

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	V	2.3	Liberation .....	145
Zur Benutzung des Buches.....	VII	2.3.1	Löslichkeit.....	145
Abkürzungsverzeichnis .....	XV	2.4	Resorption .....	150
<b>A</b>		2.4.1	Resorptionsbarrieren .....	150
<b>ALLGEMEINER TEIL</b>	<b>1</b>	2.4.2	Passive Diffusion durch die Lipiddoppel- schicht .....	150
<b>1 Chemische Grundlagen der Pharmakodynamik .....</b>	<b>3</b>	2.4.3	Transport durch Membranproteine .....	152
1.1 Grundlagen der Target-Interaktionen .....	4	2.4.4	Weitere Resorptionsmechanismen .....	155
1.1.1 Einteilung der Arzneistoffe .....	4	2.4.5	Organabhängige Resorption.....	157
1.1.2 Weg eines Arzneistoffs im Organismus .....	4	2.5	Verteilung .....	163
1.1.3 Wirkung eines Arzneistoffs .....	5	2.5.1	Verteilungsräume.....	163
1.1.4 Prinzipien der Target-Interaktion .....	6	2.5.2	Plasmaproteinbindung .....	164
1.1.5 Funktionelle Gruppen in Arzneistoffen .....	7	2.5.3	Speicherung im Gewebe.....	166
1.1.6 Heterozyklen in Arzneistoffen .....	19	2.6	Biotransformation – chemische und biochemische Mechanismen der Arznei- stoffmetabolisierung .....	166
1.1.7 Relevante Bindungskräfte für die Target- Interaktion.....	26	2.6.1	Phase-I-Reaktionen .....	166
1.2 Arzneistoff-Targets.....	37	2.6.2	Phase-II-Reaktionen .....	192
1.2.1 Aminosäuren als Bausteine proteinbasierter Targets .....	37	2.6.3	Metabolisierung in der Leber.....	210
1.2.2 Enzyme .....	45	2.6.4	Metabolisierung in den Darmzellen .....	212
1.2.3 Rezeptoren.....	51	2.6.5	First-Pass-Effekt.....	213
1.2.4 Transporter.....	66	2.6.6	Stereochemische Aspekte .....	213
1.2.5 Nukleinsäuren.....	67	2.6.7	Analytische Aspekte.....	214
1.3 Optimierung der Target-Interaktionen .....	75	2.7	Elimination.....	216
1.3.1 Screening, Hit und Leitstruktur .....	75	2.7.1	Niere.....	216
1.3.2 Struktur-Wirkungs-Beziehungen .....	77	2.7.2	Leber .....	217
1.3.3 Identifizieren eines Pharmakophors.....	80	2.8	Prodrugs.....	218
1.3.4 Strategien zur Arzneistoffoptimierung.....	86	2.8.1	Klassen von Prodrugs .....	218
1.4 Stereochemische Aspekte .....	105	2.8.2	Prodrugs zur Verbesserung der Wasser- löslichkeit .....	221
1.4.1 Definitionen und Begriffe.....	105	2.8.3	Prodrugs zur Verbesserung der Permeabilität.....	225
1.4.2 Stereochemie und therapeutische Wirkung ..	120	2.8.4	Prodrugs zur Verlängerung der Wirkdauer .....	233
1.4.3 Enantiomerentrennung .....	126	2.8.5	Prodrugs zur gezielten Anreicherung des Arzneistoffs am Wirkort (Drug Targeting) .....	233
1.4.4 Stereoselektive Synthese.....	133	2.9	Softdrugs.....	234
<b>2 Chemische Grundlagen der Pharmakokinetik .....</b>	<b>135</b>	<b>3</b>	<b>Chemische Grundlagen unerwünschter Arzneistoffwirkungen .....</b>	<b>237</b>
2.1 Lipophilie und Hydrophilie .....	136	3.1	Intrinsische toxikophore Gruppen .....	238
