

Inhaltsverzeichnis

I Allgemeiner Teil

1	Geschichtlicher Überblick	3
1.1	Seit wann kennen wir Viren?	4
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?	7
1.4	In welcher Wechselbeziehung steht die Virusforschung mit Krebsforschung, Neurobiologie und Immunologie?	8
1.4.1	Viren können Zellen transformieren und Krebs verursachen	8
1.4.2	Als Spätfolge von Slow-Virus-Infektionen treten Erkrankungen des zentralen Nervensystems auf	9
1.4.3	Interferone stimulieren die Immunabwehr von Virusinfektionen	10
1.5	Welche Strategien liegen der Entwicklung antiviraler Chemotherapeutika zugrunde?	10
1.6	Welchen Herausforderungen der Zukunft muss sich die moderne Virologie stellen?	10
	Weiterführende Literatur	12
2	Viren: Definition, Aufbau, Einteilung	13
2.1	Wie lassen sich Viren definieren?	14
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), Viroide, Mimiviren und Virophagen	25
2.2.3	Prionen	25
2.3	Welche Kriterien bestimmen die Einteilung der Virusfamilien?	26
	Weiterführende Literatur	27
3	Virusvermehrung und Replikation	29
3.1	Womit beginnt die Infektion einer Zelle?	30
3.2	Wie gelangt ein Virus in das Innere der Zelle?	30
3.3	Wie wird das Genom des aufgenommenen Virus in der Zelle freigesetzt?	31
3.4	Welche verschiedenen Strategien verfolgen Viren bei Genexpression und Genomvermehrung?	31
3.5	Was versteht man unter Morphogenese?	33
3.6	Wie erfolgt die Freisetzung der Nachkommenviren?	33
	Weiterführende Literatur	34
4	Pathogenese	35
4.1	Wie breiten sich Viren im Organismus aus?	37
4.1.1	Eintrittsporten und initiale Replikation	37
4.1.2	Formen der Virusausbreitung im Körper	38
	Weiterführende Literatur	42
5	Zellschädigung	43
5.1	Zelltod: Wie unterscheiden sich Nekrose, Nekroptose und Pyroptose von der Apoptose?	44

5.2	Welche Konsequenzen haben produktive Virusinfektionen für die betroffenen Zellen?	45
5.2.1	Veränderungen der Zellmorphologie	45
5.2.2	Riesenzellbildung	46
5.3	Inwiefern können auch Viren im Latenzzustand Zellen schädigen?	47
5.4	Auf welche Weise verändern Viren das Wirtsgenom?	48
	Weiterführende Literatur	48
6	Transformation und Tumorbildung	51
6.1	Wodurch sind transformierte Zellen gekennzeichnet?	52
6.1.1	Morphologische Veränderungen	53
6.1.2	Veränderungen des Zellwachstums	53
6.1.3	Autokrine Stimulation des Zellwachstums durch Viren	54
6.2	Welche Wirkung hat die Inaktivierung von Tumorsuppressorproteinen?	55
6.2.1	Die p53-Proteine	56
6.2.2	Die Retinoblastomproteine	57
6.2.3	Andere Wege der Proliferationsinduktion	57
6.3	Wie können Tumorzellen der Immunantwort entgehen?	58
6.4	Sind Viren auch fähig, die Apoptose zu unterdrücken?	58
6.5	Sind Viren andererseits auch fähig, Tumorzellen zu zerstören?	58
	Weiterführende Literatur	59
7	Immunologie	61
7.1	Welche zellulären und molekularen Komponenten des Immunsystems bilden die „erste Front“ gegen eindringende Erreger?	62
7.1.1	Dendritische Zellen	62
7.1.2	Granulocyten	63
7.1.3	Monocyten und Makrophagen	64
7.1.4	Natürliche Killerzellen	64
7.1.5	Die Toll-like-Rezeptoren	65
7.1.6	Akutphaseproteine	66
7.1.7	Das Komplementsystem	68
7.2	Welche „Waffen“ stehen der spezifischen Immunabwehr zur Verfügung?	69
7.2.1	T-Lymphocyten	69
7.2.2	B-Lymphocyten und Antikörper	74
7.3	Wie kann die Abwehr von Viren Autoimmunkrankheiten hervorrufen?	77
7.4	Auf welche Weise können Viren dem Immunsystem entgehen?	78
	Weiterführende Literatur	79
8	Cytokine, Chemokine und Interferone	81
8.1	Welche Gruppen von Cytokinen unterscheidet man, und welche Funktionen erfüllen sie im Verband der immunologischen Effektorsysteme?	82
8.1.1	Interferone	82
8.1.2	Interleukine	88
8.1.3	Tumornekrosefaktoren	91
8.1.4	Chemokine	91
8.1.5	Weitere Cytokine	92
8.2	Wie wirken sich Virusinfektionen auf die Cytokinsynthese aus?	95
8.3	Lassen sich Cytokine zur Therapie von Viruserkrankungen einsetzen?	95
	Weiterführende Literatur	96
9	Chemotherapie	97
9.1	Welche molekularen Angriffspunkte haben antivirale Wirkstoffe?	98
9.1.1	Hemmstoffe der Virusreplikation	102
9.1.2	Hemmstoffe viraler Proteasen	109
9.1.3	Hemmstoffe der Adsorption, der Virusaufnahme und des Uncoating	111
9.1.4	Sonstige antivirale Chemotherapeutika	114

