

GMELIN HANDBUCH DER ANORGANISCHEN CHEMIE

ERGÄNZUNGSWERK

Zur

8. Auflage

Band 48

BORVERBINDUNGEN

TEIL 15

AMIN-BORANE

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

Ergänzungswerk zur achten Auflage

New Supplement Series

Band 46

Borverbindungen

Teil 15

Amin-borane und verwandte Verbindungen

mit 2 Figuren

BEARBEITER DIESES BANDES
(AUTHORS)

Karl Becker, Gmelin-Institut, Frankfurt am Main, Bundesrepublik Deutschland

Mrinal K. Das, Department of Chemistry, Jadavpur University, Calcutta, India

Lydia M. Frenzel, Coastal Science Associates, New Orleans, Louisiana, USA

Bruce R. Gragg, Tobacco and Health Research Institute, University of Kentucky, Lexington, Kentucky, 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 K. Beeker	S. 1 – 54	Kap. 5 L. M. Frenzel	S. 153 – 158
Kap. 2 K. Beeker	S. 55 – 74	Kap. 6 L. M. Frenzel	S. 159 – 160
Kap. 3 M. K. Das	S. 75 – 118	Kap. 7 L. M. Frenzel	S. 161 – 163
Kap. 4 B. R. Gragg	S. 119 – 152	Kap. 8 K. Beeker	S. 164 – 170

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 3-540-93347-6 Springer-Verlag, Berlin · Heidelberg · New York

ISBN 0-387-93347-6 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. Lignau (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. Kejm, 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. 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, Dipl.-Chem. A. Drechsler, Dipl.-Chem. M. Dröbmar, I. Eifler, M. Engels, V.-F. Fabrizek, Dr. H.-J. Fachmann, I. Fischer, Dr. I. Flachsbarth, 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, 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, Dr. I. Leitner, 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. Pelić, 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. Haas Bock

Prof. Dr. Dr. Alois Haas, Sc. D. (Cantab.)

Prof. Dr. Dr. h.c. Erich Pietsch

Vorwort

Amin-borane sind Substanzen, in denen das freie Elektronenpaar einesamins mit dem unbesetzten Orbital des Bors einer trigonalen Borverbindung in Wechselwirkung tritt und das Bor somit vierfach koordiniert wird. Derartige Substanzen sind zum Teil schon in früheren Bänden über Borverbindungen im Rahmen des Erg.-Werkes abgehandelt. So finden sich beispielsweise Addukte von BH_3 mit Stickstoffdonormolekülen im Band „Borverbindungen“ 14 (Band 45 des Erg.-Werkes).

Im vorliegenden Band „Borverbindungen“ 15 (Band 46 des Erg.-Werkes) werden nun weitere Amin-borane besprochen, vor allem die sich von Dihydro-, Monohydro- und Trihalogenboranen ableitenden Derivate. Dabei sind noch eine Anzahl Boran-Addukte mit weiteren N-Donormolekülen in die Besprechung einbezogen. Häufige Hinweise auf bereits erschienene Bände sollen das Auffinden verwandter Verbindungen erleichtern; daneben wird ein Formelregister bereits vorbereitet und alsbald nach Abschluß der Reihe über Borverbindungen erscheinen.

Falls nicht anderweitig vermerkt, ist die Literatur bis Ende 1975 berücksichtigt, gelegentlich auch darüber hinaus.

Lexington, Kentucky (USA)
Frankfurt am Main
September 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 Metallocarborane 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 trigonalem 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 Metallocarborane. 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
(Erg.-Werk Bd. 43) | Carborane 4: Dicarba- <i>closo</i> -dodecaborane.
Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1975. |
| „Borverbindungen“ 13
(Erg.-Werk Bd. 44) | Bor-Sauerstoff-Verbindungen 1.
Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1975. |
| „Borverbindungen“ 14
(Erg.-Werk Bd. 45) | Bor-Wasserstoff-Verbindungen 1.
Literatur ab 1950. Literaturschluß: Ende 1975. |
| „Borverbindungen“ 15
(Erg.-Werk Bd. 45) | Amin-borane.
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

Amine-boranes are compounds in which the free electron pair of an amine interacts with the vacant orbital of the boron atom of a trigonal boron derivative. Some of thus resulting four-coordinate species have been discussed in previous volumes on boron compounds that were published within the New Supplement Series (Erg.-Werk) of the Gmelin Handbook, e.g., adducts of nitrogen donor molecules with BH_3 in "Borverbindungen" 14 (Vol. 45 of the New Supplement Series).

The present volume "Borverbindungen" 15 (Vol. 46 of the New Supplement Series) deals with amine-borane type derivatives of dihydroboranes, monohydroboranes, and trihalo- and pseudohalo-boranes; included in the discussion are species that are derived from a variety of nitrogen donor molecules. Frequent references to previous volumes of the Series should facilitate the search for related substances. Furthermore, a formula index is already in preparation and will be published soon after the completion of the series of volumes dealing with boron compounds.

