

GMELIN HANDBUCH DER ANORGANISCHEN CHEMIE

ERGÄNZUNGSWERK

zur

8. Auflage

Band 48

BORVERBINDUNGEN

TEIL 16

BOR-SAUERSTOFF-VERBINDUNGEN

Gmelin-Handbuch der Anorganischen Chemie

Ergänzungswerk zur achten Auflage
New Supplement Series

Band 48

Borverbindungen

Teil 16

Bor-Sauerstoff-Verbindungen 2

mit 8 Figuren

BEARBEITER DIESES BANDES
(AUTHORS)

Lawrence Barton, Department of Chemistry, University of Missouri-
St. Louis, St. Louis, Missouri, USA

Richard H. Cragg, University Chemical Laboratory, University of
Kent at Canterbury, Canterbury, United Kingdom

Ulrich W. Gerwarth, Institut für Anorganische und Analytische
Chemie, Universität Mainz, Mainz

Gert Heller, Institut für Anorganische Chemie, Freie Universität
Berlin, Berlin

Donald S. Matteson, Department of Chemistry, Washington State
University, Pullman, Washington, USA

REDAKTEURE DIESES BANDES
(EDITORS)

Kurt Niedenzu, Department of Chemistry, University of Kentucky,
Lexington, Kentucky, USA

Karl-Christian Buschbeck, Gmelin-Institut, Frankfurt am Main



Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York 1977

MITARBEITER DIESES BANDES (AUTHORS OF THIS VOLUME)

Kap. 1 L. Barton	S. 1 – 14	Kap. 5 U. W. Gerwarth	S. 73 – 100
Kap. 2 G. Heller	S. 15 – 23	Kap. 6 L. Barton	S. 101 – 123
Kap. 3 L. Barton	S. 24 – 36	Kap. 7 R. H. Cragg	S. 124 – 221
Kap. 4 D. S. Matteson	S. 37 – 72		

DIE LITERATUR IST BIS ENDE 1975 AUSGEWERTET

LITERATURE COVERAGE: UP TO THE END OF 1975

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 3-540-93353-0 Springer-Verlag, Berlin · Heidelberg · New York
ISBN 0-387-93353-0 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

Ergänzungswerk zur achten Auflage

New Supplement Series

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

BEGRÜNDET VON

Leopold Gmelin

Ergänzungswerk zur achten 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. Schaafhausen, 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. E. L. Muetterties (Cornell University, Ithaca, N.Y.), 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, Dr. N. Baumann, R. Becker, Dr. K. Beeker, 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, R. Dowideit, Dipl.-Chem. A. Drechsler, Dipl.-Chem. M. Drößmar, I. Eifler, M. Engels, V.-F. Fabrizek, Dr. H.-J. Fachmann, I. Fischer, J. Füssel, Dipl.-Ing. N. Gagel, Dipl.-Chem. H. Gedschold, E. Gerhardt, Dipl.-Phys. D. Gras, Dr. V. Haase, 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, Dr. E. Koch, H. Koch, Dipl.-Chem. K. Koeber, H. Köppe, Dipl.-Chem. H. Köttelwesch, 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, 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, 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 Kapitel des vorliegenden Bandes 48 des Ergänzungswerks („Borverbindungen“ 16) schließen an den Band „Borverbindungen“ 13 (Band 44 des Erg.-Werks) an. Es werden hier weitere Substanzen mit Bor-Sauerstoff-Bindungen besprochen, im wesentlichen Spezies mit HBO- oder CBO-Gruppierungen sowie Peroxyborane. Aus Gründen der Systematik sind gelegentlich zusätzliche Vertreter von Substanzklassen eingeschlossen, deren Besprechung an anderer Stelle als weniger zweckvoll erachtet wurde.

Falls nicht anders vermerkt, ist die Literatur bis Ende 1975 vollständig berücksichtigt, in vielen Fällen aber auch darüber hinaus.