2.1.1 Verteilungskoeffizient P.....	136	3.1.1	Intrinsische Elektrophile .....	238
2.1.2 Experimentelle Bestimmung des log-P- und log-D-Werts .....	139	3.1.2	Gruppenübertragende Funktionalitäten .....	247
2.2 Säure-Base-Eigenschaften .....	139	3.1.3	Chelatisierende Funktionalitäten .....	247
2.2.1 Henderson-Hasselbalch-Gleichung.....	140	3.2	Reaktive Metaboliten .....	249
2.2.2 Ionisierte und ungeladene Formen .....	141	3.2.1	Elektrophile Intermediate .....	250
2.2.3 Einfluss von Substituenten auf die Säure- und Basenstärke .....	143	3.2.2	Freie Radikale und reaktive Sauerstoff- spezies .....	278

3.3	Methämoglobinbildner .....	283	<b>B</b>	<b>SPEZIELLER TEIL</b>	<b>381</b>
3.3.1	Methämoglobinbildung durch gekoppelte Oxidation .....	284	<b>7</b>	<b>Nervensystem und Mediatoren .....</b>	<b>383</b>
3.3.2	Antidote gegen Methämoglobinbildner .....	287	<b>7.1</b>	<b>Am Sympathikus angreifende Arzneistoffe ...</b>	<b>384</b>
3.4	Fotochemische Reaktionen .....	287	7.1.1	Adrenerge Neurochemie .....	384
3.4.1	Pathophysiologische Grundlagen .....	288	7.1.2	$\alpha_1$ -Sympathomimetika .....	391
3.4.2	Fotosensibilisierung durch Arzneistoffe .....	289	7.1.3	$\alpha_2$ -Sympathomimetika .....	395
3.4.3	Fotosensibilisierende Arzneistoffe .....	299	7.1.4	$\beta$ -Sympathomimetika .....	397
3.5	Antitargets .....	304	7.1.5	Indirekte Sympathomimetika .....	404
3.5.1	hERG-Kanal .....	305	7.1.6	Methylxanthine .....	411
3.5.2	Serotonin-5-HT <sub>2B</sub> -Agonisten .....	308	7.1.7	$\alpha$ -Sympatholytika .....	414
3.5.3	Häufig anzutreffende Antitargets .....	311	7.1.8	$\beta$ -Sympatholytika (Betablocker) .....	422
<b>4</b>	<b>Chemische Grundlagen der Arzneistoffinteraktionen .....</b>	<b>312</b>	<b>7.2</b>	<b>Am Parasympathikus angreifende Arzneistoffe .....</b>	<b>430</b>
4.1	Arten der Arzneistoffinteraktionen .....	313	7.2.1	Cholinerge Neurochemie .....	430
4.2	Pharmazeutische Interaktionen (Inkompatibilitäten) .....	313	7.2.2	Muscarinrezeptor-Agonisten .....	434
4.3	Interaktionen durch pH-Änderung .....	314	7.2.3	Cholinesterase-Inhibitoren .....	437
4.4	Interaktionen durch Chelatisierung .....	316	7.2.4	Antidementiva .....	442
4.5	Interaktionen durch Hemmung oder Induktion von CYP-Enzymen .....	318	7.2.5	Insektizide und Nervengase .....	446
4.5.1	Inhibition von CYP-Enzymen .....	319	7.2.6	Parasympatholytika .....	454
4.5.2	Induktion von CYP-Enzymen .....	330	7.2.7	Nicotinrezeptor-Agonisten und Nicotinrezeptor-Antagonisten .....	466
4.6	Interaktionen mit Transportproteinen .....	332	<b>7.3</b>	<b>Opioid-Analgetika .....</b>	<b>474</b>
4.6.1	P-Glykoprotein .....	332	7.3.1	Morphin .....	475
4.6.2	SLC-Transporter .....	333	7.3.2	Polyzyklische Opioide .....	480
<b>5</b>	<b>Chemische Aspekte der Arzneistoffentwicklung .....</b>	<b>335</b>	7.3.3	Flexible Opioide .....	485
