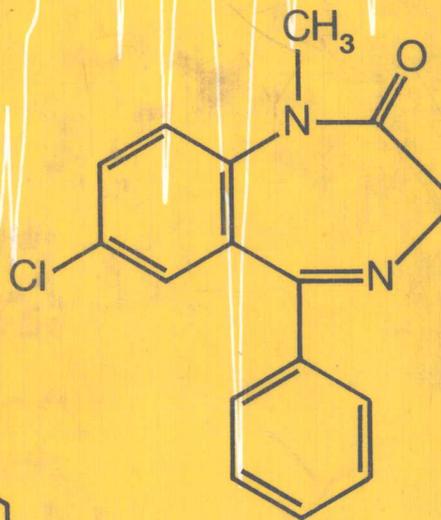
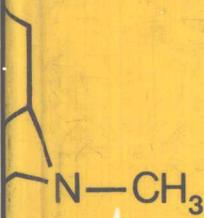
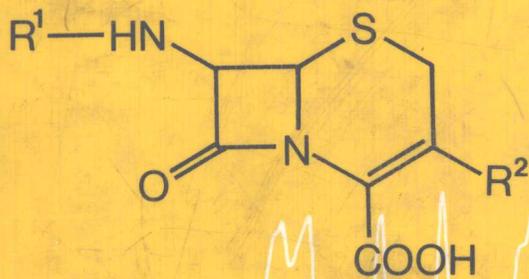


Harry Auterhoff

Lehrbuch der Pharmazeutischen Chemie

9. Auflage



Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart

Lehrbuch der Pharmazeutischen Chemie

von Harry Auterhoff

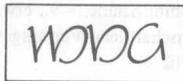
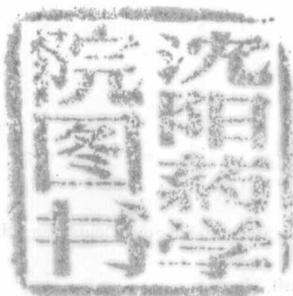
Professor der Pharmazeutischen Chemie
der Universität Tübingen

unter Mitarbeit von Joachim Knabe

Professor der Pharmazeutischen Chemie
der Universität Saarbrücken

9., erweiterte Auflage

Mit 13 Abbildungen und 98 Tabellen



WISSENSCHAFTLICHE VERLAGSGESELLSCHAFT MBH

STUTT GART

1978

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Warenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Pharmazeutischen Chemie

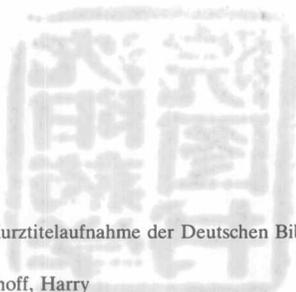
von Harry Auterhoff

Lehrbuch der pharmazeutischen Chemie
für Apotheker und Biologen

Mit Mitarbeit von Joachim Knabe
Lehrbuch der pharmazeutischen Chemie
für Apotheker und Biologen

9., erweiterte Auflage

Mit 13 Abbildungen und 18 Tabellen



CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Auterhoff, Harry
Lehrbuch der pharmazeutischen Chemie / unter
Mitarb. von Joachim Knabe. – 9., erw. Aufl. –
Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1978.
ISBN 3-8047-0562-6

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der photomechanischen Wiedergabe (durch Photokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren) und der Übersetzung, vorbehalten

© 1978 Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart

Printed in Germany

Satz und Druck: Georg Wagner, Nördlingen

Vorwort zur 9. Auflage

Für die 9. Auflage wurde das Buch auf den Stand vom Herbst 1977 gebracht, verbessert und erweitert. Es wurde der Supplementband zur Ph. Eur. III berücksichtigt. Zur Orientierung über Warenzeichen diente die „Rote Liste 1976“, es wurden aber in einigen Fällen auch noch neuere Arzneispezialitäten mit aufgenommen. Die Angaben über kcal sind durch die SI-Einheit kJ ersetzt. Die Streichung einer Reihe älterer Substanzen ermöglichte Arzneistoffe neu aufzunehmen, so Azlocillin (Securopen®), Carbidopa (Nacom®), Gliquidon (Glurenorm®), Mebendazol (Vermox®), Metformin (Glucoophage®), Metoclopramid (Paspertin®), Sotalol (Sotalex®), Tolnaftat (Tonoftal®), Trolnitrat (Angitrit®), Tromantadin (Virus „Merz“ Serol®) u. a. Auf neue Entwicklungen wurde hingewiesen, so z. B. auf die morphinartig wirkenden „Enkephaline“. Einige Kapitel wie Appetitzügler, Tetracycline und Penicilline wurden umgestellt, anderes wesentlich ergänzt wie z. B. die Analytik der Barbiturate. Zahlreiche Strukturformeln sind unter Berücksichtigung besonders der Stereochemie verbessert worden.