Lexington, Kentucky (USA)

Frankfurt am Main

November 1977

Kurt Niedenzu

Karl-Christian Buschbeck

Bor und Borverbindungen im Gmelin Handbuch

- | | |
|--|--|
| „Bor“ (Hauptband
Syst.-Nr. 13) | Geschichtliches. Vorkommen. Das Element. Verbindungen von B mit H, O, N, den Halogenen, S, Se und Te.
Literaturschluß: Ende 1925. |
| „Bor“ (Ergänzungsband
Syst.-Nr. 13) | Vorkommen. Das Element. Verbindungen von B mit H, O, N, den Halogenen, S und C.
Literaturschluß: Ende 1949. |

Bände des Ergänzungswerks

- | | |
|--|--|
| „Borverbindungen“ 1
(Erg.-Werk Bd. 13) | Bornitrid. B-N-C-Heterocyclen. Polymere B-N-Verbindungen.
Literatur ab 1950. Literaturschluß: 1972. |
| „Borverbindungen“ 2
(Erg.-Werk Bd. 15) | Nomenklatur und Typen der Carborane. Carborane (ohne Hetero- und Metallcarborane sowie höhere Carborane).
Literatur ab 1950. Literaturschluß: 1973 bzw. Ende 1970. |
| „Borverbindungen“ 3
(Erg.-Werk Bd. 19) | Verbindungen mit S, Se, Te, P, As, Sb, Si und mit Metallen.
Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1973. |
| „Borverbindungen“ 4
(Erg.-Werk Bd. 22) | Verbindungen mit isoliertem trigonalen Boratom und kovalenter Bor-Stickstoff-Bindung (Aminoborane und B-N-Heterocyclen).
Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1973. |
| „Borverbindungen“ 5
(Erg.-Werk Bd. 23) | Bor-Pyrazol-Derivate und Spektroskopie trigonaler B-N-Verbindungen.
Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1973. |
| „Borverbindungen“ 6
(Erg.-Werk Bd. 27) | Hetero- und Metallcarborane. Polymere Carboranverbindungen. Elektronische Eigenschaften.
Literatur ab 1950. Literaturschluß: 1974 bzw. 1971. |
| „Borverbindungen“ 7
(Erg.-Werk Bd. 28) | Boroxide. Borsäuren, Borate.
Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1973. |
| „Borverbindungen“ 8
(Erg.-Werk Bd. 33) | Das Tetrahydroborat-Ion und Derivate.
Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1974. |
| „Borverbindungen“ 9
(Erg.-Werk Bd. 34) | Bor-Halogen-Verbindungen, Teil 1.
Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1974. |
| „Borverbindungen“ 10
(Erg.-Werk Bd. 37) | Verbindungen mit vierfach koordiniertem Bor.
Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1975. |
| „Borverbindungen“ 11
(Erg.-Werk Bd. 42) | Carborane 3: Dicarba-closo-dodecaborane.
Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1975. |

- „Borverbindungen“ 12 Carborane 4: Dicarba-*c/oso*-dodecaborane.
(Erg.-Werk Bd. 43) Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1975
- „Borverbindungen“ 13 Bor-Sauerstoff-Verbindungen 1.
(Erg.-Werk Bd. 44) Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1975.
- „Borverbindungen“ 14 Bor-Wasserstoff-Verbindungen 1.
(Erg.-Werk Bd. 45) Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1975.
- „Borverbindungen“ 15 Amin-borane.
(Erg.-Werk Bd. 46) Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1975.
- „Borverbindungen“ 16 Bor-Sauerstoff-Verbindungen 2.
(Erg.-Werk Bd. 48) Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1975.

Die Reihe wird weiter fortgesetzt. Als Abschluß erscheinen eine systematische Aufstellung der einzelnen Kapitel und das Register für sämtliche Bände.

Preface

The chapters of the present volume 48 of the New Supplement Series of the Gmelin Handbook, i.e., "Borverbindungen" 16, continue the discussion of boron-oxygen compounds as initiated in "Borverbindungen" 13 (volume 44 of the New Supplement Series). The primary topics in this context are the species that contain HBO and CBO moieties as well as peroxyboranes. For systematic reasons some additional types of compounds are included.

