

GMELIN HANDBUCH DER ANORGANISCHEN CHEMIE

8. AUFLAGE

ZINN

TEIL C5

KOMPLEXVERBINDUNGEN

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

Zinn

Teil C 5

Komplexverbindungen des Zinns

Mit 14 Figuren

HAUPTREDAKTEUR
(CHIEF EDITOR)

Edith Schleitzer-Rust

REDAKTEURE
(EDITORS)

Helga Demmer, Edith Schleitzer-Rust

WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITER
(AUTHORS)

Helga Demmer, Karl Koeber

System-Nummer 46



Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York 1977

ENGLISCHE FASSUNG DER STICHWÖRTER NEBEN DEM TEXT:
ENGLISH HEADINGS ON THE MARGINS OF THE TEXT:

H. J. KANDINER, SUMMIT, N. J.

DIE LITERATUR IST BIS ENDE 1973 AUSGEWERTET
IN EINZELNEN KAPITELN DARÜBER HINAUS

LITERATURE CLOSING DATE: END-1973
IN SOME CHAPTERS MORE RECENT DATA HAVE BEEN CONSIDERED

Die vierte bis siebente Auflage dieses Werkes erschien im Verlag von
Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg

Library of Congress Catalog Card Number: Agr 25-1383

ISBN 3-540-93345-X Springer-Verlag, Berlin · Heidelberg · New York
ISBN 0-387-93345-X Springer-Verlag, New York · Heidelberg · Berlin

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. im Gmelin Handbuch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Printed in Germany. — All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form—by photoprint, microfilm, or any other means—without written permission from the publishers.

© by Springer-Verlag, Berlin · Heidelberg 1977

LN-Druck Lübeck

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

Main Series, 8th Edition

Bisher erschienene Bände zu „Zinn“ (Syst.-Nr. 46)
Volumes published on "Tin" (Syst.-No. 46)

Zinn A

Geschichtliches. Vorkommen

Zinn B

Das Element

Zinn C 1

Verbindungen mit Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Halogenen

Zinn C 2

Verbindungen mit Schwefel, Selen, Tellur, Polonium, Bor, Kohlenstoff, Silicium, Phosphor, Arsen, Antimon und Wismut

Zinn C 3

Verbindungen mit Alkali- und Erdalkalimetallen

Zinn C 4

Verbindungen mit Zink, Cadmium, Quecksilber, Aluminium, Gallium, Indium, Thallium, Seltenerd-elementen, Titan, Zirkonium, Hafnium, Thorium und Germanium

Zinn C 5

Komplexverbindungen des Zinns (vorliegender erster Teil)

Zinn D

Legierungen

Zinn-Organische Verbindungen Teil 1 (Erg.-Werk Band 26)

Zinntetraorganyle SnR_4

Zinn-Organische Verbindungen Teil 2 (Erg.-Werk Band 29)

Zinntetraorganyle $\text{R}_3\text{SnR}'$

Zinn-Organische Verbindungen Teil 3 (Erg.-Werk Band 30)

Zinntetraorganyle $\text{R}_2\text{SnR}'_2$, $\text{R}_2\text{SnR}'\text{R}''$, $\text{RR}'\text{SnR}''\text{R}'''$, Heterocyclen und Spirane

Zinn-Organische Verbindungen Teil 4 (Erg.-Werk Band 35)

Organozinnhydride

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

BEGRÜNDET VON

Leopold Gmelin

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

ACHTE AUFLAGE

begonnen im Auftrage der Deutschen Chemischen Gesellschaft
von R. J. Meyer
E. H. E. Pietsch und A. Kotowski

fortgeführt von

Margot Becke-Goehring

HERAUSGEGEBEN VOM

**Gmelin-Institut für Anorganische Chemie
der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften**



**Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York 1977**

Gmelin-Institut für Anorganische Chemie
der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften

KURATORIUM (ADVISORY BOARD)

