

GMELIN HANDBUCH DER ANORGANISCHEN CHEMIE

TELLUR
ERGÄNZUNGSBAND B3
VERBINDUNGEN

1978

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

Main Series, 8th Edition

Tellur

Ergänzungsband

Teil B 3

Verbindungen mit Brom, Jod, Schwefel und Selen.
Komplexverbindungen

Mit 70 Figuren

HAUPTREDAKTEUR

(CHIEF EDITOR)

Gerhart Hantke

REDAKTEURE

(EDITORS)

Gerhart Hantke, Hiltrud Hein, Gerhard Kirschstein,

Dieter Koschel, Peter Merlet, Edith Schleitzer-Rust, Kurt Swars,
Brünnhilde v. Tschirschnitz-Geibler

WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITER
(AUTHORS)

Hubert Bitterer, Gerhart Hantke, Hiltrud Hein, Peter Kuhn,
Karl Rehfeld, Dietrich Schneider, Brünnhilde v. Tschirschnitz-
Geibler, Ursula Vetter

System-Nummer 11



Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York 1978

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 VIELEN FÄLLEN DARÜBER HINAUS

LITERATURE CLOSING DATE: UP TO END 1973
IN MANY CASES 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 3-540-93358-1 Springer-Verlag, Berlin · Heidelberg · New York
ISBN 0-387-93358-1 Springer-Verlag, New York · Heidelberg · Berlin

Die Wiedergebe 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 1978

LN-Druck Lübeck

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

Main Series, 8th Edition

Bisher erschienene Bände zu „Tellur“ (Syst.-Nr. 11)
Volumes published on “Tellurium” (Syst.-No. 11)

Tellur

Hauptband — 1940

Tellur Ergänzungsband B 1

Verbindungen mit Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff — 1976

Tellur Ergänzungsband B 2

Verbindungen mit Fluor und Chlor — 1977

Tellur Ergänzungsband B 3

Verbindungen mit Brom, Jod, Schwefel und Selen.
Komplexverbindungen — 1978

(vorliegender Band)

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 1978

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. Brejl (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. h. c. 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. Kirschtein, 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, Dr. N. Baumann, 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, R. Dowideit, Dipl.-Chem. A. Drechsler, Dipl.-Chem. M. Drößmar, I. Eifler, M. Engels, 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. W. Kästner, E.-M. Kaiser, Dipl.-Chem. W. Karl, H.-G. Karrenberg, Dipl.-Phys. H. Keller-Rudek, Dr. E. Koch, Dipl.-Chem. K. Koeber, H. Köppe, Dipl.-Chem. H. Kötzelwesch, R. Kolb, E. Kranz, L. Krause, Dipl.-Chem. I. Kreuzbichler, Dr. P. Kuhn, B. de Lamper, M.-L. Lenz, Dr. A. Leonard, Dipl.-Chem. H. List, H. Mathis, K. Mayer, 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. Velic, 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, 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

In den „Tellur“ Ergänzungsbänden Teil B werden Verbindungen des Tellurs beschrieben, wie sie sich der Gmelin-Systematik entsprechend ergeben. Im Band B 1 sind die Wasserstoff-, Sauerstoff- und Stickstoffverbindungen, im Band B 2 die Fluor- und Chlorverbindungen beschrieben. Die Brom- und Jodverbindungen sowie die Schwefel-, Selen- und Komplexverbindungen sind die Themen des vorliegenden Bandes B 3. Wie in den vorhergehenden Bänden sind jeweils auch die Alkaliverbindungen der behandelten Ionen oder Säuren berücksichtigt worden.

Die Brom- und Jodverbindungen des Tellurs zeigen die zu erwartende Analogie zu den Chlorverbindungen des Elementes sowohl hinsichtlich ihrer Existenz wie auch ihres Verhaltens. Daher nehmen die Tetrahalogenide des vierwertigen Tellurs TeBr_4 und TeJ_4 zusammen mit den Hexahalogenotelluraten(IV) den überwiegenden Raum in diesen Abschnitten ein. Von geringerem Umfang sind die Angaben über Te^{II} -Verbindungen und über Subhalogenide. Verbindungen des Te^{VI} sind sehr spärlich. Interesse haben hinsichtlich ihrer Struktur die gemischten Halogenotellurate(IV) gefunden, d. h. Verbindungen, die im Anion mehr als eins der Halogene enthalten.