Unless otherwise noted the literature is covered through 1975; in many instances more recent data are included.

Lexington, Kentucky (USA)
Frankfurt am Main
November 1977

Kurt Niedenzu
Karl-Christian Buschbeck

Boron and Boron Compounds in the Gmelin Handbook

- | | |
|---|---|
| <p>"Bor" (Main Volume
Syst.-No. 13)</p> | <p>Historical. Occurrence. The Element. Compounds of B with H, O, N, the Halogens, S, Se, and Te.
Literature closing data: end of 1925.</p> |
| <p>"Bor"
(Supplement Volume
Syst.-No. 13)</p> | <p>Occurrence. The Element. Compounds of B with H, O, N, the Halogens, S, and C.
Literature closing date: end of 1949.</p> |

New Supplement Series

- | | |
|---|---|
| <p>"Borverbindungen" 1
(New Supplement
Series Vol. 13)</p> | <p>Boron Nitride. B-N-C Heterocycles. Polymeric B-N Compounds.
Literature coverage from 1950 up to 1972.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 2
(New Supplement
Series Vol. 15)</p> | <p>Nomenclature and Types of Carboranes. Carboranes (without Hetero- and Metallocarboranes, and Higher Carboranes).
Literature coverage from 1950 up to 1973 or 1970, respectively.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 3
(New Supplement
Series Vol. 19)</p> | <p>Compounds of B Containing Bonds to S, Se, Te, P, As, Sb, Si, and Metals.
Literature coverage from 1950 to the end of 1973.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 4
(New Supplement
Series Vol. 22)</p> | <p>Compounds with Isolated Trigonal Boron Atoms and Covalent Boron-Nitrogen Bonding (Aminoboranes and B-N Heterocycles).
Literature coverage from 1950 to the end of 1973.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 5
(New Supplement
Series Vol. 23)</p> | <p>Boron-Pyrazole Derivatives and Spectroscopic Studies on Trigonal B-N Compounds.
Literature coverage from 1950 to the end of 1973.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 6
(New Supplement
Series Vol. 27)</p> | <p>Hetero- and Metallocarboranes. Polymeric Carborane Derivatives. Electronic Properties.
Literature coverage from 1950 up to 1974 or 1971, respectively.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 7
(New Supplement
Series Vol. 28)</p> | <p>Boron Oxides. Boric Acids. Borates.
Literature coverage from 1950 to the end of 1973.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 8
(New Supplement
Series Vol. 33)</p> | <p>The Tetrahydroborate Ion and Derivatives.
Literature coverage from 1950 to the end of 1974.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 9
(New Supplement
Series Vol. 34)</p> | <p>Boron-Halogen Compounds, Part 1.
Literature coverage from 1950 to the end of 1974.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 10
(New Supplement
Series Vol. 37)</p> | <p>Boron Compounds with Coordination Number 4.
Literature coverage from 1950 to the end of 1975.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 11
(New Supplement
Series Vol. 42)</p> | <p>Carboranes 3: Dicarba-<i>closo</i>-dodecaboranes.
Literature coverage from 1950 to the end of 1975.</p> |

- | | |
|---|---|
| <p>"Borverbindungen" 12
(New Supplement
Series Vol. 43)</p> | <p>Carboranes 4: Dicarba-<i>c/coso</i>-dodecaboranes.
Literature coverage from 1950 to the end of 1975.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 13
(New Supplement
Series Vol. 44)</p> | <p>Boron-Oxygen Compounds 1.
Literature coverage from 1950 to the end of 1975.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 14
(New Supplement
Series Vol. 45)</p> | <p>Boron-Hydrogen Compounds 1.
Literature coverage from 1950 to the end of 1975.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 15
(New Supplement
Series Vol. 46)</p> | <p>Amine-boranes.
Literature coverage from 1950 to the end of 1975.</p> |
| <p>"Borverbindungen" 16
(New Supplement
Series Vol. 46)</p> | <p>Boron-Oxygen Compounds 2.
Literature coverage from 1950 to the end of 1975.</p> |

The series will be continued; a systematic sequence of the individual chapters and an index for all volumes will complete the works.