Dr. J. Schaaffhausen, Vorsitzender (Hoechst AG, Frankfurt/Main-Höchst), Dr. G. Breil (Ruhrchemie AG, Oberhausen-Holten), Prof. Dr. R. Brill (Lenggries), Dr. G. Broja (Bayer AG, Leverkusen), Prof. H. J. Emeléus, Ph. D., D. Sc., FRS (University of Cambridge), Prof. Dr. G. Fritz (Universität Karlsruhe), Prof. Dr. E. Gebhardt (Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart), Prof. Dr. W. Gentner (Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg), Prof. Dr. Dr. E. h. O. Glemser (Universität Göttingen), Prof. Dr. Dr. E. h. O. Haxel (Heidelberg), Prof. Dr. Dr. E. h. H. Hellmann (Chemische Werke Hüls AG, Marl), Prof. Dr. R. Hoppe (Universität Gießen), Stadtkämmerer H. Lingnau (Frankfurt am Main), Prof. Dr. R. Lüst (Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, München), Prof. Dr. H. Schäfer (Universität Münster)

DIREKTOR

Prof. Dr. Dr. E. h. Margot Becke

LEITENDE MITARBEITER (SENIOR MANAGEMENT)

Dr. W. Lippert, Stellvertretender Direktor
Dr. K.-C. Buschbeck, Ständiger Hauptredakteur

HAUPTREDAKTEURE (EDITORS IN CHIEF)

Dr. H. Bergmann, Dr. H. Bitterer, Dr. H. Katscher, Dr. R. Keim, Dipl.-Ing. G. Kirschstein, Dipl.-Phys. D. Koschel, Dr. U. Krüerke, Dr. I. Kubach, Dr. H. K. Kugler, Dr. E. Schleitzer-Rust, Dr. A. Slawisch, Dr. K. Swars, Dr. R. Warncke

MITARBEITER (STAFF)

Z. Amerl, D. Barthel, I. Baumhauer, R. Becker, Dr. K. Becker, Dr. W. Behrendt, Dr. L. Berg, Dipl.-Chem. E. Best, Dipl.-Phys. E. Bienemann, M. Brandes, E. Brettschneider, E. Cloos, Dipl.-Phys. G. Czack, I. Deim, L. Demmel, Dipl.-Chem. H. Demmer, R. Dombrowsky, Dipl.-Chem. A. Drechsler, Dipl.-Chem. M. Drößmar, I. Eifler, M. Engels, V.-F. Fabrizek, I. Fischer, J. Füssel, Dipl.-Ing. N. Gagel, Dipl.-Chem. H. Gedschold, E. Gerhardt, Dipl.-Phys. D. Gras, Dr. V. Haase, E. Hamm, H. Hartwig, B. Heibel, Dipl.-Min. H. Hein, G. Heinrich-Sterzel, H. W. Herold, U. Hettwer, Dr. I. Hinz, Dr. W. Hoffmann, Dipl.-Chem. K. Holzapfel, Dr. L. Iwan, Dr. W. Kästner, E.-M. Kaiser, Dipl.-Chem. W. Karl, H.-G. Karrenberg, Dipl.-Phys. H. Keller-Rudek, H. Klein, Dr. E. Koch, H. Koch, Dipl.-Chem. K. Koeber, H. Köppe, Dipl.-Chem. H. Kottelwesch, R. Kolb, E. Kranz, L. Krause, Dipl.-Chem. I. Kreuzbichler, Dr. P. Kuhn, M.-L. Lenz, Dr. A. Leonard, Dipl.-Chem. H. List, E. Meinhard, Dr. P. Merlet, K. Meyer, M. Michel, Dr. A. Mirtsching, A. Moulik, M. Sc., K. Nöring, C. Pielenz, E. Preißer, I. Rangnow, Dipl.-Phys. H.-J. Richter-Ditten, Dipl.-Chem. H. Rieger, E. Rudolph, G. Rudolph, Dipl.-Chem. S. Ruprecht, Dipl.-Chem. D. Schneider, Dr. F. Schröder, Dipl.-Min. P. Schubert, Dipl.-Ing. H. Somer, E. Sommer, Dr. P. Stieß, M. Teichmann, Dr. W. Töpfer, Dr. B. v. Tschirschnitz-Geibler, Dipl.-Ing. H. Vanecek, Dipl.-Chem. P. Velić, Dipl.-Ing. U. Vetter, Dipl.-Phys. J. Wagner, R. Wagner, Dipl.-Chem. S. Waschk, Dr. G. Weinberger, Dr. H. Wendt, H. Wiegand, Dipl.-Ing. I. v. Wilucki, C. Wolff, K. Wolff, B. Wullert, Dr. A. Zelle, U. Ziegler, G. Zosel