Der Autor dankt einer Reihe von Kollegen, die Anregungen zur Verbesserung des Buches gegeben haben, so den Herren Dr. A. Bult (Groningen, Holland), Dr. Ph. Fresenius (Karlsruhe), Prof. Dr. E. Graf (Tübingen), Prof. Dr. K. Greeff (Düsseldorf), Prof. Dr. K.-A. Kovar (Tübingen), Prof. Dr. H. Oelschläger (Frankfurt a. M.), Prof. Dr. J. Schnekenburger (Kiel), Prof. Dr. J. Schultz (Tübingen), Prof. Dr. G. Zinner (Braunschweig) und Prof. Dr. F. Zymalkowski (Bonn).

Besonders danke ich aber meinem Mitautor, Prof. Dr. J. Knabe, Saarbrücken, mit dem das Manuskript auch für die 9. Auflage sehr eingehend beraten wurde.

Tübingen, im Oktober 1977

H. Auerhoff

Aus dem Vorwort zur 1. Auflage

Die Pharmazeutische Chemie hat sich durch die raschen Fortschritte der Arzneimittelforschung insbesondere im Laufe der letzten 50 Jahre zu einer selbständigen Disziplin der Chemie entwickelt. Dieser Entwicklung entsprechend stellt das vorliegende Lehrbuch der Pharmazeutischen Chemie das Arzneimittel in den Vordergrund und setzt Kenntnisse der allgemeinen Anorganischen und Organischen Chemie voraus. Auf diese Weise konnte das umfangreiche Gebiet verhältnismäßig ausführlich nach pharmazeutischen und pharmakologisch-therapeutischen Gesichtspunkten behandelt werden, ohne daß das Buch einen zu großen Umfang annahm. Die Allgemeine Chemie wurde nur insofern gebracht, als dies aus didaktischen Gründen notwendig erschien.

Die Forderung nach spezifisch pharmazeutisch-chemischen Lehrbüchern wird auch dadurch zunehmend dringender, daß in neuerer Zeit die Allgemeine Chemie sich in fortschreitendem Maße von der Behandlung des Stofflichen befreit und immer stärker die Theorie betont. Mit dieser Entwicklung hat sich auch die Pharmazeutische Chemie auseinanderzusetzen. Sie darf ihr aber nur so weit folgen, daß dem Stofflichen noch genügend Raum bleibt, denn der Pharmazeut wird immer eingehende Kenntnisse einer großen Zahl therapeutisch verwendeter Substanzen brauchen.

Der anorganisch-chemische Teil des Buches hält sich an das Periodensystem der Elemente und bedient sich der IUPAC-Nomenklatur. Der organisch-chemische Teil ist dagegen – nach Abhandlung von Arzneimitteln aus den wichtigsten einfacheren chemischen Stoffgruppen (Kohlenwasserstoffe, Aldehyde, Carbonsäuren usw.) — nach pharmakologisch-therapeutischen Gesichtspunkten (Lokalanaesthetika, Antihistaminika usw.) gegliedert.

Der Umfang der einzelnen Kapitel richtet sich sowohl nach ihrer pharmazeutischen Bedeutung als auch nach didaktischen Gesichtspunkten. Bei der Auswahl des Stoffes stehen daher die modernen Arzneimittel und das zu ihrem Verständnis Wichtige im Vordergrund. Ältere Arzneimittel sind zuweilen nur kurz, dafür neuere Präparate ausführlich behandelt; ein subjektives Vorgehen ließ sich dabei nicht immer vermeiden. Der Verfasser hat sich bemüht, das Buch nicht zu umfangreich werden zu lassen und daher zur Straffung der Darstellung häufig von Formelübersichten und Tabellen Gebrauch gemacht. Dies kommt auch der weiteren Aufgabe eines Lehrbuches der Pharmazeutischen Chemie zugute, in gewissem Ausmaß als Nachschlagewerk zu dienen.