Unter den Schwefelverbindungen treten neben Sulfiden Thioverbindungen auf, z. B. Thiotellurate verschiedener Oxidationsstufen, bei denen der Sauerstoff der Tellurate mehr oder weniger durch Schwefel ersetzt ist. Es sind auch Te-Verbindungen beschrieben, die Schwefel und Halogen enthalten, z. B. Derivate der Pentafluorooorthotellursäure.

Der Abschnitt „Tellur und Selen“ hat sein Schwergewicht bei der Beschreibung des Systems Te-Se. Die wenigen sonst noch in diesem Abschnitt behandelten Se-Verbindungen beschränken sich im wesentlichen auf einige Selenide und Selenotellurate, darunter auch Thioselenotellurate.

Unter der Überschrift „Komplexverbindungen des Tellurs“ erscheinen Tellurverbindungen der Oxidationsstufen Te^{II} , Te^{IV} und Te^{VI} , wobei im Gegensatz zu den bis dahin beschriebenen Verbindungsgruppen die Komplexe des Te^{II} weit überwiegen, während nur wenige Komplexe mit Te^{VI} bekannt sind. Als Liganden treten auf: Alkohole, Amine und hauptsächlich Thioverbindungen, z. B. Thioharnstoff und seine Derivate.

Preface

The Supplement Volumes "Tellur" B describe the compounds of tellurium. The compounds are arranged according to the Gmelin System. Volume B 1 covers the hydrogen, oxygen and nitrogen compounds; volume B 2 the fluorine and chlorine compounds. The present volume B 3 describes tellurium compounds with bromine, iodine, sulfur, and selenium. Complexes of tellurium are also included in volume B 3. As in earlier volumes the alkali metal salts are discussed with the corresponding acid or anion.

The existence and properties of the bromine and iodine compounds can be inferred by analogy with the tellurium-chlorine compounds. The bulk of the chapters on bromine and iodine is devoted to TeBr_4 , TeI_4 , and the hexahalogenotellurates(IV). Less is said about the Te^{II} compounds and subhalogenides. Only few Te^{VI} compounds occur. Mixed halogenotellurates(IV) do occur and particularly their structures are of interest.

In the chapter on sulfur compounds sulfides, thiotellurates (tellurates in various oxidation states with S and O) compounds of Te, S, and halogens are included. Examples of the latter are sulfur derivatives of pentafluoroorthotelluric acid.

The essence of the "tellurium and selenium" chapter is the Te-Se system. Other topics in the chapter are selenides, selenotellurates, and selenothiotellurates.

"Complex Compounds of Tellurium" contains the complexes of Te^{II} , Te^{IV} , and Te^{VI} . In contrast to the other Te compounds Te^{II} complexes are the most important. Very few Te^{VI} complexes are known. Key ligands are thiourea, derivatives of thiourea, other thio compounds, alcohols, and amines.

Frankfurt/Main, January 1978

Gerhart Hantke

Inhaltsverzeichnis

(Table of Contents see page VIII)