FREIE MITARBEITER (CORRESPONDENT MEMBERS OF THE SCIENTIFIC STAFF)

Dr. A. Bohne, Dr. G. Hantke, Dr. L. Roth, Dr. K. Rumpf, Prof. Dr. W. Stumpf, Dr. U. Trobisch

AUSWÄRTIGE WISSENSCHAFTLICHE MITGLIEDER (CORRESPONDENT MEMBERS OF THE INSTITUTE)

Prof. Dr. Hans Bock
Prof. Dr. Dr. Alois Haas, Sc. D. (Cantab.)
Prof. Dr. Dr. h.c. Erich Pietsch

Vorwort

Die Komplexverbindungen des Zinns werden in zwei Bänden behandelt, dem vorliegenden Band „Zinn“ C 5 und der abschließenden Lieferung „Zinn“ C 6. Beschrieben werden Verbindungen mit neutralen Liganden sowie Chelatkomplexe, in denen das Sn über deprotonierte Gruppen und gleichzeitig über Donoratome des Liganden gebunden ist (Innerkomplexe). Komplexverbindungen, die ausschließlich anionische Liganden enthalten, beispielsweise $[\text{SnX}_n]$ -Spezies mit $\text{X} = \text{F}^-$, Cl^- , Br^- , J^- , HSO_4^- , RCOO^- , SCN^- , wurden bereits in den Bänden „Zinn“ C 1 und C 2 im Anschluß an die entsprechenden einfachen Salze behandelt. Um das Auffinden der gesuchten Verbindungen zu erleichtern, wird der Band „Zinn“ C 6 mit einem Formelregister ausgestattet, in dem alle organischen Liganden nach ihrer Summenformel angeordnet sind. Außerdem enthält dieser Band ein kurzes alphabetisches Register, das wichtige Ligandennamen sowie Sammelbezeichnungen von Verbindungsgruppen (wie „Ketone“, „Diketone“, „Amine“) berücksichtigt.

Die Komplexverbindungen des Zinns sind zunächst nach der Oxidationszahl des Zentralatoms in die Abschnitte Sn^{II} - und Sn^{IV} -Verbindungen unterteilt. Innerhalb dieser Abschnitte sind die Verbindungen nach den komplexbildenden Liganden geordnet. Übersichtsartikel in deutscher und englischer Sprache am Anfang jedes größeren Kapitels geben Hinweise auf die wichtigsten Eigenschaften der entsprechenden Verbindungsklassen.

Im vorliegenden Band „Zinn“ C 5 werden alle Sn^{II} -Komplexe behandelt, außerdem Sn^{IV} -Verbindungen mit anorganischen Liganden, mit Alkoholen, Phenolen, Aldehyden, Ketonen, Carbonsäuren und Carbonsäurederivaten, mit Äthern, O-Heterocyclen, Aminen, Phenylhydrazin und N-Heterocyclen. Alle übrigen Sn^{IV} -Komplexe werden im Band „Zinn“ C 6 beschrieben.

Eine Reihe von Sn^{II} - und Sn^{IV} -Chelatkomplexen sind analytisch von Bedeutung, beispielsweise die Komplexe mit Äthylendiamintetraessigsäure und verwandten Verbindungen für die Komplexometrie, oder die Komplexe mit Dithiolen, 8-Hydroxy- bzw. 8-Mercaptochinolin, Dithiocarbamaten oder Diphenylthiocarbazon wegen ihrer Unlöslichkeit in H_2O und guten Löslichkeit in CHCl_3 oder CCl_4 für analytische Trennungsgänge (Elutionsverfahren). SnCl_4 -Komplexe mit Indol- und Anthrachinonderivaten werden bevorzugt als Farblacke in der Textilindustrie verwendet. SnCl_4 -Komplexe mit langkettigen Aminen sind oberflächenaktive Agenzien mit antiseptischer Wirkung, die als Dispergier- und Emulgiermittel eingesetzt werden. SnCl_4 -Komplexe mit 1,3-Diphenyltriazinen oder mit ungesättigten Liganden, beispielsweise Acrylsäureestern, sind als Katalysatoren bei Polymerisationsreaktionen von Interesse.