5.1	Präklinische Entwicklung .....	337	7.3.4	Opioid-Antagonisten .....	493
5.2	Klinische Studien .....	337	<b>7.4</b>	<b>Antitussiva und Expektoranzien .....</b>	<b>496</b>
5.3	Scale-Up und Prozessentwicklung .....	338	7.4.1	Antitussiva .....	496
5.4	Grüne Chemie .....	342	7.4.2	Expektoranzien .....	499
5.5	Bezeichnung von Arzneistoffen .....	343	<b>7.5</b>	<b>Nichtopioide Analgetika und Antirheumatika .....</b>	<b>500</b>
<b>6</b>	<b>Arzneistoffanalytik .....</b>	<b>346</b>	7.5.1	Arachidonsäuremetabolismus und Eicosanoide .....	500
6.1	Instrumentelle Methoden .....	347	7.5.2	Anilide .....	505
6.1.1	Infrarotspektroskopie .....	347	7.5.3	Pyrazolinone .....	510
6.1.2	UV/Vis-Spektroskopie .....	350	7.5.4	Salicylsäure-Derivate .....	513
6.1.3	Dünnschichtchromatographie .....	350	7.5.5	Anthranilsäure-Derivate (Fenamate) .....	518
6.1.4	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie ..	351	7.5.6	Phenyl- und Heteroarylessigsäure-Derivate (Fenac-Gruppe) .....	518
6.2	Nasschemische Methoden .....	352	7.5.7	Arylpropionsäure-Derivate (Profene) .....	523
6.2.1	Identitätsreaktionen .....	352	7.5.8	Pyrazolidindione .....	529
6.2.2	Gehaltsbestimmungen .....	369	7.5.9	Oxicame .....	530
			7.5.10	Coxibe .....	532
			7.5.11	Krankheitsmodifizierende Antirheumatika (DMARD) .....	536
			7.5.12	Januskinase-Inhibitoren .....	542
			7.5.13	SYK-Inhibitoren .....	544
			7.5.14	Sphingosin-1-phosphat-Rezeptor-modulatoren .....	545
			<b>7.6</b>	<b>Prostanoide als Arzneistoffe .....</b>	<b>549</b>
			7.6.1	Prostaglandinderivate zur Glaukomtherapie ..	549

7.6.2	Prostaglandine in Geburtshilfe und Gynäkologie .....	552	7.14.4	COMT-Inhibitoren .....	644
7.6.3	Prostaglandine mit vasodilatatorischer Wirkung .....	553	7.14.5	Anticholinergika .....	647
7.6.4	Prostanoide zur Behandlung der pulmonalen Hypertonie .....	553	<b>7.15 Antipsychotika .....</b>	<b>648</b>	
7.6.5	Leukotrien-Rezeptor-Antagonisten und 5-Lipoxygenase-Inhibitoren zur Asthma-therapie .....	554	7.15.1	Klassische Antipsychotika .....	649
<b>7.7 Gichtmittel .....</b>	<b>556</b>	7.15.2	Atypische Antipsychotika .....	660	
7.7.1	Arzneistoffe zur Behandlung des akuten Gichtanfalls .....	556	7.15.3	Chorea-Huntington-Therapie .....	667
7.7.2	Urikostatika .....	557	<b>7.16 Antidepressiva .....</b>	<b>668</b>	
7.7.3	Urikosurika .....	560	7.16.1	Trizyklische Antidepressiva .....	670
<b>7.8 Lokalanästhetika .....</b>	<b>562</b>	7.16.2	Selektive Serotonin-Rückaufnahme-Inhibitoren (SSRI) .....	676	
7.8.1	Lokalanästhetika vom Estertyp .....	564	7.16.3	Selektive Serotonin-/Noradrenalin-Rückaufnahme-Inhibitoren (SSNRI) .....	680
7.8.2	Lokalanästhetika vom Amidtyp .....	569	7.16.4	Noradrenalin-Rückaufnahme-Inhibitoren (NRI) .....	681