Bei der Bearbeitung des Manuskriptes und der Korrekturen durfte sich der Verfasser der Mitarbeit von Herrn Privatdozent Dr. *Joachim Knabe*, Braunschweig, erfreuen, dem für zahlreiche Diskussionen, Anregungen und Verbesserungen gedankt sei.

Braunschweig, im März 1962

H. Auterhoff

Inhaltsverzeichnis

Anorganisch-chemischer Teil

Einleitung	3
Nomenklatur der anorganischen Verbindungen	3
Gesetzliche Einheiten im Meßwesen nach dem SI-System	6
Das Periodensystem der Elemente	7
I. Hauptgruppe des Periodensystems	8
Lithium 9; Natrium 10; Arzneibuchanforderungen an Natriumchlorid 11; Blutflüssigkeitseratzmittel 13; Kolloide 14; Kalium 16; Rubidium und Cäsium 18	
II. Hauptgruppe des Periodensystems	18
Beryllium 18; Magnesium 19; Calcium 20; Komplexometrie 21; Strontium 25; Barium 25; Radium 26; Radioaktive Isotope 26	
III. Hauptgruppe des Periodensystems	29
Bor 29; Aluminium 31; Thallium 33	
IV. Hauptgruppe des Periodensystems	34
Kohlenstoff 34; Silicium 37; Germanium und Zinn 39; Blei 40	
V. Hauptgruppe des Periodensystems	41
Stickstoff 41; Dicyan 47; Blausäure 47; Cyanamid 48; Guanidin 49; Cyan- und Isocyansäure 49; Phosphor 50; Arsen 54; Antimon 55; Wismut 56	
VI. Hauptgruppe des Periodensystems	57
Sauerstoff 57; Wasser 59; Wasser für Arzneizubereitungen 62; Wasserstoff- peroxid 64; Schwefel 65; Schwefelkohlenstoff 70; Thiuramverbindungen 71; Rhodan 72; Rhodanwasserstoff 72; Selen und Tellur 72	
VII. Hauptgruppe des Periodensystems	73
Fluor 73; Chlor 75; Titrationsen in wasserfreiem Milieu 78; Brom 80; Jod 81; Glykolbestimmungen mit Perjodat 83; Jodhaltige Röntgenkontrastmittel 84	
Edelgase	86
Die Übergangselemente	86
Nebengruppe der I. Hauptgruppe des Periodensystems	87
Kupfer 87; Komplexe (Koordinationsverbindungen) 89; Silber 91; Gold 92	

Nebengruppe der II. Hauptgruppe des Periodensystems	93
Zink 93; Cadmium 94; Quecksilber 94	
Nebengruppe der III. Hauptgruppe des Periodensystems	97
Innere Übergangselemente der Lanthanoide 97; Cer 98; Cerimetrie 98; Neodym 99; Holmium 99	
Nebengruppe der IV. Hauptgruppe des Periodensystems	100
Titan 100; Zirkonium und Thorium 100	
Nebengruppe der V. Hauptgruppe des Periodensystems	101
Vanadin 101	
Nebengruppe der VI. Hauptgruppe des Periodensystems	102
Chrom 102; Molybdän 103; Wolfram und Uran 104	
Nebengruppe der VII. Hauptgruppe des Periodensystems	104
Mangan 104	
Nebengruppe der VIII. Hauptgruppe des Periodensystems	105
Eisen 105; Kobalt 108; Nickel 109; Ruthenium, Rhodium, Palladium, Os- mium, Iridium, Platin 109	
 Organisch-chemischer Teil	
Einleitung	113
Nomenklatur organischer Verbindungen	114
Nomenklatur der Kohlenwasserstoffe 114; Nomenklatur der Heterocyclen 116; Bezeichnung funktioneller Gruppen 117	
Konstitutionsklärung und Charakterisierung organischer Verbindungen mit physi- kalischen Methoden	120
Elektronenspektren 122; Flammenphotometrie 124; Fluorimetrie 124; IR- Spektren 125; NMR-Spektren 126; ESR-Spektroskopie 128; Massenspektro- metrie 129; Polarographie 130; Röntgenstrahlenbeugung 131; Chromatogra- phie 131	
Paraffine	134
Benzin 135; Pentan 136; Toxikologie der flüchtigen Alkane 136; Paraffinum perliquidum, subliquidum 137; Paraffinum durum 137; Vaseline 137	
Olefine	138
Die „Jodzahl“ 140; Inhalationsnarkotika 142; Äthylen 143; Cyclopropan 143	
Alkine	144
Acetylen 144; Alkine als Naturstoffe 146	
Kunststoffe	147
Polymerisate 147; Polykondensate 149; Polyaddukte 149	