Frankfurt/Main, Juli 1977

Edith Schleitzer-Rust

Preface

The complex compounds of tin are treated in two volumes: the present volume "Zinn" C 5 and the concluding volume "Zinn" C 6. Described are compounds with neutral ligands as well as chelate complexes where tin is bonded simultaneously through deprotonated groups and donor atoms of the ligand (inner complexes). Complex compounds which contain anionic ligands exclusively, e.g., (SnX_n) -species with $\text{X} = \text{F}^-$, Cl^- , Br^- , I^- , HSO_4^- , RCOO^- , SCN^- , have been treated in volumes "Zinn" C 1 and C 2 subsequent to the corresponding simple salts. In order to facilitate the search for a compound, volume "Zinn" C 6 is supplemented with a formula index listing all organic ligands according to their empirical formula. In addition, this volume contains a short alphabetic index, which considers important ligand names as well as designations of functional groups (such as "Ketones", "Diketones", "Amines").

First, the complex compounds of tin are divided according to the oxidation state of the central atom into the sections Sn^{II} and Sn^{IV} compounds. Within these sections the compounds are listed according to the complex forming ligands. Review articles in German and English at the beginning of each major chapter provide information on the most important properties of the respective class of compounds.

The present volume "Zinn" C 5 comprises all Sn^{II} complexes and, in addition, Sn^{IV} compounds with inorganic ligands, with alcohols, phenols, aldehydes, ketones, carboxylic acids and carboxylic acid derivatives, with ethers, O-heterocyclic compounds, amines, phenylhydrazines and N-heterocyclic compounds. All other Sn^{IV} complexes will be described in volume "Zinn" C 6.

A series of Sn^{II} and Sn^{IV} chelate complexes is of significance in analytical chemistry, for instance, the complexes with ethylenediaminetetraacetic acid and related compounds for complexometry, or the complexes with dithiol compounds, 8-hydroxy- respectively 8-mercaptoquinoline, dithiocarbamates, or diphenylthiocarbazone because of their insolubility in H_2O and high solubility in CHCl_3 and CCl_4 in analytic separations (elution processes). SnCl_4 complexes with indole- and anthraquinone derivatives are preferred dyes in textile industry. SnCl_4 complexes with long-chain amines are surfactants with antiseptic action, which are used as dispersing agents and emulsifiers. SnCl_4 complexes with 1,3-diphenyltriazene or with unsaturated ligands, e.g., the esters of acrylic acid, are of interest as catalysts in polymerization reactions.

Frankfurt/Main, July 1977

Edith Schleitzer-Rust

Inhaltsverzeichnis

(Table of Contents see page IX)

	Seite
Komplexverbindungen des Zinns	1
Einleitung	1
1 Zinn(II)-Verbindungen	3
Allgemeines	3
1.1 Komplexe mit anorganischen Liganden	5
1.1.1 Komplexe mit Wasser	5
1.1.2 Komplexe mit Ammoniak	5
1.1.3 Komplex mit Hydrazin	7
1.2 Komplexe mit Alkoholen, Phenolen, Äther	7
1.3 Komplexe mit Hydroxyketonen, Diketonen und Carbonsäureestern	8
1.3.1 Mit Derivaten des 2-Hydroxybenzophenons	8
1.3.2 Mit 2-Hydroxy-1H-phenalen-1-on	8
1.3.3 Mit Acetylaceton	8
1.3.4 — 1.3.5 Mit weiteren Diketonen	9
1.3.6 Mit Essigsäure-äthylester	9
1.3.7 Mit Acetessigsäure-äthylester	9
1.4 Komplexe mit O-Heterocyclen	10
1.4.1 Mit Dioxan	10
1.4.2 Mit Derivaten des 2,6,7-Trihydroxy-3H-xanthen-3-ons	10
1.4.3 Mit Cyanidin-3-galaktosid und Delphinidin	11
1.5 Komplexe mit Aminen	11
1.5.1 Mit aliphatischen Monoaminen	11
1.5.2 Mit N,N-Dimethylcyclohexylamin	12
1.5.3 Mit Anilin	12
1.5.4 Mit Derivaten und Homologen des Anilins	13
1.5.5 Mit 1- und 2-Naphthylamin	13
1.5.6 Mit Benzylamin	13
1.5.7 Mit Äthylendiamin	13
1.5.8 — 1.5.10 Mit weiteren aliphatischen Diaminen und Triaminen	14
1.5.11 Mit aromatischen Diaminen	15
1.6 Komplex mit Phenylhydrazin	15
1.7 Komplexe mit N-Heterocyclen	15
1.7.1 — 1.7.2 Mit Pyrrolidin- und Imidazolinderivaten	15
1.7.3 Mit Piperidin	15
1.7.4 Mit Pyridin	16
1.7.5 Mit 2-, 3- und 4-Methylpyridin	18
1.7.6 Mit Pyridincarbonsäuren	19

