4.8 Weiterführende Literatur	539
19.5 Herpesviren	540
19.5.1 Einteilung und charakteristische Vertreter	540
19.5.2 Aufbau	542
19.5.3 Virusproteine des lytischen Zyklus	555
19.5.4 RNA-Produkte	569
19.5.5 Proteine der Latenz	570
19.5.6 Replikation	579
19.5.7 Humanpathogene Herpesviren	583
Die Herpes-simplex-Viren 583 · Das Varicella-Zoster-Virus 587 ·	
Das humane Cytomegalovirus 589 · Die humanen Herpesviren 6 und 7 593 ·	
Das Epstein-Barr-Virus 594 · Das humane Herpesvirus 8 600	

19.5.8	Tierpathogene Herpesviren	602
	Das bovine Herpesvirus Typ 1 603 · Das porcine Herpesvirus 1 605 · Die equinen Herpesviren Typ 1 und 4 607 · Das canine Herpesvirus Typ 1 608 · Das galline Herpesvirus Typ 2 609	
19.5.9	Weiterführende Literatur	611
19.6	Pockenviren	613
19.6.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	614
19.6.2	Aufbau	615
19.6.3	Virusproteine	616
19.6.4	Replikation	622
19.6.5	Humanpathogene Pockenviren	625
	Die Variolaviren 625 · Das Molluscum-contagiosum-Virus 629	
19.6.6	Tierpathogene Pockenviren	630
	Die Kuhpockenviren 630 · Die Ziegenpockenviren, die Schafpockenviren und das Lumpyskin-Disease-Virus 631 · Das Myxomatosevirus 632 · Das Orfvirus 633	
19.6.7	Weiterführende Literatur	634
19.7	Asfarviren	636
19.7.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	636
19.7.2	Aufbau	636
19.7.3	Virusproteine	637
19.7.4	Replikation	637
19.7.5	Tierpathogene Asfarviren	638
	Das Virus der afrikanischen Schweinepest 638	
19.7.6	Weiterführende Literatur	639
20.	Viren mit einzelsträngigem DNA-Genom	640
20.1	Parvoviren	640
20.1.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	640
20.1.2	Aufbau	641
20.1.3	Virusproteine	645
20.1.4	Replikation	650
20.1.5	Humanpathogene Parvoviren	653
	Das Parvovirus B19 653 · Die adenoassoziierten Viren 657	
20.1.6	Tierpathogene Parvoviren	658
	Die felinen und caninen Parvoviren 658 · Das porcine Parvovirus 661 · Das Virus der Aleutenkrankheit der Nerze 663	
20.1.7	Weiterführende Literatur	664
20.2	Circoviren	666
20.2.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	666
20.2.2	Aufbau	666
20.2.3	Virusproteine	667
20.2.4	Replikation	670
20.2.5	Humanpathogene Circoviren	670
	Das TT-Virus 670	
20.2.6	Tierpathogene Circoviren	671
	Das Chicken-Anaemia-Virus 671 · Das porcine Circovirus 672	
20.2.7	Weiterführende Literatur	674

XIV Inhaltsverzeichnis

21. Übertragbare spongiforme Encephalopathien	675
21.1 Einteilung und charakteristische Vertreter	675
21.2 Aufbau des PrP-Gens	676
21.3 Aufbau des PrP-Proteins	677
21.4 Vermehrung des PrP ^{Sc}	679
21.5 Humanpathogene übertragbare spongiforme Encephalopathien Creutzfeldt-Jakob-Erkrankung und ähnliche	680
21.6 Tierpathogene übertragbare spongiforme Encephalopathien Scrapie 683 · Chronic Wasting Disease 684 · Transmissible Nerzencephalopathie 685 · Bovine spongiforme Encephalopathie 686	682
21.7 Weiterführende Literatur	690
Glossar	691
Namensindex	699
Sachindex	703