9.2	Wodurch können Viren gegen antivirale Hemmstoffe resistent werden?	117
9.3	Welche therapeutischen Hoffnungen setzt man in Ribozyme, Antisense-RNA und RNAi/siRNA?	118
	Weiterführende Literatur	118
10	Impfstoffe	121
10.1	Wie wirken Lebendimpfstoffe?	122
10.1.1	Attenuierte Viren	123
10.1.2	Rekombinante Viren	126
10.2	Wie aktivieren Totimpfstoffe das Immunsystem, und welche Typen sind in Gebrauch oder Erprobung?	126
10.2.1	Abgetötete Erreger	127
10.2.2	Einsatz ausgewählter Proteine eines Erregers	127
10.2.3	Peptidimpfstoffe	127
10.2.4	DNA- und RNA-Impfstoffe	128
10.3	Die Methoden der Reverse Genetics – eine Neuheit bei der Impfstoffentwicklung	128
10.4	Markerimpfstoffe	129
	Weiterführende Literatur	129
11	Epidemiologie	131
11.1	Welche Übertragungswege existieren für virale Infektionen?	133
11.2	Wo überdauern humanpathogene Viren?	134
11.3	Inwiefern sind die meisten Viren optimal an ihre Wirte angepasst?	135
11.4	Wie beeinflusst ein von Arthropoden abhängiger Übertragungsweg die Epidemiologie von Viren?	136
11.5	Wie beeinflussen die Erkenntnisse über das Virom die Epidemiologie der Virusinfektionen?	137
11.6	Welcher Methoden bedient sich die Epidemiologie bei der Untersuchung von Viruserkrankungen?	137
	Weiterführende Literatur	138
12	Die Evolution der Viren	139
12.1	Wie führen Mutationen zur Entstehung neuer Viren?	140
12.2	Wie erhalten Viren neue Gene und Funktionen?	141
12.3	Welche Infektionserreger sind erst jüngst neu entstanden?	142
	Weiterführende Literatur	144
13	Labormethoden zum Nachweis von Virusinfektionen	145
13.1	Wie lassen sich virale Erreger direkt nachweisen?	146
13.1.1	Viruszüchtung, Virusisolierung und davon ausgehende Nachweissysteme	146
13.1.2	Direkter Nachweis der Viren in Patientenmaterial	150
13.2	Auf welche Weise nutzt man spezifische Immunreaktionen zum indirekten Nachweis von Virusinfektionen?	155
13.3	Welche wichtigen neuen Methoden zum Virusnachweis wurden in den letzten Jahren entwickelt?	156
	Literatur	158

II Spezieller Teil

14	Viren mit einzelsträngigem RNA-Genom in Plusstrangorientierung	163
14.1	Picornaviren	165
14.1.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	166
14.1.2	Aufbau	170
14.1.3	Virusproteine	175
14.1.4	Replikation	182