Inhaltsverzeichnis

(Table of Contents see page IV)

	Seite
1 (Oxy)hydroborane und verwandte Verbindungen	1
1.1 Einführung	1
1.2 Hydroxyboran H_2BOH und Dihydroxyboran $\text{HB}(\text{OH})_2$	1
1.3 Nicht-cyclische Derivate von Dihydroxyboran	3
1.4 Cyclische Derivate von Dihydroxyboran	7
1.5 Derivate von Hydroxyboran	12
2 Peroxyborane	15
2.1 Allgemeines	15
2.2 Darstellungsmethoden für isolierbare Produkte	15
2.2.1 Darstellung durch nukleophile Substitution	15
2.2.2 Darstellung durch Autoxidation	16
2.3 Mechanismus der Darstellungsmethoden	16
2.4 Physikalische Eigenschaften	18
2.5 Mechanismus bei der Pyrolysereaktion	18
2.6 Thermodynamische Daten	21
2.7 Chemische Eigenschaften	22
3 Tetrakis(organyloxy)diborane(4) und weitere Diboran(4)-Derivate	24
3.1 Einführung	24
3.2 Tetrakis(hydroxy)diboran(4) und sein Anhydrid	24
3.3 Tetrakis(organyloxy)diborane(4)	26
3.4 Basen-Addukte von Diboran(4)	30
3.5 Organyldiboran(4)-Verbindungen	33
3.6 Von Diboran(4) abgeleitete koordinierte Heterocyclen	34
4 gem-Bis(organyldioxyboryl)alkane und verwandte Verbindungen	37
4.1 Einführung	37
4.1.1 Strukturtypen	37
4.1.2 Diskussionsabfolge	37
4.1.3 Allgemeine Synthesemethoden	37
4.2 Tetrakis(organyldioxyboryl)methane	39
4.2.1 Allgemeine Bemerkungen	39
4.2.2 Beschreibung der einzelnen Verbindungen	39
4.3 Tris(organyldioxyboryl)methane	42
4.3.1 Allgemeine Bemerkungen	42
4.3.2 Beschreibung der einzelnen Verbindungen	42

	Seite
4.4 Bis(organyldioxyboryl)methanderivate	49
4.4.1 Allgemeine Bemerkungen	49
4.4.2 Bis(organyldioxyboryl)methane $[(RO)_2B]_2CH_2$	50
4.4.3 <i>gem</i> -Bis(organyldioxyboryl)alkane $[(RO)_2B]_2CHR'$ und $[(RO)_2B]_2CR'R''$	55
4.4.4 Bis(organyldioxyboryl)methane mit Metallo- oder anderen Substituenten	63
4.5 1,1-Bis(organyldioxyboryl)-1-alkene	66
4.5.1 Allgemeine Bemerkungen	66
4.5.2 Allgemeine Darstellungsmethoden	67
4.5.3 Beschreibung der einzelnen Verbindungen	68
4.6 Tetrakis(organyldioxyboryl)silane $[(RO)_2B]_4Si$	72
5 Diboryloxide	73
5.1 Einführung	73
5.2 Diboryloxide des Typs $R_2B-O-BR_2$	74
5.2.1 Bis(dialkylboryl)oxide	74
5.2.2 Bis(diarylboron)oxide	81
5.2.3 Gemischte Di(alkyl-arylboron)oxide	85
5.2.4 Di(acyloxy-organylboryl)oxide	85
5.2.5 Weitere Diboryloxide	87
5.3 Über die B-O-B-Gruppe verbrückte Heterocyclen	89
5.3.1 Nichtbenzoide Systeme	89
5.3.2 Benzoide Systeme mit einer B-O-B-Brücke	91
5.4 B-O-B-Heterocyclen	97
5.5 Diboryloxid-Ionen	100
6 Sauerstoff-Bor-Stickstoff-Heterocyclen	101
6.1 Einführung	101
6.2 1,3,2-Oxazaborolidine	101
6.3 1,3,2-Oxazaborole	106
6.4 1,3,2-Benzoxazaborole	107
6.5 2,3-Dihydro-1,3,5,2-oxadiazaborole	110
6.6 1,3,4-Oxadiazadiborolidine	114
6.7 1,3,2-Oxazaborinane	114
6.8 1,3,4,2-Oxadiazaborinane	115
6.9 2H-1,3,2-Oxazaborine	116
6.10 1,4,2,5-Dioxadiazadiborinane	116
6.11 Benzoxazaborine	118
6.12 Verschiedene Ringsysteme	121
7 (Oxy)organylborene	124
7.1 Allgemeine Bemerkungen	124