	Seite
1.7.7 Mit Pyridin-N-oxid	19
1.7.8 Mit Chinolin	19
1.7.9 Mit 8-Hydroxychinolin	19
1.7.10 Mit weiteren Chinolinderivaten	21
1.7.11 Mit 2,2'-Bipyridyl	21
1.7.12 Mit 2,2',2''-Terpyridyl	22
1.7.13 Mit 1,10-Phenanthrolin	22
1.7.14 Mit Piperazin	23
1.7.15 Mit Hydrophenazin	24
1.7.16 Mit Hexamethylentetramin	24
1.7.17 Mit Porphyrinen	24
1.7.18 Mit Phäophytin und Chlorophyll	26
1.7.19 Mit Phthalocyanin	27
1.7.20 Mit Hemiporphyrizin	29
1.7.21 Mit Morpholin und 4-Methylmorpholin	29
1.8 Komplexe mit Aminoalkoholen	30
1.9 Komplexe mit Aminosäuren	30
1.9.1 Mit Aminomonocarbonsäuren und Derivaten	30
Mit Glycin	30
Mit N-Alkylderivaten des Glycins	31
Mit weiteren aliphatischen Aminocarbonsäuren	31
Mit 2-Aminobenzoesäure und 3-Aminobenzoesäure	32
1.9.2 Mit Amin-N-polycarbonsäuren	32
Mit Hydroxyäthyl-polyamin-N, N, N'-triessigsäuren	32
Mit Äthylendiamin-N, N, N', N''-tetraessigsäure	32
Mit weiteren Amin-N-polycarbonsäuren	38
1.10 Komplexe mit Schiffchen Basen und verwandten Verbindungen	39
1.11 Komplexe mit Azoverbindungen	40
1.11.1 Mit 4-Hydroxyazobenzol	40
1.11.2 Mit 1,5-Diphenylcarbazon	40
1.12 Komplexe mit Oximen und verwandten Verbindungen	41
1.12.1 Mit aliphatischen Monoximen und 2,3-Butandion-dioxim	41
1.12.2 Mit 1,2-Cyclohexandion-dioxim, Furil-monoxim und Furil-dioxim	41
1.12.3 Mit Oximen von aromatischen Aldehyden und Ketonen	41
1.12.4 Mit 1,3-Diphenylviolursäure	42
1.12.5 — 1.12.8 Mit Hydroxylaminderivaten	42
1.13 Komplexe mit Säureamiden und Nitrilen	43
1.13.1 Mit N,N-Dimethylformamid	43
1.13.2 Mit Harnstoff	44
1.13.3 Mit Acetonitril	44
1.14 Komplexe mit schwefelhaltigen Liganden	44
1.14.1 Komplexe mit Sulfoxiden	44
1.14.2 Komplexe mit Sulfinsäuren	45