	Seite
6 Tellur und Brom	1
Übersicht	1
6.1 Das System Te-Br	1
6.2 Tellursubbromid Te_2Br	2
6.3 Tellurmonobromid TeBr	4
6.4 Tellur(II)-bromid TeBr_2	4
Allgemeines	4
6.4.1 Bildung, Darstellung	4
6.4.2 Molekül	5
6.4.3 Physikalische Eigenschaften	5
6.4.4 Chemisches Verhalten	6
6.5 Tellur(IV)-bromid TeBr_4	6
6.5.1 Bildung, Darstellung	6
6.5.2 Molekül	8
Molekülschwingungen, Kraftkonstanten	8
Kernquadrupol-Resonanzspektrum von ^{81}Br , Mössbauer-Effekt von ^{125}Te	8
6.5.3 Physikalische Eigenschaften	8
6.5.4 Chemisches Verhalten	10
Isotopenaustausch	10
Gegen Elementarteilchen	10
An der Luft, Beim Erhitzen	10
Gegen Elemente	10
Gegen anorganische Verbindungen	11
Stickstoff- und Halogenverbindungen	11
Schwefel- und Tellurverbindungen	11
Bor-, Kohlenstoff- und Phosphorverbindungen	12
Arsen- und Antimonverbindungen	12
Metallverbindungen	13
Gegen organische Verbindungen	14
6.5.5 Wäßrige und wäßrige Br^- -haltige Lösung von Tellur(IV)-bromid	15
6.5.6 Nichtwäßrige Lösungen von Tellur(IV)-bromid	16
In Benzol, Toluol, Nitrobenzol	16
In Alkoholen	16
In Acetonitril	17
In Dimethylformamid	17
In Dimethylsulfoxid	17
In weiteren Lösungsmitteln	18
6.6 Komplexe Ionen $[\text{TeBr}_n]^{(4-n)+}$ ($n = 1$ bis 6)	18
6.6.1 Bildung, Existenz	18
6.6.2 Stabilitätskonstanten	20

	Seite
6.6.3 Eigenschaften der Ionen	22
Tribromotellurat(IV)-Ion TeBr_3^+	22
Pentabromotellurat(IV)-Ion TeBr_5^-	22
Hexabromotellurat(IV)-Ion TeBr_6^{2-}	23
Struktur, Bindung	23
Kernquadrupolresonanz	23
Mössbauer-Spektrum	24
IR- und Raman-Spektrum	25
Spektrum im Sichtbaren und UV	27
Kraftkonstanten	28
Chemisches Verhalten	29
6.7 H_2TeBr_6	30
6.7.1 $\text{H}_2\text{TeBr}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (?)	30
6.8 Systeme TeBr_4 -Alkalibromide ($-\text{H}_2\text{O}$)	30
Das System TeBr_4 -LiBr- H_2O	30
Das System TeBr_4 -NaBr ($-\text{H}_2\text{O}$)	31
Das System TeBr_4 -KBr ($-\text{H}_2\text{O}$)	31
Das System TeBr_4 -RbBr ($-\text{H}_2\text{O}$)	32
Das System TeBr_4 -CsBr ($-\text{H}_2\text{O}$)	33
6.9 Alkalibromotellurate(IV)	34
6.9.1 Pentabromotellurate(IV)	34
6.9.2 Hexabromotellurate(IV)	35
$\text{Li}_2\text{TeBr}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	35
$\text{Na}_2\text{TeBr}_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	36
$\text{Na}_2\text{TeBr}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = [\text{Na}(\text{H}_2\text{O})_2]_2\text{TeBr}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	36
K_2TeBr_6	37
Darstellung	37
Physikalische Eigenschaften	37
Chemisches Verhalten	39
$(\text{NH}_4)_2\text{TeBr}_6$	40
Alkyl- und Arylammonium-hexabromotellurate(IV) sowie Hexabromotellurate(IV) heterocyclischer Stickstoffbasen	41
Rb_2TeBr_6	42
Cs_2TeBr_6	44
Systeme der Alkali-hexabromotellurate(IV)	46
Das System Rb_2TeBr_6 - K_2TeBr_6	46
Das System Cs_2TeBr_6 - K_2TeBr_6	46
Das System Cs_2TeBr_6 - Rb_2TeBr_6	46
Das System Cs_2TeBr_6 - Rb_2TeBr_6 -HBr- H_2O	46
Das System Cs_2TeBr_6 - Rb_2TeBr_6 - K_2TeBr_6	47
6.10 Das System TeBr_4 - TeO_2	47
6.11 Tellur(IV)-bromidoxide	48
TeBr_2O	48
$\text{Te}_6\text{Br}_2\text{O}_{11}$	48
6.12 Tellurbromidpentafluorid TeBrF_5	49
6.13 Bromderivate des TeF_5OH	49
6.14 Das System TeBr_4 - TeCl_4	49
6.15 Tellurdibromdichlorid TeBr_2Cl_2	49
6.16 Brom und Chlor enthaltende Ionen und ihre Salze	51
6.17 Das System TeBr_4 - TeCl_4 - TeO_2	51