7.8.3	Weitere Lokalanästhetika .....	573	7.16.5	Tetrazyklische Antidepressiva ( $\alpha_2$ -Antagonisten) .....	681
<b>7.9 Allgemeinanästhetika .....</b>	<b>574</b>	7.16.6	Inhibitoren der Monoaminoxidase (MAO-Inhibitoren) .....	682	
7.9.1	Inhalationsanästhetika .....	574	<b>7.17 Migränemittel .....</b>	<b>684</b>	
7.9.2	Injektionsanästhetika .....	576	7.17.1	Triptane .....	684
<b>7.10 Anxiolytika .....</b>	<b>580</b>	7.17.2	Mutterkornalkaloide .....	689	
7.10.1	GABA-System .....	580	7.17.3	Ditane .....	689
7.10.2	Benzodiazepine .....	582	<b>7.18 Antiemetika und Prokinetika .....</b>	<b>690</b>	
7.10.3	Benzodiazepin-Antagonist .....	591	7.18.1	Pathophysiologie des Erbrechens .....	690
<b>7.11 Hypnotika .....</b>	<b>592</b>	7.18.2	Antiemetika mit prokinetischen Eigenschaften .....	690	
7.11.1	Benzodiazepine als Hypnotika .....	592	7.18.3	Serotonin-5-HT <sub>3</sub> -Antagonisten (Setrone) .....	694
7.11.2	Z-Substanzen (Nichtbenzodiazepine) .....	595	7.18.4	Neurokinin-NK <sub>1</sub> -Antagonisten .....	696
7.11.3	Melatonin und verwandte Substanzen .....	597	7.18.5	Cannabinoide .....	698
7.11.4	Sedativa und Hypnotika mit unterschiedlicher Grundstruktur .....	599	<b>7.19 H<sub>1</sub>-Antihistaminika .....</b>	<b>699</b>	
<b>7.12 Zentrale Muskelrelaxanzien .....</b>	<b>600</b>	7.19.1	Histamin .....	700	
<b>7.13 Antiepileptika .....</b>	<b>604</b>	7.19.2	H <sub>1</sub> -Antihistaminika der 1. Generation .....	701	
7.13.1	Pathophysiologische Grundlagen der Epilepsie .....	604	7.19.3	H <sub>1</sub> -Antihistaminika der 2. Generation .....	708
7.13.2	Targets und Wirkprinzipien der Antiepileptika .....	605	7.19.4	Dual wirkende Antihistaminika .....	717
7.13.3	Inaktivatoren spannungsabhängiger Na <sup>+</sup> -Kanäle .....	605	7.19.5	Mastzellstabilisatoren ohne H <sub>1</sub> -Antihistaminwirkung .....	718
7.13.4	Inaktivatoren spannungsabhängiger Ca <sup>2+</sup> -Kanäle .....	612	<b>8 Hormonsystem .....</b>	<b>720</b>	
7.13.5	Antiepileptika mit GABA-verstärkender Wirkung .....	615	<b>8.1 Schilddrüsentherapeutika .....</b>	<b>721</b>	
7.13.6	Antiepileptika mit Glutamat-blockierender Wirkung .....	624	8.1.1	Schilddrüsenhormone .....	722
7.13.7	Carboanhydrase-Inhibitoren .....	629	8.1.2	Thyreostatika .....	729
<b>7.14 Antiparkinsonmittel .....</b>	<b>629</b>	8.1.3	Schilddrüsendiagnostika .....	732	
7.14.1	Levodopa in Kombination mit Dopa-Decarboxylase-Inhibitoren .....	630	<b>8.2 Insulin und Antidiabetika .....</b>	<b>733</b>	
7.14.2	Dopamin-Agonisten .....	636	8.2.1	Insuline .....	734
7.14.3	MAO-B-Inhibitoren .....	640	8.2.2	Sulfonylharnstoffe .....	739
			8.2.3	Glinide .....	742
			8.2.4	Inkretinmimetika (GLP-1-Agonisten) .....	744
			8.2.5	Gliptine (DPP-4-Inhibitoren) .....	747
			8.2.6	Biguanide .....	750
			8.2.7	$\alpha$ -Glucosidase-Inhibitoren .....	754