1.14.3 Komplexe mit Mercaptoverbindungen und Thioäthern	46
Mit Benzolthiol	46
Mit Bis(2-mercapto-äthyl)-sulfid	46
Mit Mercaptoalkanolen	46
Mit aromatischen Derivaten des 1,2- und 1,3-Propandithiols	47
Mit Mercaptocarbonsäuren und Derivaten	48
Mit Mercaptosulfonsäuren	49
Mit Mercapto-N-heterocyclen und entsprechenden Thioäthern	50
Mit 2-Mercaptobenzoimidazol	50
Mit 2,2'-Dithiobis(pyridin-N-oxid)	50
Mit 1,2,3,4-Tetrahydro-8-mercapto-chinolin	50
Mit 8-Mercaptochinolin und analogen Verbindungen	51
Mit 1,3-Di-p-tolyl-thioviolursäure	52
1.14.4 Komplexe mit S-Heterocyclen	52
Mit 1,4-Dithian und 1,4-Thioxan	52
Mit Benzothiazol und Derivaten	53
1.14.5 Komplexe mit Dithiocarbonsäuren und Dithiocarbamidsäuren	54
1.14.6 Komplexe mit Thiocarbonsäureamiden und weiteren Thiocarbonsäurederivaten	55
Mit Thioharnstoff	55
Mit N,N,N',N'-Tetramethylthioharnstoff	56
Mit N-Hydroxy-N-methyl-thioformamid	57
1.14.7 Komplexe mit Thiocarbazonen	57
1.15 Komplexe mit selen-, phosphor- und arsenhaltigen Liganden	58
1.15.1 Mit Selenoharnstoff	58
1.15.2 Mit Triphenylphosphin	58
1.15.3 Mit Triphenylphosphinoxid	59
1.15.4 — 1.15.9 Mit weiteren phosphorhaltigen Liganden	59
1.15.10 Mit Triphenylarsinoxid	62
2 Zinn(IV)-verbindungen	63
2.1 Komplexe mit anorganischen Liganden	63
2.1.1 Mit Wasser	63
2.1.2 Mit Ammoniak	63
2.1.3 Mit Hydrazin	65
2.1.4 Mit Schwefel und Selen	65
2.1.5 Mit Tetraschwefeltetranitrid S_4N_4	66
2.1.6 Mit Bromcyan	67
2.1.7 Mit Phosgen	67
2.2 Komplexe mit Alkoholen	67
Allgemeines	67
2.2.1 Mit Methanol	68
2.2.2 Mit Äthanol und 2-Chloräthanol	69
2.2.3 Mit weiteren aliphatischen Alkoholen	72
2.2.4 Mit Zimtalkohol	75
2.2.5 Mit ungesättigten und aromatischen Alkoholen vom Typ $RR'R''COH$	75
2.2.6 Mit 1,2-Äthandiol	75

	Seite
2.3 Komplexe mit Phenolen	76
2.4 Komplexe mit Aldehyden	78
Allgemeines	78
2.4.1 Mit Benzaldehyd	79
2.4.2 Mit Salicylaldehyd	80
2.4.3 Mit 2-Methoxybenzaldehyd und 2-Acetoxybenzaldehyd	81
2.4.4 Mit weiteren substituierten Benzaldehyden	81
2.4.5 Mit Zimtaldehyd	83
2.4.6 Mit Phthalaldehyd und Naphthaldehyd	83
2.4.7 Mit 2-Furfuraldehyd	84
2.5 Komplexe mit Ketonen	84
Allgemeines	84
2.5.1 Mit aliphatischen und aromatischen Monoketonen	85
Mit Aceton	85
Mit weiteren aliphatischen Monoketonen	87
Mit 1-Acetyl-2-chlor-cyclooctan	87
Mit Acetophenon	88
Mit Acetophenonderivaten	88
Mit Benzophenon	89
Mit Benzophenonderivaten	90
2.5.2 Mit ungesättigten aromatischen Monoketonen	91
2.5.3 Mit cyclischen Monoketonen	94
Mit Cyclohexanon	94
Mit Derivaten des Cyclohexanons und 2-Cyclohexen-1-on	94
Mit Tropolon	94
Mit 5-Isopropyltropolon	97
Mit 9-Fluoren	98
Mit Anthron und Derivaten	98
Mit 1 H-Phenalen-1-on und Derivaten	99
2.5.4 Mit aliphatischen und aromatischen Diketonen	100
Allgemeines	100
Mit Acetylaceton	101
Mit weiteren aliphatischen Diketonen	107
Mit Benzil und Derivaten	109
Mit Benzoylacetone	109
Mit Dibenzoylmethan und Derivaten	110
2.5.5 Mit Chinonen	111
Mit Benzochinon und Derivaten	111
Mit 1,3-Diphenyl-1,3-dihydro-isobenzofuran-4,7-dion	112
Mit Naphthochinon und Derivaten	112
Mit Anthrachinon	112
Mit Derivaten des Anthrachinons	113
Mit 9,10-Phenanthrenchinon und 2-Brom-9,10-phenanthrenchinon	115
Mit 5,6-Chrysenchinon	115
Mit 3,10-Perylenchinon und Dianthrachinon	116
2.6 Komplexe mit Carbonsäuren	116
Allgemeines	116