Unless otherwise noted the literature is covered through 1975; occasionally, more recent data are included.

Lexington, Kentucky (USA)
Frankfurt am Main
September 1977

Kurt Niedenzu
Karl-Christian Buschbeck

Boron and Boron Compounds in the Gmelin Handbook

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

New Supplement Series

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

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

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 V)

	Seite
Amin-borane und verwandte Verbindungen	1
1 Amin-Addukte von Dihydroboranen	1
1.1 Amin-Addukte von Dihydrohalogenboranen	1
1.1.1 BH_2F -Addukte	1
1.1.2 BH_2Cl -Addukte	3
1.1.3 BH_2Br -Addukte	7
1.1.4 BH_2J -Addukte	11
1.1.5 Addukte von Dihydropseudohalogenboranen	15
1.1.6 Diamin-bis(dihydrohalogenborane)	19
1.2 Amin-Addukte von Dihydroboranen mit Elementen der 6. bis 4. Hauptgruppe des Periodensystems (außer Kohlenstoff)	21
1.2.1 <i>t</i> -Butylamin-benzyloxyboran	21
1.2.2 Amin-Addukte von acyclischen Thioborane	21
1.2.3 Amin-Addukte von N-, P- oder As-substituierten Boranen	23
1.2.4 Triäthylamin-silylboran	24
1.3 Amin-Addukte von Organyldihydroboranen	24
1.3.1 Darstellung und Kenndaten	24
1.3.2 Spektroskopische Daten und weitere physikalische Eigenschaften	31
1.3.3 Chemisches Verhalten	34
1.4 Amin-dihydroborane mit anularer N-B-Donorbindung	41
1.4.1 Allgemeines	41
1.4.2 Einfache 1-Azonia-2-borata-cycloalkane	41
1.4.3 Kondensierte Azonia-borata-cycloalkane	45
1.4.4 Diazonia-diborata-cycloalkane	47
1.4.5 Azonia-borata-cycloalkane mit weiteren Ringheteroatomen	51
2 Amin-Addukte von Monohydroboranen	55
2.1 Amin-Addukte von Monohydrodihalogenboranen	55
2.1.1 BHF_2 -Addukte	55
2.1.2 BHCl_2 -Addukte	57
2.1.3 BBr_2 -Addukte	60
2.1.4 BHJ_2 -Addukte	62
2.1.5 Bis(monohydrodihalogenboran)-Addukte	65
2.2 Amin-Addukte von (Monohydro)dioxy- und -dithioborane	65
2.3 Amin-Addukte von (Monohydro)diorganylboranen	65
2.3.1 Addukte von Dialkylboranen	65
2.3.2 Addukte von Diarylboranen	67

	Seite
2.4 Amin-Addukte von Monohydroboranen mit anularem B-Atom	70
2.4.1 Addukte von O-BH-O-Bindungen enthaltenden Ringen	70
2.4.2 Addukte von S-BH-S-Bindungen enthaltenden Ringen	71
2.4.3 Addukte von C-BH-C-Bindungen enthaltenden Ringen	71
2.5 Monohydroborane mit N-B-Donorbindung im Ring	72
2.6 Bisamin-Addukte von 1,2-Bis(tetramethylen)diboran(6)	74
3 Amin-trifluorborane und verwandte Addukte von BF₃ mit Stickstoff-Donormolekülen	75
3.1 Einleitung	75
3.2 Ammin-trifluorboran, H₃N · BF₃	75
3.2.1 Darstellung und Bildung	75
3.2.2 Physikalische Angaben	76
3.2.3 Chemisches Verhalten	79
3.3 Alkylamin-trifluorborane	79
3.3.1 Darstellung und Bildung	79
3.3.2 Physikalische Eigenschaften	83
3.3.3 Chemisches Verhalten	88
3.4 Verschiedene Alkylderivate und Harnstoff-Addukte	89
3.5 Arylamin-trifluorborane	94
3.6 Pyridin-trifluorboran und verwandte Verbindungen	96
3.6.1 Darstellung	96
3.6.2 Physikalische Angaben	97
3.6.3 Hydrolytisches Verhalten	99
3.7 Weitere heterocyclische Amin-trifluorborane	100
3.7.1 Darstellung und Bildung	100
3.7.2 Physikalische Angaben	100
3.8 Weitere Amin-trifluorboran-Verbindungen	102
3.9 Addukte von BF₃ mit verschiedenen organischen Stickstoff-Donormolekülen	105
3.10 Trifluorboran-Addukte von Nitrilen	106
3.10.1 Acetonitril-trifluorboran	106
3.10.2 Weitere Verbindungen	108
3.11 Hydrazin-trifluorborane	109
3.12 Addukte von BF₃ mit verschiedenen anorganischen Stickstoff-Donormolekülen	112
3.13 Phosphinimin-trifluorborane	113
3.14 BF₃-Addukte von Metallcyaniden und verwandte Verbindungen	113