			8.2.8	Gliflozine (SGLT2-Inhibitoren) .....	756
			8.2.9	Glucagon .....	760

8.3	Nebennierenrindenhormone.....	760	9.7	Blut.....	918
8.3.1	Corticoide – Strukturchemie und Physiologie.....	761	9.7.1	Thrombozytenaggregationshemmer .....	920
8.3.2	Mineralocorticoide .....	765	9.7.2	Antikoagulanzen .....	930
8.3.3	Glucocorticoide .....	768	9.7.3	Mittel zur Beeinflussung der Fibrinolyse (Fibrinolytika und Antifibrinolytika).....	955
8.3.4	Cortisol-Synthese-Hemmer .....	789	9.7.4	Mittel zur Behandlung von Anämien .....	957
8.4	Sexualhormone .....	792	9.7.5	Addendum: Chelattherapie – Antidote bei Schwermetallintoxikationen .....	972
8.4.1	Androgene .....	793	<b>10</b>	<b>Verdauungstrakt.....</b>	<b>978</b>
8.4.2	Inhibitoren der steroidalen 5 $\alpha$ -Reduktase... ..	796	10.1	Ulku­therapeutika .....	979
8.4.3	Anabolika .....	799	10.1.1	Funktion des Magens .....	979
8.4.4	Estrogene.....	803	10.1.2	H <sub>2</sub> -Antihistaminika (H <sub>2</sub> -Blocker, Histamin- H <sub>2</sub> -Antagonisten).....	980
8.4.5	Gestagene.....	809	10.1.3	Protonenpumpen-Inhibitoren.....	983
<b>9</b>	<b>Herz-Kreislauf-System .....</b>	<b>821</b>	10.1.4	Muscarinrezeptor-Antagonisten.....	991
9.1	Arzneistoffe mit Wirkung auf das Renin- Angiotensin-System .....	822	10.1.5	Antazida .....	992
9.1.1	ACE-Hemmer (Angiotensin-Konversions- Enzym-Inhibitoren) .....	823	10.1.6	Bismutverbindungen .....	994
9.1.2	Angiotensin-II-Rezeptor-Antagonisten (AT <sub>1</sub> -Blocker, Sartane) .....	834	10.2	Laxanzien .....	995
9.1.3	Renin-Inhibitoren .....	843	10.2.1	Osmotisch wirksame Laxanzien .....	995
9.2	Diuretika.....	845	10.2.2	Antiresorptiv und hydragog wirksame Laxanzien .....	998
9.2.1	Carboanhydrase-Inhibitoren zur Glaukom- therapie .....	847	10.3	Antidiarrhoika.....	1001
9.2.2	Thiazid-Diuretika und Analoga .....	850	10.3.1	Opioidrezeptor-Agonisten .....	1001
9.2.3	Schleifendiuretika .....	854	10.3.2	Nepri­lysin-Inhibitoren .....	1003
9.2.4	Kaliumsparende Diuretika .....	857	10.3.3	Adsorbenzien und Adstringenzen .....	1005
9.2.5	Mineralocorticoidrezeptor-Antagonisten.....	860	10.3.4	Probiotika .....	1006
9.2.6	Osmodiuretika.....	863	10.4	Gallentherapeutika.....	1006
9.2.7	Vasopressinrezeptor-Antagonisten .....	864	<b>11</b>	<b>Haut und Knochen.....</b>	<b>1009</b>
9.2.8	Vasopressinrezeptor-Agonisten als Antidiuretika .....	864	11.1	Mittel gegen Neurodermitis .....	1010
9.3	Herztherapeutika .....	865	11.1.1	Calcineurin-Inhibitoren mit immun- suppressiver Wirkung.....	1010
9.3.1	Wirkstoffe zur Therapie der Herzinsuffizienz	865	11.1.2	Systemische Immunsuppressiva (Off-Label-Use).....	1013
9.3.2	Antiarrhythmika .....	870	11.2	Aknemittel .....	1015
9.3.3	Koronarmittel .....	875	11.2.1	Topische Aknemittel.....	1015
9.4	Calciumkanalblocker .....	883	11.2.2	Retinoide .....	1016