2.6.1	Mit Ameisensäure	117
2.6.2	Mit Essigsäure	117
2.6.3	Mit Halogenessigsäuren	119
2.6.4	Mit weiteren aliphatischen Monocarbonsäuren	120
2.6.5	Mit aliphatischen Dicarbonsäuren	121
2.6.6	Mit Citronensäure	121
2.6.7	Mit Benzoesäure	121
2.6.8	Mit Hydroxybenzoesäuren	123
2.6.9	Mit weiteren aromatischen Carbonsäuren	124
2.7	Komplexe mit Carbonsäureanhydriden	124
2.7.1	Mit Essigsäureanhydrid	124
2.7.2	Mit Propionsäureanhydrid	125
2.7.3	Mit Benzoesäureanhydrid	125
2.8	Komplexe mit Carbonsäurechloriden	125
2.9	Komplexe mit Carbonsäureestern und Kohlensäureestern	126
	Allgemeines	126
2.9.1	Mit Ameisensäure-methylester	126
2.9.2	Mit Ameisensäure-äthylester	127
2.9.3	Mit weiteren Ameisensäureestern	128
2.9.4	Mit Essigsäure-methylester	128
2.9.5	Mit Essigsäure-äthylester	128
2.9.6	Mit weiteren Essigsäure-alkylestern	131
2.9.7	Mit Essigsäure-phenyl- und cyclohexylester	132
2.9.8	Mit Essigsäureestern von zwei- und mehrwertigen Alkoholen	133
2.9.9	Mit Chloressigsäure-alkylestern	133
2.9.10	Mit Propionsäureestern	134
2.9.11	Mit Buttersäureestern	135
2.9.12	Mit Estern von weiteren aliphatischen Monocarbonsäuren	136
2.9.13	Mit Acetessigsäure-äthylester	137
2.9.14	Mit Methacrylsäure-methylester	137
2.9.15	Mit Sorbinsäure-methylester	138
2.9.16	Mit Kohlensäureestern	138
2.9.17	Mit Oxalsäureestern	139
2.9.18	Mit Malonsäureestern	140
2.9.19	Mit weiteren aliphatischen Dicarbonsäureestern	141
2.9.20	Mit Estern ungesättigter Dicarbonsäuren	143
2.9.21	Mit Tri- und Tetracarbonsäureestern	144
2.9.22	Mit Benzoesäureestern	144
2.9.23	Mit weiteren aromatischen Monocarbonsäureestern	145
2.9.24	Mit Estern aromatischer Hydroxycarbonsäuren	146
2.9.25	Mit Phthalsäureestern	147
2.10	Komplexe mit Äthern und Acetalen	148
2.10.1	Mit Dimethyläther und Chlormethyl-methyläther	148

	Seite
2.10.2 Mit Dimethoxymethan	148
2.10.3 Mit Diäthyläther	148
2.10.4 Mit weiteren Äthern des Typs R-O-R	151
2.10.5 Mit 1,2-Dimethoxyäthan	153
2.10.6 Mit weiteren Dialkoxyalkanen und Bis(2-methoxy-äthyl)-äther	154
2.11 Komplexe mit O-Heterocyclen	155
2.11.1 Mit Äthylencarbonat	155
2.11.2 Mit Tetrahydrofuran	156
2.11.3 Mit Derivaten des Tetrahydrofurans	157
2.11.4 Mit Tetrahydropyran und 4-Methyl-tetrahydropyran	157
2.11.5 Mit Dioxan	158
2.11.6 Mit Pyronderivaten	160
2.11.7 Mit polycyclischen Äthern	161
Mit Phthalan und Derivaten	161
Mit 1,4-Cinneol	161
Mit Chromanon und Derivaten	162
Mit Flavonderivaten	162
Mit Xanthon und dessen Hydroxyderivaten	163
Mit Derivaten des 2,6,7-Trihydroxy-9-phenyl-3-fluorons (TF)	164
2.11.8 Mit aromatischen Laktonen	165
2.12 Komplexe mit Aminen	167
Allgemeines	167
2.12.1 Komplexe mit aliphatischen Monoaminen	168
Mit primären Aminén	168
Mit Methylamin	168
Mit Äthylamin	169
Mit Butylamin	169
Mit sekundären Aminen	170
Mit Dimethylamin	170
Mit Diäthylamin	171
Mit Dibutylamin	171
Mit tertiären Aminen	171
Mit Trimethylamin	171
Mit Triäthylamin	173
Mit Dodecyldimethylamin	174
2.12.2 Komplexe mit aromatischen Monoaminen	174
Mit Anilin	174
Mit Nitroanilinen, Chlor-nitroanilinen und Methyl-nitroanilinen	176
Komplexe in Lösung	176
Isolierte Verbindungen	179
Mit Halogenanilinen	179
Mit o-, m- und p-Toluidin	180
Mit weiteren Anilinderivaten	180
Mit Diphenylamin	180
Mit Nitro-N-phenyl-anilinderivaten	180
Mit Benzylamin	181
Mit Tribenzylamin	182
Mit 1- und 2-Naphthylamin	182