	Seite
4 Amin-trichlorborane und verwandte Verbindungen	119
4.1 Einleitung	119
4.2 Trichlorboran-Addukte von primären Aminen	119
4.3 Trichlorboran-Addukte von sekundären Aminen	120
4.4 Trichlorboran-Addukte von tertiären Aminen	123
4.4.1 Trimethylamin-trichlorboran, $(\text{CH}_3)_3\text{N} \cdot \text{BCl}_3$	123
Darstellungsmethode	123
Chemische und physikalische Angaben	124
4.4.2 Weitere tertiäre Amin-Addukte des Trichlorborans	127
4.5 Trichlorboran-Addukte von Pyridinen	130
4.5.1 Pyridin-trichlorboran, $\text{C}_5\text{H}_5\text{N} \cdot \text{BCl}_3$	130
Darstellung und Bildung	130
Physikalische und chemische Eigenschaften	130
4.5.2 Weitere Verbindungen	132
4.6 Trichlorboran-Addukte von Anilinen	134
4.7 Trichlorboran-Addukte von Diaminen	137
4.8 Trichlorboran-Addukte von Amiden	139
4.9 Trichlorboran-Addukte von verschiedenen Stickstoff-Donormolekülen	141
4.10 Trichlorboran-Addukte von Nitrilen und Cyanwasserstoff	143
4.10.1 Acetonitril-trichlorboran, $\text{CH}_3\text{CN} \cdot \text{BCl}_3$	143
4.10.2 Weitere Trichlorboran-Addukte von Nitrilen	149
4.11 Trichlorboran-Addukte von verschiedenen Stickstoff-Donormolekülen	150
5 Amin-tribromborane und verwandte Verbindungen	153
5.1 Allgemeines	153
5.2 Allgemeine Darstellungsmethode	153
5.3 Beschreibung der einzelnen Verbindungen	154
6 Amin-trijodborane und verwandte Verbindungen	159
6.1 Allgemeines	159
6.2 Allgemeine Darstellungsmethode und Überblick über die Verbindungen	159
6.3 Trimethylamin-trijodboran	160
7 Stickstoff-Donormolekül-Addukte von Pseudohalogenboranen	161
7.1 Allgemeines	161
7.2 Amin-cyanborane und verwandte Verbindungen	161
7.3 Ammin-thiocyanboran	162
7.4 Amin-isothiocyanborane	162
7.5 Pyridin-isocyanatborane	163

IV

	Seite
8 Amin-Addukte gemischter Trihalogenborane	164
8.1 Allgemeines	164
8.2 Isolierte (CH₃)₃N-Addukte	164
8.3 Nicht isolierte Addukte	165

Table of Contents

(Inhaltsverzeichnis s. S. I)

	Page
Amine-boranes and Related Compounds	1
1 Amine Adducts of Dihydroboranes	1
1.1 Amine Adducts of Dihydrohaloboranes	1
1.1.1 Adducts of BH_2F	1
1.1.2 Adducts of BH_2Cl	3
1.1.3 Adducts of BH_2Br	7
1.1.4 Adducts of BH_2I	11
1.1.5 Adducts of Pseudohaloboranes	15
1.1.6 Bis-Adducts of Diamines	19
1.2 Amine Adducts of Dihydroboranes Derived from Main Group 6 to 4 Elements	21
1.2.1 <i>t</i> -Butylamine-benzyloxyborane	21
1.2.2 Adducts of Acyclic Thioboranes	21
1.2.3 N, P, and As Derivatives	23
1.2.4 Si Derivative	24
1.3 Amine Adducts of Organyldihydroboranes	24
1.3.1 Preparation and Physical Data	24
1.3.2 Spectroscopic Data and Additional Physical Data	31
1.3.3 Chemical Behavior	34
1.4 Amine-dihydroboranes Containing an Anular N-B Donor Bond	41
1.4.1 General	41
1.4.2 Simple 1-Azonia-2-borata-cycloalkanes	41
1.4.3 Condensed Azonia-borata-cycloalkanes	45
1.4.4 Diazonia-diborata-cycloalkanes	47
1.4.5 Azonia-borata-cycloalkanes with Other Ring Heteroatoms	51
2 Amine Adducts of Monohydroboranes	55
2.1 Dihaloborane Adducts	55
2.1.1 BHF_2 Adducts	55
2.1.2 BHCl_2 Adducts	57
2.1.3 BBr_2 Adducts	60
2.1.4 BI_2 Adducts	62
2.1.5 Bis-Adducts of Diamines	65
2.2 Adducts of Dioxy- and Dithioboranes	65
2.3 Adducts of Diorganylboranes	65
2.3.1 Dialkylborane Derivatives	65
2.3.2 Diarylborane Derivatives	67