9.4.1	Dihydropyridine.....	884	11.3	Antipsoriatika .....	1021
9.4.2	Phenylalkylamine und Benzothiazepine.....	891	11.3.1	Topische Antipsoriatika.....	1022
9.5	Spezielle Antihypertonika.....	893	11.3.2	Systemische Antipsoriatika .....	1026
9.5.1	Vasodilatoren .....	893	11.3.3	PUVA-Therapie.....	1029
9.5.2	Wirkstoffe zur Therapie der pulmonalen Hypertonie .....	896	11.4	Mittel zur Behandlung der aktinischen Keratose .....	1031
9.6	Lipidsenker.....	900	11.4.1	Imiquimod .....	1032
9.6.1	Statine (HMG-CoA-Reduktase-Inhibitoren) ..	903	11.4.2	Ingenolmebutat.....	1032
9.6.2	ATP-Citrat-Lyase-Inhibitoren .....	908	11.5	Biotin und Dexpanthenol .....	1033
9.6.3	Azetidinone (Cholester­ol-Resorptions- hemmer).....	910	11.5.1	Biotin.....	1033
9.6.4	Fibrate (PPAR $\alpha$ -Agonisten) .....	911	11.5.2	Dexpanthenol .....	1036
9.6.5	Anionenaustauscherharze (Gallensäure-Resorptionshemmer) .....	916	11.6	Sonnenschutzmittel.....	1037
			11.6.1	Chemische Wirkung der Sonnenstrahlung ....	1037

11.6.2	Körpereigener Sonnenschutz	1041	12.4	Antimykotika	1226
11.6.3	Organisch-chemische UV-Filter	1041	12.4.1	Inhibitoren der Ergosterolbiosynthese	1227
11.6.4	Anorganisch-chemische Filter	1051	12.4.2	Inhibitoren der Zellwandfunktion	1242
11.7	Osteoporosemittel und Knochenstoff- wechselregulatoren	1052	12.4.3	Inhibitoren des $\beta$ -1,3-D-Glucan-Synthase- Komplexes	1244
11.7.1	Vitamin D und Derivate	1052	12.4.4	Inhibitoren der DNA-/RNA-Funktion	1248
11.7.2	Bisphosphonate	1058	12.4.5	Inhibitoren des Mikrotubuli-Apparats	1249
11.7.3	Selektive Estrogen-Rezeptor-Modulatoren (SERM)	1065	12.5	Antiprotozoenmittel	1250
11.7.4	Calcitonin	1065	12.5.1	Malaria Mittel	1251
11.7.5	Parathormon	1067	12.5.2	Toxoplasmose-Mittel	1271
11.7.6	Calcimimetika	1067	12.5.3	Trypanosomen-Mittel	1273
11.7.7	Phosphatbinder	1069	12.5.4	Leishmaniose-Mittel	1283
12	Therapie von Infektionskrankheiten	1070	12.5.5	Trichomonaden-Mittel	1287
12.1	Antibakterielle Antibiotika	1071	12.5.6	Giardien-Mittel	1292
12.1.1	$\beta$ -Lactam-Antibiotika – Übersicht	1072	12.5.7	Mittel gegen pathogene Darmprotozoen	1293
12.1.2	Penicilline	1073	12.5.8	Mittel gegen Ciliophora	1293
12.1.3	Cephalosporine	1092	12.6	Anthelminthika	1293
12.1.4	Carbapeneme	1100	12.6.1	Mittel gegen Fadenwürmer	1293
12.1.5	Monobactame	1101	12.6.2	Mittel gegen Bandwürmer	1304
12.1.6	Fosfomycin	1102	12.6.3	Mittel gegen Saugwürmer	1310
12.1.7	Glykopeptid-Antibiotika	1103	12.7	Antiparasitäre Mittel (extern)	1314
12.1.8	Lipopeptid-Antibiotika	1106	12.7.1	Insektizide	1314
12.1.9	Sulfonamide und Sulfonamid- Kombinationen	1108	12.7.2	Repellenzien	1337
12.1.10	Fluorchinolone	1113	12.8	Antiseptika, Desinfektions- und Konservierungsmittel	1339
12.1.11	Nitrofurane	1119	12.8.1	Alkohole	1340