7 Tellur und Jod	52
Übersicht	52
7.1 Das System Te-J	52
7.2 Tellursubjodide	53
Überblick	53
7.2.1 Bildung, Darstellung	54
7.2.2 Eigenschaften	55
Te_2J	55
Das Molekül TeJ	55
Physikalische Eigenschaften von $\alpha\text{-TeJ}$	55
Physikalische Eigenschaften von $\beta\text{-TeJ}$	57
7.3 Tellur(II)-jodid TeJ_2	58
7.4 Tellur(IV)-jodid TeJ_4	59
7.4.1 Bildung, Darstellung	59
7.4.2 Physikalische Eigenschaften	60
7.4.3 Chemisches Verhalten	61
An der Luft. Beim Erhitzen	61
Gegen Elemente	61
Gegen anorganische Verbindungen	62
Gegen organische Verbindungen	63
7.4.4 Wäßrige und wäßrige J^- -haltige Lösung von Tellur(IV)-jodid	63
7.4.5 Nichtwäßrige Lösungen von Tellur(IV)-jodid	64
7.5 Komplexe Ionen $[\text{TeJ}_n]^{(4-n)+}$	64
7.5.1 Monojodotellurat(IV)-Ion TeJ_3^+	64
7.5.2 Trijodotellurat(IV)-Ion TeJ_3^+	64
7.5.3 Pentajodotellurat(IV)-Ion TeJ_5^-	65
7.5.4 Hexajodotellurat(IV)-Ion TeJ_6^{2-}	65
7.5.5 Systeme TeJ_4 -Alkalijodide	68
Das System $\text{TeJ}_4\text{-LiJ}$	68
Das System $\text{TeJ}_4\text{-NaJ}$	68
Das System $\text{TeJ}_4\text{-KJ}$	68
Das System $\text{TeJ}_4\text{-RbJ}$	69
Das System $\text{TeJ}_4\text{-CsJ}$	69
7.6 Alkalijodotellurate(IV)	69
7.6.1 Pentajodotellurate(IV)	69
7.6.2 Hexajodotellurate(IV)	70
K_2TeJ_6	70
$(\text{NH}_4)_2\text{TeJ}_6$	71
Onium-hexajodotellurate(IV)	72
Rb_2TeJ_6	72
Cs_2TeJ_6	74
Systeme der Alkali-hexajodotellurate(IV)	75
Das System $\text{Rb}_2\text{TeJ}_6\text{-K}_2\text{TeJ}_6$	75
Das System $\text{Cs}_2\text{TeJ}_6\text{-K}_2\text{TeJ}_6$	75
Das System $\text{Cs}_2\text{TeJ}_6\text{-Rb}_2\text{TeJ}_6$	75
Das System $\text{Cs}_2\text{TeJ}_6\text{-Rb}_2\text{TeJ}_6\text{-HJ-H}_2\text{O}$	75
Das System $\text{Cs}_2\text{TeJ}_6\text{-Rb}_2\text{TeJ}_6\text{-K}_2\text{TeJ}_6$	76
7.7 Das System $\text{TeJ}_4\text{-TeO}_2$	76