	Seite
2.12.3 Mit aliphatischen Diaminen	182
Allgemeines	182
Mit Äthylendiamin	183
Mit Tetramethyläthylendiamin	184
Mit 1,4-Diaminobutan	185
Mit 1,6-Diaminohexan	185
2.12.4 Mit aromatischen Diaminen	186
Allgemeines	186
Mit o-, m- und p-Phenylendiamin	186
Mit Naphthylendiamin	187
Mit Benzidin	187
Mit o-Tolidin und o-Dianisidin	187
Mit o-Phenylbis(dimethylamin)	187
Mit weiteren Diaminen	188
2.13 Komplexe mit Phenylhydrazin	189
2.14 Komplexe mit N-Heterocyclen	189
2.14.1 Komplexe mit N-Heterocyclen, die 1 N-Atom im Ring enthalten	190
Mit Pyrrol und Derivaten	190
Mit Indol und Triindol	191
Mit Indolderivaten	191
Mit Isatin	192
Mit Indigo und Indigoderivaten	192
Mit Piperidin	193
Mit Piperidinderivaten	193
Mit Pyridin	194
Mit 2-, 3- und 4-Methylpyridin	201
Mit weiteren Derivaten und Homologen des Pyridins	202
Mit N-Alkyl- und N-Alkenyl-pyridinderivaten	204
Mit 2-Acetylpyridin	205
Mit Pyridincarbonsäuren und ihren Derivaten	205
Mit Pyridin-N-Oxid	206
Mit Derivaten des Pyridin-N-oxids	208
Mit Chinolin	209
Mit Isochinolin	210
Mit 8-Hydroxychinolin	211
Mit halogensubstituierten Derivaten des 8-Hydroxychinolins	215
Mit weiteren Chinolinderivaten	215
Mit Derivaten des 2-Chinolons	216
Mit Chinolin-N-oxid und dessen Derivaten	216
Mit 2,2'-Bipyridyl	217
Mit 4,4'-Bipyridyl	219
Mit 2,2',2''-Terpyridyl	219
Mit 1,10-Phenanthrolin	220
Mit 6-Amino-hexansäure-lactam	221
2.14.2 Komplexe mit Heterocyclen, die 2 N-Atome im Ring enthalten	221
Mit 5-Methyl-1-phenyl-pyrazol	221
Mit 1-Pyrazolyl-pyridin und dessen Derivaten	222
Mit 1,5-Dimethyl-2-phenyl-1,2-dihydro-3H-pyrazol-3-on	222

	Seite
Mit 1H-Imidazol und Imidazolderivaten	223
Mit Pyrazin und Derivaten	225
Mit Piperazin	227
Mit 3,6-Diisobutyl-piperazin-2,5-dion	227
Mit 5H-Dibenzo [d, f] [1, 3]diazepinderivaten	227
Mit Coffein	228
Mit Phenazin	228
Mit dem Kondensationsprodukt aus Cyclohexanon und Pyrrol	228
2.14.3 Komplexe mit Heterocyclen, die 3 N-Atome im Ring enthalten	229
Mit 1,3,5-Triazin	229
2.14.4 Komplexe mit Heterocyclen, die 4 N-Atome im Ring enthalten	229
Mit Hexamethylentetramin	229
Mit Porphyrinen	230
2.14.5 Komplexe mit Heterocyclen, die 8 N-Atome im Ring enthalten	237
Mit Hemiporphyrizin	237
Mit Phthalocyanin	238
Mit Hexadecafluorphthalocyanin	245
Mit Chlorphthalocyanin	245
Mit 2,3-Naphthalbcyanin	245
2.14.6 Komplexe mit Heterocyclen, die O- und N-Atome im Ring enthalten	245
Mit Morpholin und 5-Morpholino-2-furfuraldehyd	245
Mit Derivaten des Sydmons	246