12.1.12	8-Hydroxychinoline	1120	12.8.2	Formaldehyd und sonstige Aldehyde	1341
12.1.13	Tetracycline	1121	12.8.3	Perverbindungen	1344
12.1.14	Aminoglykosid-Antibiotika	1130	12.8.4	Tosylchloramid-Natrium und Hypochlorite	1346
12.1.15	Chloramphenicol	1134	12.8.5	Iodhaltige Mittel	1348
12.1.16	Makrolid-Antibiotika	1135	12.8.6	Phenole und Derivate	1349
12.1.17	Lincosamide	1141	12.8.7	Quartäre Ammoniumverbindungen	1354
12.1.18	Oxazolidinone	1142	12.8.8	Biguanide und Amine	1356
12.1.19	Pleuromutiline	1143	12.8.9	Ethacridinlactat	1358
12.1.20	Lokalantibiotika	1144	12.8.10	Metallionenhaltige Antiseptika	1359
12.1.21	Polypeptid-Antibiotika	1147	13	Tumorerkrankungen	1363
12.2	Tuberkulose- und Lepramittel	1150	13.1	Alkylanzien	1368
12.2.1	Antituberkulotika	1151	13.1.1	Stickstofflost-Verbindungen (N-Loste)	1368
12.2.2	Antileprotika	1168	13.1.2	Aziridine	1378
12.3	Virostatika	1171	13.1.3	Estramustin	1379
12.3.1	Virostatika gegen Herpesviren	1173	13.1.4	Methansulfonate	1380
12.3.2	Virostatika gegen Humane Immun- schwäche-Viren (HIV)	1182	13.1.5	N-Nitrosoharnstoffe	1383
12.3.3	Virostatika gegen Influenzaviren	1202	13.1.6	Triazene	1385
12.3.4	Virostatika gegen Hepatitis-B-Viren (HBV)	1208	13.1.7	Mitomycin C	1390
12.3.5	Virostatika gegen Hepatitis-C-Viren (HCV)	1210	13.2	Platinkomplexe	1390
12.3.6	Virostatika gegen Hepatitis-D-Viren (HDV)	1219	13.2.1	Zytoprotektivum Amifostin	1398
12.3.7	Virostatika gegen Coronaviren (SARS-CoV-2)	1221	13.3	DNA-Interkalatoren	1399
			13.3.1	Anthracycline	1400
			13.3.2	Anthracendione und Acridine	1406
			13.3.3	Bleomycine	1410
			13.3.4	Actinomycine	1414

13.4	Topoisomerase-Inhibitoren .....	1418	14	Zytoprotektiva .....	1564
13.4.1	Topoisomerase-I-Inhibitoren .....	1422	14.1	Antioxidative Vitamine .....	1566
13.4.2	Topoisomerase-II-Inhibitoren .....	1424	14.1.1	Ascorbinsäure .....	1566
13.5	Antimetaboliten .....	1427	14.1.2	Tocopherole .....	1571
13.5.1	Folsäure-Antagonisten .....	1428	14.2	Endogene Zytoprotektiva .....	1580
13.5.2	Pyrimidin- und Pyrimidinnukleosidanaloga .....	1432	14.2.1	Glutathion .....	1580
13.5.3	Purin- und Purinnukleosidanaloga .....	1443	14.2.2	$\alpha$ -Liponsäure (Thioctsäure) .....	1583
13.5.4	Inhibitoren der Ribonukleotid-Reduktase .....	1449	14.3	Exogene Zytoprotektiva .....	1585
13.6	Kinase-Inhibitoren .....	1451	14.3.1	Selen und Selenoproteine .....	1585
13.6.1	Grundlagen der zellulären Signal- transduktion .....	1452	14.3.2	Carotinoide .....	1587
13.6.2	Inhibitoren von Rezeptortyrosinkinase .....	1461	<b>Quellenverzeichnis und weiterführende Literatur ... 1593</b>		
13.6.3	Inhibitoren zytoplasmatischer Tyrosin- kinasen .....	1474	<b>Allgemeiner Teil .....</b> 1593		
13.6.4	Inhibitoren von Serin-Threonin-Kinasen .....	1482	Lehrbücher der Medizinischen Chemie (Aspekte der Wirkstoffentwicklung) .....		