Alkylhalogenide	150
Methylenchlorid 151; Chloroform 151; Chloralhydrat 152; Chloralose 153; Jodoform 153; Tetrachlorkohlenstoff 153; Aethylchlorid 154; Fluorierte Kohlenwasserstoffe 154; Trichloroäthylen 154	
Alkohole	155
Methanol 156; Äthanol 158; Propanole 161; Butanole 163; Pentanole 163; Konfigurationsbezeichnungen 164; Glykole 167; Äthylenglykol 167; Polyäthylenglykole 168; Propylenglykol 170; Versch. Glykole 170; Glycerin 171	
Äther	172
Diäthyläther 173; Divinyläther 174; Diisopropyläther 174; Dioxan 175; Tetrahydrofuran 175	
Aliphatische Aldehyde	175
Formaldehyd 177; Hexamethylenetetramin 179; Acetaldehyd 179	
Aliphatische Ketone	180
Aceton 181	
Carbonsäuren	182
Ameisensäure 183; Essigsäure 183; Trichloressigsäure 184; Höhere Fettsäuren 185; Prostaglandine 187; Tenside (Detergentien) 188; Anionaktive Tenside 189; Nichtionogene Tenside 190; Kationaktive Tenside 191	
Ester	191
Fette und Öle 192; Wachse 195	
Hydroxycarbonsäuren	196
Glykolsäure 197; Milchsäure 197; Citronensäure 198; Äpfelsäure 199; Weinsäure 200	
Aminosäuren	202
Methionin 204; Glykokoll 206; Cystein und Cystin 206; Glutaminsäure 207; Histidin 208; D-Penicillamin 209; ϵ -Aminocapronsäure 209; Tranexamsäure 209; Harnstoff 209; Thioharnstoff 212	
Eiweißstoffe	213
Peptidsynthesen 215; Struktur und Einteilung der Eiweißstoffe 217; Nukleoproteide 218	
Kohlenhydrate	220
D-Glucose 221; D-Fructose 224; Laktose 226; Saccharose 227; Invertzucker 228; Sorbit 228; Kohlenhydratcarbonsäuren 229; Kohlenhydrat-Stickstoffverbindungen 232; Polysaccharide 233	
Terpene und Terpenderivate	235
Menthol 237; Campher 238; Eucalyptol 239; Ascaridol 240; Citral 240; Sesquiterpene 241; Azulene 241; Diterpene 242; Triterpene 243	
Ätherische Öle	244
Senföle 246; Knoblauch 247	

Steroide	248
Cholesterin 252; β -Sitosterin 253; Gallensäuren 253; Herzwirksame Glykoside 254	
Anthraglykoside	265
Senna 267; Aloe 267; Frangula 268; Cascara sagrada 269; Rhabarber 269	
Abführende Harze	270
Convolvulaceenharze 270; Koloquinthen 270; Podophyllin 271	
Synthetische Laxantien	272
Die aromatische Struktur	274
Substitutionsregeln 274	
Aromatische Kohlenwasserstoffe	275
Aromatische Halogenderivate	279
Insektizide 279	
Aromatische Sulfonsäuren	282
Chloramin T 282; Saccharin 283; Verschiedene Süßstoffe 284	
Phenole	284
Aromatische Carbonsäuren	289
Phthaleine 290; Indikatoren 291; Tabelle der Indikatoren des DAB 7 und der Ph. Eur. 292; Salicylsäure und Derivate 294	
Arylcarbonsäuren	298
Aromatische Aldehyde	299
Aromatische Ketone	302
Aromatische Nitroverbindungen	303
Aromatische Amine	305
Diazoniumsalze 307; Azofarbstoffe 309	
Allgemeines über stickstoffhaltige Basen	311
Analgetika der Anilidreihe	315
Acetanilid 315; Phenacetin 316; Indometacin u. a. 317; Arylpropionsäurederivate 318	
Analgetika der Pyrazolonreihe	318
Gichtmittel	323
Tetrazoliumsalze	324
Alkaloide	325
Opiumalkaloide	330
Opium 330; Morphinalkaloide 331; Narcotin 335; Papaverin 336; Pharmakologie der Opiumalkaloide 337; Morphinbestimmung im Opium 338; Morphin-derivate 339; Morphinanderivate 342	