	Seite
7.2 (Hydroxy)diorganylborane	126
7.2.1 Allgemeine Darstellungsmethoden	126
7.2.2 Allgemeine Eigenschaften und Reaktionen	127
7.2.3 Die einzelnen Verbindungen	127
7.3 (Organyloxy)diorganylborane	134
7.3.1 Allgemeine Darstellungsmethoden	134
7.3.2 Allgemeine Eigenschaften und Reaktionen	134
7.3.3 Die einzelnen Verbindungen	135
7.4 (Organyloxy)diorganylborane mit zwei R_2BO-Einheiten	145
7.5 (Organyloxy)diorganylboran-Chelate	153
7.5.1 Einführung	153
7.5.2 Aminoalkoholderivate	153
7.5.3 8-Hydroxyquinolinderivate	159
7.5.4 Aminosäurederivate der Diorganylborane	161
7.5.5 β -Diketonderivate	162
7.5.6 Derivate verschiedener Chelatbildner	164
7.6 (Dialkylboryl)alkylnitronate	165
7.7 Carbonsäurederivate mit Diorganylboryl-Gruppen	166
7.8 (Dihydroxy)organylborane	167
7.8.1 Allgemeine Bemerkungen	167
7.8.2 Allgemeine Darstellungsmethoden	167
7.8.3 Allgemeine Eigenschaften und Reaktionen	168
7.8.4 Einzelne (Dihydroxy)alkylborane	168
7.8.5 (Dihydroxy)organylborane mit an Bor gebundenem Heterocyclus	173
7.8.6 (Dihydroxy)ferrocenylboran und verwandte Verbindungen	176
7.8.7 (Dihydroxy)vinylborane und verwandte Verbindungen	177
7.8.8 (Dihydroxy)phenylboran $C_6H_5B(OH)_2$	178
7.8.9 Weitere (Dihydroxy)arylborane	184
7.9 Bis(dihydroxyboryl)-Derivate	194
7.10 (Diorganyloxy)organylborane	196
7.10.1 Allgemeine Bemerkungen	196
7.10.2 Allgemeine Darstellungsmethoden	196
7.10.3 Allgemeine Eigenschaften und Reaktionen	197
7.10.4 (Diorganyloxy)alkylborane	197
7.10.5 (Diorganyloxy)arylborane	206
7.10.6 Weitere (Diorganyloxy)organylborane	213
7.11 Verbindungen mit zwei Boratomen im Molekül	220
7.11.1 Phenylderivate	220
7.11.2 Weitere Verbindungen	220

Table of Contents

(Inhaltsverzeichnis s. Seite I)