7.8 Tellurjodate	77
7.9 Tellurpentafluoridjodid TeF_5J	77
7.10 Jodderivate des TeF_5OH	77
7.11 Das System $\text{TeJ}_4\text{-TeCl}_4$	78
7.12 Tellur(IV)-dichloriddijodid TeCl_2J_2	78
7.13 Das System $\text{TeJ}_4\text{-TeCl}_4\text{-TeO}_2$	78
7.14 Das Chlorojodotellurat(IV)-Ion $\text{TeCl}_4\text{J}_2^{2-}$ und seine Salze	79
7.15 Das System $\text{TeJ}_4\text{-TeBr}_4$	79
7.16 Tellursub(bromidjodide) $\text{Te}_2\text{Br}_{1-x}\text{J}_x$	79
7.17 Tellur(IV)-dibromiddijodid TeBr_2J_2	80
7.18 Bromojodotellurat(IV)-Ionen und deren Salze	80
7.19 Das System $\text{TeJ}_4\text{-TeBr}_4\text{-TeCl}_4$	80
7.20 Gemischte Halogenotellurat(IV)-Ionen	81
7.20.1 Trikoordinierte Halogenokationen des Te^{IV} : TeBr_2Cl^+ und TeBr_2J^+	81
7.20.2 Pentakoordinierte Bromochlorotellurat(IV)-Anionen	81
7.20.3 Hexakoordinierte gemischte Halogeno-Anionen des Te^{IV}	83
7.21 Verbindungen der gemischten Halogenotellurat(IV)-Ionen	86
7.21.1 Salze der pentakoordinierten Bromochlorotellurat(IV)-Anionen	86
7.21.2 Salze der hexakoordinierten gemischten Halogeno-Anionen des Te^{IV}	86
8 Tellur und Schwefel	88
Übersicht	88
8.1 Tellursulfide und Te-S-Mischkristalle	88
Tellurmonosulfid TeS	88
Te_7S_{10}	89
TeS_2	89
TeS_3	90
TeS_7	90
8.2 Thiotellurate(IV)	91
Das Ion TeS_3^{2-}	91
Natriumthiotellurat(IV) Na_2TeS_3 und $\text{Na}_2\text{TeS}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	91
Kaliumthiotellurat(IV) K_2TeS_3	92
Ammoniumthiotellurat(IV) $(\text{NH}_4)_2\text{TeS}_3$ und $(\text{NH}_4)_2\text{TeS}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	93
8.3 Tetrathiotellurate	93
Das Ion TeS_4^{2-}	93
Natriumthiotellurat(VI) Na_2TeS_4	93
K_3TeS_4	94
Rb_3TeS_4	94
8.4 Tellur-Schwefel-Sauerstoffverbindungen	94
8.4.1 Tellurschwefeltrioxid TeSO_3	94
8.4.2 $\text{Te}_2\text{S}_3\text{O}_{10}$	95
8.4.3 $\text{Te}_4\text{S}_3\text{O}_{10}$	95
8.4.4 Lösungen von Tellur in $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$, H_2SO_4 oder HSO_3F	96
8.4.5 Ditetlurilsulfat $[\text{Te}_2\text{O}_3]\text{SO}_4$	97