Analgetika der Pethidin-Gruppe	343
Analgetika der Methadon-Gruppe	345
Analgetika der Benzomorphan-Gruppe	348
Andere stark wirkende Analgetika	349
Neuroleptanalgesie	349
Antitussiva	350
Lokalanaesthetika	351
Antihistaminika	357
Phenothiazinderivate 358	
Psychotrope Substanzen	365
Carbaminsäureester 365; Diphenylmethanderivate 366; Diazepinderivate 367; Abwandlungsprodukte des Phenothiazins 369; Butyrophenone 371; Rauwolfia-Alkaloide 371	
Cannabis-Präparate	375
Spasmolytika	376
Koronarmittel	379
Schlafmittel (Hypnotika)	381
Alkohole 382; Ureide 383; Barbitursäuren 383; Piperidindione 389; Ver- schiedene Hypnotika 391; Weckmittel als Antagonisten von Hypnotika und Narkotika 391	
Antiepileptika	393
Barbitursäurederivate 394; Hydantoine 394; Succinimide 395; Oxazolindio- ne 396; Verschiedene Antiepileptika 396	
Purine	397
Pharmaka des peripheren vegetativen Nervensystems	402
Sympathicomimetika	403
Weckamine 409; Verschiedene Sympathicomimetika 411; Appetitzügler 413	
Parasympathicomimetika	415
Cholinderivate 416; Pilocarpin 418; Cholinester-Hydrolasehemmer 419; Phosphorsäureester 422	
Nicotingruppe	424
Nicotin 424; Coniumalkaloide 425; Lobeliaalkaloide 426	
Ganglienblocker und Muskelrelaxantien	426
Curarealkaloide 427; Brechnußalkaloide 430	
Sympathicolytika	431
Mutterkornalkaloide 432; Yohimbin 437; β -Rezeptorenblocker 438	
Antihypertonika	439

Parasympathicolitika	440
Tropanalkaloide 441; Abkömmlinge von Tropanalkaloiden 443; Synth. Anticholinergika 444	
Anthelminthika	444
Piperazin 446; Hexylresorcin 447; Bitoscanat 447; Breitbandanthelminthika 447; Bandwurmmittel 448	
Chemotherapeutika	449
Organische Arsenverbindungen	450
Verschiedene Amoebizide	453
Ipecacuanha-Alkaloide	453
Organische Antimonverbindungen	455
Pharmaka gegen Trypanosomen-Infektionen	456
Malariamittel	457
Chinaalkaloide 458; Synth. Schizontenmittel 460; Gametenmittel 461	
Sulfonamide	463
Sulfone 470; Synthetische Nitroverbindungen als Chemotherapeutika 471; Verschiedene Chemotherapeutika 471; Orale Antidiabetika 471; Sulfonamid-diuretika 474	
Tuberkulostatika	476
Thiosemicarbazone 476; Isonicotinsäurehydrazid 477; Protionamid 479; Pyrazinamid und Tiocarlid 479; p-Aminosalicylsäure 479; Ethambutol 480; Kombinationen von Tuberkulostatika 481	
Antineoplastika	481
Colchicin 482; N-Lostderivate 483; Aethyleniminverbindungen 484; Methylhydrazinverbindungen 485; L-Asparaginase 485; Pteridinderivate als Antimetabolite 485; Verschiedene Antineoplastika 486; Immunsuppressiva 487	
Virustatika	487
Antibiotika	488
Penicillin 489; Cephalosporine 495; Aminoglykosid-Antibiotika 496; Streptomycin 497; Kanamycin 499; Neomycin 499; Gentamicin und Sisomicin 499; Chloramphenicol 500; Tetracycline 502; Makrolide 504; Rifampicin 505; Lincomycin 506; Antibiotika mit Peptidstruktur 506; Actinomycine 507; Daunorubicin 508	
Fungizide	509
Antibiotika 509; Antimykotische Chemotherapeutika 510	
Aflatoxine	511
Hormone	511
Hypophysenhormone 513; Sexualhormone 516; Weibliche Keimdrüsenhormone 517; Männliche Keimdrüsenhormone 522; Nebennierenrindenhormone	