	Page
1 (Oxy)hydroboranes and Related Species	1
1.1 Scope	1
1.2 Hydroxyborane, H_2BOH , and Dihydroxyborane, $HB(OH)_2$	1
1.3 Non-Cyclic Derivatives of Dihydroxyborane	3
1.4 Cyclic Derivatives of Dihydroxyborane	7
1.5 Derivatives of Hydroxyborane	12
2 Peroxyboranes	15
2.1 General	15
2.2 Preparation of Isolable Products	15
2.2.1 Preparation by Nucleophilic Substitution	15
2.2.2 Preparation by Autoxidation	16
2.3 Mechanism of Preparations	16
2.4 Physical Properties	18
2.5 Mechanism of the Pyrolysis	18
2.6 Thermodynamic Data	21
2.7 Chemical Properties	22
3 Tetrakis(organyloxy)diboranes(4) and Additional Diborane(4) Derivatives	24
3.1 Introduction and Scope	24
3.2 Tetrakis(hydroxy)diborane(4) and Its Anhydride	24
3.3 Tetrakis(organyloxy)diboranes(4)	26
3.4 Base Adducts of Diborane(4)	30
3.5 Organyldiborane(4) Species	33
3.6 Coordinated Heterocycles Derived from Diborane(4)	34
4 gem-Bis(organyldioxyboryl)alkanes and Related Compounds	37
4.1 Introduction	37
4.1.1 Types of Structures Covered	37
4.1.2 Sequence of Discussion	37
4.1.3 General Methods of Synthesis	37
4.2 Tetrakis(organyldioxyboryl)methanes	39
4.2.1 General Remarks	39
4.2.2 Description of Individual Compounds	39
4.3 Tris(organyldioxyboryl)methanes	42
4.3.1 General Remarks	42
4.3.2 Description of Individual Compounds	42

4.4 Bis(organyldioxyboryl)methanes.	49
4.4.1 General Remarks	49
4.4.2 Bis(organyldioxyboryl)methanes, $[(RO)_2B]_2CH_2$	50
4.4.3 <i>gem</i> -Bis(organyldioxyboryl)alkanes, $[(RO)_2B]_2CHR'$ and $[(RO)_2B]_2CR'R''$	55
4.4.4 Bis(organyldioxyboryl)methanes Having Metallo or Other Substituents	63
4.5 1,1-Bis(organyldioxyboryl)-1-alkenes.	66
4.5.1 General Remarks	66
4.5.2 General Methods of Preparation	67
4.5.3 Description of Individual Compounds	68
4.6 Tetrakis(organyldioxyboryl)silanes, $[(RO)_2B]_4Si$	72
5 Diboryl Oxides	73
5.1 Introduction	73
5.2 Diboryl Oxides: $(R_2B)_2O$ Species	74
5.2.1 Bis(dialkylboryl) Oxides	74
5.2.2 Bis(diarylboryl) Oxide	81
5.2.3 Mixed Di(alkyl-arylboryl) Oxides	85
5.2.4 Di(acyloxy-organylboryl) Oxides	85
5.2.5 Additional Diboryl Oxides	87
5.3 B-O-B-Bridged Heterocycles	89
5.3.1 Nonaromatic Derivatives	89
5.3.2 Aromatic Derivatives Containing a B-O-B Bridge	91
5.4 B-O-B Heterocycles	97
5.5 Diboxyl Oxide Ions	100
6 Oxygen-Boron-Nitrogen Heterocycles	101
6.1 Introduction and Scope	101
6.2 1,3,2-Oxazaborolidines	101
6.3 1,3,2-Oxazaboroles	106
6.4 1,3,2-Benzoxazaboroles	107
6.5 2,3-Dihydro-1,3,5,2-oxadiazaboroles	110
6.6 1,3,4-Oxadiazadiborolidines	114
6.7 1,3,2-Oxazaborinanes	114
6.8 1,3,4,2-Oxadiazaborinanes	115
6.9 2H-1,3,2-Oxazaborines	116
6.10 1,4,2,5-Dioxadiazadiborinanes	116
6.11 Benzoxazaborines	118
6.12 Miscellaneous Ring Systems	121
7 (Oxy)organylboranes	124
7.1 General Remarks. Scope	124