13.6.5	Inhibitoren des PI3K/AKT/mTOR-Signalwegs .....	1489	Lehrbücher anderer Fachgebiete .....		
13.7	Mitosehemmstoffe .....	1492	Pharmakodynamik (Kapitel 1) .....		
13.7.1	Mikrotubuli-Destabilisatoren .....	1495	Pharmakokinetik (Kapitel 2) .....		
13.7.2	Mikrotubuli-Stabilisatoren .....	1501	Unerwünschte Arzneistoffwirkungen (Kapitel 3) .....		
13.8	Hormone und Antihormone .....	1506	Arzneistoffinteraktionen (Kapitel 4) .....		
13.8.1	Antiöstrogene .....	1506	Arzneistoffentwicklung (Kapitel 5) .....		
13.8.2	Aromatase-Inhibitoren .....	1514	Arzneistoffanalytik (Kapitel 6) .....		
13.8.3	Antiandrogene .....	1518	<b>Spezieller Teil .....</b> 1597		
13.8.4	Androgensynthesehemmer .....	1524	Lehrbücher der Pharmazeutischen und Medizinischen Chemie (Arzneistoffklassen) .....		
13.8.5	Gonadorelin-Agonisten (GnRH-Analoga) .....	1527	Allgemeine Literatur .....		
13.8.6	Gonadorelin-Antagonisten .....	1530	Design, Entwicklung, Synthese von Arzneistoffen .....		
13.9	PARP-Inhibitoren .....	1531	Synthetische Methoden für neu zugelassene Arzneistoffe (2002–2019) .....		
13.10	Proteasom-Inhibitoren .....	1537	Nervensystem und Mediatoren (Kapitel 7) .....		
13.11	Immunmodulatoren .....	1543	Hormonsystem (Kapitel 8) .....		
13.12	Histondesacetylase-Inhibitoren .....	1546	Herz-Kreislauf-System (Kapitel 9) .....		
13.13	Hedgehog-Signalweg-Inhibitoren .....	1550	Verdauungstrakt (Kapitel 10) .....		
13.14	Fotodynamische Tumorthherapie .....	1553	Haut und Knochen (Kapitel 11) .....		
13.14.1	Konventionelle fotodynamische Tumor- therapie .....	1553	Infektionskrankheiten (Kapitel 12) .....		
13.14.2	Vaskuläre fotodynamische Therapie .....	1557	Tumorerkrankungen (Kapitel 13) .....		
13.14.3	Porphyrin-Vorstufen zur fotodynamischen Tumorthherapie .....	1559	Zytoprotektiva (Kapitel 14) .....		
13.14.4	Andere Applikationen der fotodynamischen Therapie .....	1560	<b>Bildnachweis .....</b> 1624		
13.15	BCL-2-Inhibitoren .....	1560	<b>Sachregister .....</b> 1625		
			<b>Die Autoren .....</b> 1701		