524; Analytische Daten der Steroidhormone 527; Schilddrüsenhormone 528; Thyrocalcitonin 530; Antithyreoidale Pharmaka 530; Nebenschilddrüsenhormone 531; Hormone der Pankreasdrüse 532; Insulin-Präparate der Ph. Eur. 534; Gastrointestinale Hormone 535; Kinine 535; Phytohormone 536	
Vitamine	537
Vitamin A 537; Vitamintabelle 538; Carotinoide 542; Vitamin B ₁ 542; Pantothensäure 544; Biotin 546; <i>myo</i> -Inosit 546; Riboflavin 547; Nicotinamid 549; Pyridoxin 551; Folsäure 552; Vitamin B ₁₂ 553; Vitamin B ₁₅ 556; Vitamin C 556; Reduktone 558; Flavon-Derivate 559; Vitamin D 561; Vitamin E 564; Vitamin K 566; Antikoagulantien 568	
Enzyme	569
Enzyme des Verdauungstraktes mit pharmazeutischer Bedeutung 571; Enzymatische Analyse 574	
Der Citronensäurecyclus	577
Photosynthese und Chlorophyll	578
Resorption, Verteilung, Biotransformation und Ausscheidung von Arzneimitteln .	580
Einige Jahreszahlen der Isolierung, Konstitutionsaufklärung bzw. Synthese pharmazeutisch interessierender Naturstoffe	586
Sachregister	587

Anorganisch-chemischer Teil

Einleitung

Die Pharmazeutische Chemie ist die Chemie der Arzneimittel. Die Natur der Arzneimittel bestimmt darum den Charakter der Pharmazeutischen Chemie und legt Umfang und Bedeutung fest, die einzelnen Teilgebieten der Chemie im Rahmen der Pharmazie zukommen.

Die gebräuchlichsten Arzneistoffe sind heute hauptsächlich organisch-chemischer Natur. Der Anteil an anorganisch-chemischen Arzneistoffen ist in den letzten Jahrzehnten prozentual zurückgegangen. Die absolute Minderung ist aber relativ gering, denn eine Reihe von anorganischen Standardchemikalien (Eisen- und Calciumsalze, Halogenide, Phosphate u. a.) wird man therapeutisch stets benötigen. Dies zeigt eine Auswertung der Arzneibücher, in denen man anorganisch-chemische Arzneistoffe durchschnittlich zu 10—15%, organisch-chemische zu 50—70% findet.

Die folgenden Ausführungen setzen Grundkenntnisse der allgemeinen Anorganischen und Organischen Chemie voraus und behandeln das Stoffgebiet vom pharmazeutischen Standpunkt aus unter besonderer Berücksichtigung der Analytik, Pharmakologie und Toxikologie. Wiederholungen der Allgemeinen Chemie ließen sich aber aus didaktischen Gründen nicht ganz vermeiden.

Die Gliederung der anorganischen Chemikalien erfolgt nach dem *Periodensystem der Elemente*. Eine solche Tafel findet sich am Schluß dieses Buches.

Nomenklatur der anorganischen Verbindungen

Die *Nomenklatur* folgt den Richtsätzen der Internationalen Union für Reine (**Pure**) und Angewandte (**Applied**) Chemie [IUPAC]¹⁾²⁾.

32	2 ⁺
S	
16	2

¹⁾ Nomenklatur der organisch-chemischen Verbindungen siehe *K. Dimroth* in *D'Ans-Lax*, Taschenbuch für Chemiker und Physiker, 3. Aufl., 2. Bd. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964.

²⁾ Internationale Regeln für die chemische Nomenklatur und Terminologie, Deutsche Ausgabe. Verlag Chemie GmbH, Weinheim/Bergstr. 1975/1976.