8.4.6	Dithiotellurige Säure $\text{H}_2\text{TeS}_2\text{O}$ und die Ionen $\text{TeS}_2\text{O}^{2-}$ und HTeS_2O^-	98
8.4.7	Natriumtellurosulfat Na_2TeSO_3	98
8.4.8	Das Monotelluropentathionat-Ion $\text{Te}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{2-}$	98
8.4.9	Alkalimonotelluropentathionate	99
	Natriummonotelluropentathionat-Dihydrat $\text{Na}_2\text{Te}(\text{S}_2\text{O}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	99
	Kaliummonotelluropentathionat $\text{K}_2\text{Te}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$	99
	Ammoniummonotelluropentathionat $(\text{NH}_4)_2\text{Te}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$	100
	Rubidiummonotelluropentathionat-1.5Hydrat $\text{Rb}_2\text{Te}(\text{S}_2\text{O}_3)_2 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$	101
	Caesiummonotelluropentathionat-1.5Hydrat $\text{Cs}_2\text{Te}(\text{S}_2\text{O}_3)_2 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$	102
8.4.10	$\text{H}_2[\text{Te}(\text{HSO}_4)_6]$	102
8.4.11	K_2TeO_4 - K_2SO_4 -Mischkristalle	102
8.5	Tellur-Schwefel-Halogenverbindungen	102
8.5.1	Fluorverbindungen	102
	TeSO_3F	102
	$\text{Te}_4(\text{SO}_3\text{F})_2$	103
	(F_5TeO)-Verbindungen	103
	Pentafluortellur-fluorosulfat $\text{F}_5\text{TeOSO}_2\text{F}$	103
	Bispentafluortellur-sulfat $(\text{F}_5\text{TeO})_2\text{SO}_2$	104
	Pentafluortellur-schwefelsäure $\text{F}_5\text{TeOSO}_3\text{H}$	105
8.5.2	Chlorverbindungen	106
	TeCl_2S_7	106
	$\text{Cl}_3\text{TeOSO}_2\text{Cl}$	106
	$(\text{NH}_4)_2[\text{Te}(\text{SO})_2\text{Cl}_4]$	107
	$\text{Cl}_3\text{TeOSO}_2\text{F}$	107
	$\text{F}_5\text{TeOSO}_2\text{Cl}$	107
8.5.3	Bromverbindungen	108
	TeBr_2S	108
	$\text{TeBr}_2\text{O} \cdot 2\text{SO}_3$	108
9	Tellur und Selen	109
	Überblick	109
9.1	Das System Te-Se	109
9.1.1	Diffusion	109
9.1.2	Zustandsdiagramm	110
9.1.3	Darstellung	111
9.1.4	Kristallwachstum	113
9.1.5	Kristallographische Eigenschaften	113
	Spaltbarkeit	114
	Glasbildung	114
	Kristallisation	115
	Struktur der Schmelze	116
	Struktur des Dampfes	116
	Bindung	117
	Mössbauer-Daten	118
9.1.6	Mechanische Eigenschaften	119
	Dichte	119
	Härte	120
	Elastische Moduln	120
	Kompressibilität	121
	Oberflächenspannung	121
	Innere Reibung	122

	Seite
9.1.7 Thermische Eigenschaften	123
Schmelzpunkt, Schmelzenthalpie	123
Dampfdruck	123
Aktivität	125
Thermodynamische Daten der Bildung	125
Spezifische Wärme	126
Wärmeleitfähigkeit	126
9.2 Tellurselenide	128
Tellurmonoselenid TeSe	128
Weitere Tellurselenide	130
9.3 Das TeSe_2^{2-}-Ion und $\text{Na}_2\text{TeSe} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	130
9.4 Das TeSe_3^{2-}-Ion und $\text{Na}_2\text{TeSe}_3 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$	130
9.5 Die Ionen $\text{Te}_2\text{Se}_8^{2+}$, $\text{Te}_3\text{Se}_7^{2+}$ und $\text{Te}_4\text{Se}_6^{2+}$	131
9.6 $\text{TeSeO}_3(?)$	131
9.7 $\text{F}_5\text{TeOXeOF}_5$	131
9.8 Das System TeCl_4-SeCl_4	131
9.9 Tellur-Selen-Schwefelverbindungen	132
Die Ionen TeSSe_2^{2-} und $\text{TeS}_2\text{Se}^{2-}$	132
$\text{Na}_2\text{TeS}_{0,7}\text{Se}_{2,4} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ und $\text{Na}_2\text{TeS}_{1,4}\text{Se}_{1,8} \cdot \text{H}_2\text{O}$	132
10 Komplexverbindungen des Tellurs	133
10.1 Tellur(II)-Verbindungen	133
10.1.1 Komplexe mit Alkoholen und Stickstoffbasen	133
10.1.2 Komplexe mit Mercaptoessigsäure und 3-Mercaptopropionsäure	134
10.1.3 Komplexe mit Alkylxanthogensäuren	134
10.1.4 Komplexe mit N, N-Dialkyldithiocarbamidsäuren	137
10.1.5 Komplexe mit Piperidin-1-dithiocarbonsäure und Morpholin-4-dithiocarbonsäure	139
10.1.6 Komplexe mit Thioharnstoff	139
10.1.7 Komplexe mit N, N, N', N'-Tetramethylthioharnstoff	147
10.1.8 Komplex mit Phenylthioharnstoff	151
10.1.9 Komplex mit N, N'-Diphenylthioharnstoff	151
10.1.10 Komplexe mit Äthylthioharnstoff	151
10.1.11 Komplexe mit Propylthioharnstoff	159
10.1.12 Komplexe mit Selenoharnstoff	162
10.1.13 Komplexe mit Dialkyldithiophosphinsäuren	162
10.1.14 Komplex mit Diäthylthioselenophosphinsäure	163
10.1.15 Komplex mit Diäthyldiselenophosphinsäure	164
10.1.16 Komplexe mit Dialkyldithiophosphorsäuren	164
10.2 Tellur(IV)-Verbindungen	165
10.2.1 Komplexe mit sauerstoffhaltigen organischen Liganden	165
10.2.2 Komplexe mit Ammoniak	166
10.2.3 Komplexe mit primären Aminen	166
10.2.4 Komplexe mit sekundären Aminen	167
10.2.5 Komplexe mit tertiären Aminen	168