14.1.5	Humanpathogene Picornaviren	191
14.1.6	Tierpathogene Picornaviren	199
14.2	Astroviren	203
14.2.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	203
14.2.2	Aufbau	204
14.2.3	Virusproteine	204
14.2.4	Replikation	205
14.2.5	Humanpathogene Astroviren	207
14.2.6	Tierpathogene Astroviren	208
14.3	Caliciviren	209
14.3.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	209
14.3.2	Aufbau	209
14.3.3	Virusproteine	211
14.3.4	Replikation	213
14.3.5	Humanpathogene Caliciviren	214
14.3.6	Tierpathogene Caliciviren	217
14.4	Hepeviren	219
14.4.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	219
14.4.2	Aufbau	219
14.4.3	Virusproteine	220
14.4.4	Replikation	222
14.4.5	Human- und tierpathogene Vertreter der Hepeviren	223
14.5	Flaviviren	225
14.5.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	225
14.5.2	Aufbau	230
14.5.3	Virusproteine	231
14.5.4	Replikation	238
14.5.5	Humanpathogene Flaviviren	242
14.5.6	Human- und tierpathogene Flaviviren	253
14.5.7	Tierpathogene Flaviviren	256
14.6	Matonaviren	260
14.6.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	260
14.6.2	Aufbau	260
14.6.3	Virusproteine	261
14.6.4	Replikation	263
14.6.5	Humanpathogene Matonaviren	264
14.7	Togaviren	267
14.7.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	267
14.7.2	Aufbau	268
14.7.3	Virusproteine	270
14.7.4	Replikation	273
14.7.5	Humanpathogene Togaviren	275
14.7.6	Tierpathogene Togaviren	276
14.8	Arteriviren	278
14.8.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	278
14.8.2	Aufbau	279
14.8.3	Virusproteine	280
14.8.4	Replikation	282
14.8.5	Tierpathogene Arteriviren	284
14.9	Coronaviren	287
14.9.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	288
14.9.2	Aufbau	288
14.9.3	Virusproteine	293
14.9.4	Replikation	298
14.9.5	Humanpathogene Coronaviren	300
14.9.6	Tierpathogene Coronaviren	307
	Literatur	310

15	Viren mit einzelsträngigem, kontinuierlichem RNA-Genom in Negativstrangorientierung	323
15.1	Rhabdoviren	325
15.1.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	325
15.1.2	Aufbau	328
15.1.3	Virusproteine	330
15.1.4	Replikation	333
15.1.5	Human- und tierpathogene Rhabdoviren	335
15.1.6	Tierpathogene Rhabdoviren	341
15.2	Bornaviren	342
15.2.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	342
15.2.2	Aufbau	343
15.2.3	Virusproteine	345
15.2.4	Replikation	346
15.2.5	Human- und tierpathogene Bornaviren	347
15.3	Paramyxoviren	350
15.3.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	350
15.3.2	Aufbau	353
15.3.3	Virusproteine	355
15.3.4	Replikation	360
15.3.5	Humanpathogene Paramyxoviren	363
15.3.6	Tierpathogene Paramyxoviren	369
15.3.7	Human- und tierpathogene Paramyxoviren	373
15.4	Pneumoviren	374
15.4.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	374
15.4.2	Aufbau	375
15.4.3	Virusproteine	376
15.4.4	Replikation	380
15.4.5	Humanpathogene Pneumoviren	381
15.4.6	Tierpathogene Pneumoviren	383
15.5	Filoviren	384
15.5.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	384
15.5.2	Aufbau	385
15.5.3	Virusproteine	386
15.5.4	Replikation	390
15.5.5	Human- und tierpathogene Filoviren	390
	Weiterführende Literatur	394
16	Viren mit einzelsträngigem, segmentiertem RNA-Genom in Negativstrangorientierung	403
16.1	Arenaviren	404
16.1.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	404
16.1.2	Aufbau	407
16.1.3	Virusproteine	408
16.1.4	Replikation	411
16.1.5	Human- und tierpathogene Arenaviren	412
16.2	Bunyaviren	417
16.2.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	418
16.2.2	Aufbau	418
16.2.3	Virusproteine	425
16.2.4	Replikation	429
16.2.5	Humanpathogene Bunyaviren	430
16.2.6	Human- und tierpathogene Bunyaviren	433
16.2.7	Tierpathogene Bunyaviren	435
16.3	Orthomyxoviren	437
16.3.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	437