Elemente werden gekennzeichnet: *Massenzahl* — Index links oben, *Ordnungszahl* — links unten, *Ionenladung* — rechts oben, *Anzahl der Atome* — rechts unten. Das Beispiel bedeutet eine doppelt positiv geladene Molekel, die aus 2 Atomen besteht, wovon jedes die Ordnungszahl 16 und die Masse 32 hat. *Trivialnamen* sind im Prinzip erlaubt, wenn sie nicht falsch sind. So ist „Cyankali“ eine falsche Bezeichnung für Kaliumcyanid. Bei der Formel soll das *Kation voran* geschrieben werden: KCN, nicht CNK; außerdem sind die Elemente möglichst so anzuordnen, daß die *Reihenfolge die Bindung* verdeutlicht, z. B. HOCN (Cyansäure), HNCO (Isocyansäure), ONCH (Knallsäure). Eine Ausnahme bildet die eingebürgerte Schreibweise für Säuren wie H_2SO_4 .

Zur Bezeichnung der *Oxidationsstufe eines Elementes* wird die *Stocksche Nomenklatur* angewandt:

FeCl_3	Eisen(III)-chlorid
MnO_2	Mangan(IV)-oxid

Mit der Endung *-onium* werden mehratomige Kationen bezeichnet, die durch Addition von Protonen an eine Neutralmolekel mit einem einsamen Elektronenpaar am Zentralatom entstehen. Man fügt die Endung an die Wurzel des lateinischen Namens des Zentralatoms z. B. PH_4^{\oplus} Phosphonium. Eine Ausnahme bildet die Bezeichnung Ammonium für NH_4^{\oplus} ; es müßte „Nitronium“ heißen. $\text{H}_3\text{O}^{\oplus}$ bezeichnet man als *Hydroxonium*. Der Ausdruck „Hydronium“ soll dann angewandt werden, wenn man keinen bestimmten Grad der Hydratation des Protons zum Ausdruck bringen will.

Einatomige Anionen erhalten die Endung „id“ (Sulfid, Nitrid). Eine Sauerstoffverbindung müßte „Oxy-id“ heißen; es wird aber die gekürzte Bezeichnung „Oxid“ verwendet.

Weiter soll es heißen, z. B. Chlorid-Ion (Cl^{\ominus}) (nicht „Chlorion“); auf „id-Ion“ enden auch einige mehratomige Anionen:

HO^{\ominus} Hydroxid-Ion (nicht „Hydroxylion“). Der Name „Hydroxyl“ ist auf die neutrale oder positiv geladene OH-Gruppe zu beschränken, z. B. Hydroxylamin (NH_2OH).

Mehratomige Anionen erhalten die Endung -at; die Oxidationsstufe des Zentralatoms wird in römischen Zahlen dahintergesetzt; MnO_4^{\ominus} = Manganat(VII)-Ion.

Die Bezeichnung „Sulfat“ oder „Phosphat“ kann unabhängig von der Oxidationsstufe des Zentralatoms für alle entsprechenden Komplexe gebraucht werden, wenn man die Zahl¹⁾ der Liganden angibt:

Natriumsulfat	= Natrium-tetroxosulfat	Na_2SO_4 oder $\text{Na}_2[\text{SO}_4]$
Natriumsulfit	= Natrium-trioxosulfat	Na_2SO_3 oder $\text{Na}_2[\text{SO}_3]$

Gewisse *Atomgruppierungen mit Sauerstoff* haben spezielle Namen, die auf „yl“ enden und die gebilligt werden:

HO	Hydroxyl	VO	Vanadyl
CO	Carbonyl	CrO_2	Chromyl
NO	Nitrosyl	UO_2	Uranyl

Namen wie „Bismutyl“ und „Antimonyl“ sollen nicht verwendet werden, da die Verbindungen nicht abgegrenzte BiO- bzw. SbO-Gruppen enthalten.