10.2.6	Komplexe mit Diaminen.	168
10.2.7	Komplexe mit Pyridin.	169
10.2.8	Komplexe mit Pyridin-N-oxid und 2,6-Dimethyl-pyridin-N-oxid	171
10.2.9	Komplexe mit weiteren Pyridinderivaten	171
10.2.10	Komplexe mit weiteren N-Heterocyclen	172
10.2.11	Komplexe mit Schiffschen Basen.	172
10.2.12	Komplexe mit Säureamiden und Derivaten	174
10.2.13	Komplexe mit Acetonitril	175
10.2.14	Komplexe mit Dialkylsulfiden	175
10.2.15	Komplexe mit Dialkylsulfoxiden	176
10.2.16	Komplex mit N,N-Diäthylthiocarbamidsäure	177
10.2.17	Komplex mit Morpholin-4-dithiocarbonsäure	178
10.2.18	Komplexe mit Thioharnstoff.	179
10.2.19	Komplexe mit N,N,N',N'-Tetramethylthioharnstoff	180
10.2.20	Komplexe mit weiteren Liganden.	182
10.3	Tellur(VI)-Verbindungen.	183

Table of Contents

(Inhaltsverzeichnis s. S. I)

	Page
6 Tellurium and Bromine	1
Review	1
6.1 The Te-Br System	1
6.2 Tellurium Subbromide Te_2Br	2
6.3 Tellurium Monobromide TeBr	4
6.4 Tellurium(II) Bromide TeBr_2	4
General	4
6.4.1 Formation. Preparation	4
6.4.2 The Molecule	5
6.4.3 Physical Properties	5
6.4.4 Chemical Reactions	6
6.5 Tellurium(IV) Bromide TeBr_4	6
6.5.1 Formation. Preparation	6
6.5.2 The Molecule	8
Molecular Vibrations. Force Constants	8
Nuclear Quadrupole Resonance Spectrum of ^{81}Br . Mössbauer Effect of ^{125}Te	8
6.5.3 Physical Properties	8
6.5.4 Chemical Reactions	10
Isotopic Exchange	10
With Elementary Particles	10
In the Air. On Heating	10
With Elements	10
With Inorganic Compounds	11
Nitrogen and Halogen Compounds	11
Sulfur and Tellurium Compounds	11
Boron, Carbon, and Phosphorus Compounds	12
Arsenic and Antimony Compounds	12
Metal Compounds	13
With Organic Compounds	14
6.5.5 Aqueous and Aqueous Br^- -containing Solution of Tellurium(IV) Bromide	15
6.5.6 Nonaqueous Solutions of Tellurium(IV) Bromide	16
In Benzene, Toluene, Nitrobenzene	16
In Alcohols	16
In Acetonitrile	17
In Dimethylformamide	17
In Dimethyl Sulfoxide	17
In Other Solvents	18
6.6 $[\text{TeBr}_n]^{(4-n)+}$ Ions	18
6.6.1 Formation. Existence	18
6.6.2 Stability Constants	20