16.3.2	Aufbau	439
16.3.3	Virusproteine	440
16.3.4	Replikation.....	453
16.3.5	Human- und tierpathogene Orthomyxoviren	457
	Weiterführende Literatur	468
17	Viren mit doppelsträngigem, segmentiertem RNA-Genom	475
17.1	Birnaviren	476
17.1.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	476
17.1.2	Aufbau	476
17.1.3	Virusproteine	479
17.1.4	Replikation.....	479
17.1.5	Tierpathogene Birnaviren.....	480
17.2	Reoviren	481
17.2.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	482
17.2.2	Aufbau	482
17.2.3	Virusproteine	487
17.2.4	Replikation.....	492
17.2.5	Humanpathogene Reoviren.....	494
17.2.6	Tierpathogene Reoviren	498
	Weiterführende Literatur	501
18	RNA- und DNA-Viren mit reverser Transkription	505
18.1	Retroviren	506
18.1.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	507
18.1.2	Aufbau	511
18.1.3	Virusproteine	516
18.1.4	Replikation.....	529
18.1.5	Humanpathogene Retroviren	538
18.1.6	Tierpathogene Retroviren	548
18.2	Hepadnaviren	554
18.2.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	554
18.2.2	Aufbau	555
18.2.3	Virusproteine	560
18.2.4	Replikation.....	563
18.2.5	Humanpathogene Hepadnaviren	566
	Weiterführende Literatur	576
19	Viren mit doppelsträngigem DNA-Genom	581
19.1	Polyomaviren	583
19.1.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	583
19.1.2	Aufbau	585
19.1.3	Virusproteine	587
19.1.4	Replikation.....	591
19.1.5	Humanpathogene Polyomaviren.....	593
19.1.6	Tierpathogene Polyomaviren	598
19.2	Papillomaviren	600
19.2.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	600
19.2.2	Aufbau	607
19.2.3	Virusproteine	608
19.2.4	Replikation.....	614
19.2.5	Humanpathogene Papillomaviren.....	617
19.2.6	Tierpathogene Papillomaviren	623
19.3	Adenoviren	625
19.3.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	625
19.3.2	Aufbau	628

19.3.3	Virusproteine	630
19.3.4	Adenovirusassoziierte RNA (VA-RNA I und II)	642
19.3.5	Replikation.	643
19.3.6	Humanpathogene Adenoviren	645
19.3.7	Tierpathogene Adenoviren	649
19.4	Herpesviren	651
19.4.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	651
19.4.2	Aufbau	655
19.4.3	Virusproteine des lytischen Zyklus	666
19.4.4	RNA-Produkte	681
19.4.5	Proteine der Latenz	682
19.4.6	Replikation.	688
19.4.7	Humanpathogene Herpesviren	694
19.4.8	Tierpathogene Herpesviren	709
19.5	Pockenviren	716
19.5.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	716
19.5.2	Aufbau	717
19.5.3	Virusproteine	720
19.5.4	Replikation.	728
19.5.5	Humanpathogene Pockenviren	731
19.5.6	Tierpathogene Pockenviren	735
19.6	Asfarviren	739
19.6.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	739
19.6.2	Aufbau	739
19.6.3	Virusproteine	740
19.6.4	Replikation.	741
19.6.5	Tierpathogene Asfarviren	742
19.7	Iridoviren	743
19.7.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	743
19.7.2	Aufbau	744
19.7.3	Virusproteine	745
19.7.4	Replikation.	745
19.7.5	Tierpathogene Iridoviren	746
	Weiterführende Literatur	746
20	Viren mit einzelsträngigem DNA-Genom	755
20.1	Parvoviren	756
20.1.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	756
20.1.2	Aufbau	762
20.1.3	Virusproteine	768
20.1.4	Replikation.	771
20.1.5	Humanpathogene Parvoviren	774
20.1.6	Tierpathogene Parvoviren	778
20.2	Circoviren	782
20.2.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	783
20.2.2	Aufbau	783
20.2.3	Virusproteine	783
20.2.4	Replikation.	785
20.2.5	Tierpathogene Circoviren	786
20.3	Anelloviren	787
20.3.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	787
20.3.2	Aufbau	788
20.3.3	Virusproteine	789
20.3.4	Replikation.	789
20.3.5	Humanpathogene Anelloviren	791
20.3.6	Tierpathogene Anelloviren	792
	Weiterführende Literatur	793

21	Prionen	797
21.1	Einteilung und charakteristische Vertreter	798
21.2	Aufbau des Prionprotein-Gens (PRNP/Prnp)	799
21.3	Aufbau des Prionproteins (PrP)	800
21.4	Vermehrung von Prionen	802
21.5	Humane Prionerkrankungen	803
21.6	Prionerkrankungen in Tieren	807
	Weiterführende Literatur	815
 Serviceteil		
	Kurzdarstellung einiger Techniken der Elektronenmikroskopie (EM) und der Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)	818
	Glossar	825
	Stichwortverzeichnis.....	835