Säuren. Der rationale Name für HCl ist Hydrogenchlorid, doch kann der Trivialname „Chlorwasserstoff“ vorläufig beibehalten werden. Ebenso kann der Name „Dihydrogensulfat“ nicht die Bezeichnung Schwefelsäure verdrängen. Die Bezeichnung „ige Säure“ kann für gebräuchliche Säuren (Schweflige, Salpetrige Säure) beibehalten werden, ebenso die Vorsilben „Hypo“- (Hypophosphorige Säure HPH_2O_2), „Per“- (Perchlorsäure), „Meta“- [Metaborsäure $(\text{HBO}_2)_x$] und „Ortho“- (Orthophosphorsäure). Für die Vorsilbe „Pyro“- soll besser die Vorsilbe „Di“- verwen-

¹⁾ Die Präfixe: Mono, di, tri, tetra, penta, hexa, hepta, okta, ennea, deka, hendeka, dodeka . . . sind nicht ganz systematisch von den griechischen Zahlwörtern abgeleitet.

det werden. — Ester anorganischer Säuren können wie Salze benannt werden: Dimethylsulfat, Glycerintrinitrat.

Salze. „Saure Salze“ mit abdissozierbarem Wasserstoff sollen mit „... hydrogen ...“ bezeichnet werden:

NaHCO_3 Natriumhydrogencarbonat

„Basische Salze“ sind „Oxid“- oder „Hydroxid“-Verbindungen:

Mg(OH)Cl Magnesiumhydroxidchlorid
 BiONO_3 Wismutoxidnitrat

Komplexe. Für die Nomenklatur werden alle Verbindungen als Komplexe behandelt, die durch Anlagerung einer oder mehrerer Molekeln oder Ionen an ein oder mehrere Zentralatome oder -ionen gebildet werden.

Komplexe Kationen: Das Zentralatom behält seinen deutschen Namen.

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^{\oplus} \text{Cl}^{\ominus}$ Diamminsilber(I)-chlorid

Komplexe Anionen: Das Zentralatom wird lateinisch benannt und erhält die Endung „-at“.

$\text{H}^{\oplus}[\text{AgCl}_2]^{\ominus}$ Hydrogen-dichloroargentat(I)

Die Reihenfolge der Liganden ist festgelegt. Zuerst werden die anionischen, dann neutrale und kationische aufgeführt. Auch die Reihenfolge innerhalb dieser Gruppen ist festgelegt, z. B. F^{\ominus} , Cl^{\ominus} , Br^{\ominus} , I^{\ominus} . . . OH^{\ominus} , S^{2-} , CN^{\ominus} , SCN^{\ominus} . Anionische Liganden erhalten die Endung -o.

Reineckesalz $\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{SCN})_4(\text{NH}_3)_2]$ Ammonium-tetrathiocyanato-diamminchromat(III)

Nitroprussidnatrium $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ Dinatrium-pentacyanonitrosylferrat(II)

Nimmt man nach *Hieber* und *Seel* an, daß NO ein Elektron an Fe^{3+} abgegeben hat und als NO^{\oplus} vorliegt, so handelt es sich beim Nitroprussidnatrium um ein Ferrat(II), was die diamagnetischen Eigenschaften des Komplexes erklärt. Diese Auffassung entspricht auch dem *Mössbauer*-Spektrum¹⁾ der Verbindung. — Sind die Ladungsverhältnisse nicht bewiesen, so betrachtet man NO für die Berechnung der Oxidationszahl als *neutral*.

In Heteropolyanionen soll das Zentralatom im Namen zuletzt angeführt werden:

$(\text{NH}_4)_3[\text{P}(\text{W}_{12}\text{O}_{40})]$ Triammonium-dodekawolframat*phosphat*
 (nicht Phosphowolframat).

Additionsverbindungen. Kristallalkoholhaltige und ähnliche Verbindungen sollen nicht die Endung „at“ erhalten. Eine Ausnahme bildet nur das Wasser, wo man die Bezeichnung „Hydrat“ nicht sofort ausmerzen kann.

$\text{AlCl}_3 \cdot 4 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ Aluminiumchlorid-Aethanol(1/4) oder -Tetrakisäethanol
 $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ Eisen(II)-sulfat-Wasser(1/7) oder -Heptahydrat

oder

$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ Hexaaquaeeisen(II)-sulfat-Wasser(1/1) oder -Monohydrat

¹⁾ E. Fluck, W. Kerler und W. Neuwirth, *Der Mössbauer-Effekt und seine Bedeutung für die Chemie*, Angew. Chem. 75, 461 (1963). P. Gülich, *Physikalische Methoden in der Chemie*. *Mössbauer* Spektroskopie I, Chem. Unserer Zeit 4, 133 (1970).