

LANDOLT-BÖRNSTEIN

Zahlenwerte und Funktionen
aus Naturwissenschaften und Technik

Neue Serie

Gesamtherausgabe: K.-H. Hellwege

Gruppe III: Kristall- und Festkörperphysik

Band 7

Kristallstrukturdaten anorganischer Verbindungen

Wolfgang Pies · Alarich Weiss

Teil b

Schlüsselemente O, S, Se, Te

b3: Schlüsselemente S, Se, Te

Herausgeber: K.-H. Hellwege und A.M. Hellwege



Springer-Verlag Berlin · Heidelberg · New York 1982

Kristallstrukturdaten anorganischer Verbindungen

Teil b

Schlüsselemente: O, S, Se, Te

b3: Schlüsselemente S, Se, Te (Substanznummern b2805...b4841)

Wolfgang Pies¹⁾ und Alarich Weiss

Institut für Physikalische Chemie, Physikalische Chemie III, Technische Hochschule Darmstadt

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	XIII
1 Abgrenzung des Gebietes	XIII
2 Anordnung der Substanzen	XIII
Übersicht: Aufteilung der Verbindungen auf die Teilbände III/7a-III/7h	XIV
3 Auswahl und Anordnung der einzelnen Angaben in den Tabellen	XVII
3.1 Auswahl der Angaben	XVII
3.2 Anordnung der Angaben	XVIII
3.3 Erfaßte Literatur	XXIII
4 Literatur zur Einleitung	XXV
5 Liste der Raumgruppensymbole für verschiedene Aufstellungen	<i>Siehe Band III/7a, Seite XXIV</i>
6 Liste der Symbole und Abkürzungen	XXVI

Tabellen

IV Verbindungen mit dem Schlüsselement Schwefel	1
IV.1 Sulfide ²⁾ ³⁾	1
IV.1.1 Einfache und komplexe Sulfide einschließlich der Polysulfide	1
IV.1.1.1 Einfache und komplexe Sulfide ohne H ₂ O, NH ₃ ,	1
IV.1.1.2 Einfache und komplexe Sulfide mit H ₂ O, NH ₃ ,	20
IV.1.2 Wasserfreie Sulfide mit weiteren Anionen	23
IV.1.2.1 Sulfide mit F [⊖] als weiterem Anion	23
IV.1.2.2 Sulfide mit Cl [⊖] als weiterem Anion	27
IV.1.2.3 Sulfide mit Br [⊖] als weiterem Anion	31
IV.1.2.4 Sulfide mit J [⊖] als weiterem Anion	38
IV.1.2.5 Sulfide mit Halogenometallat-Anionen	47
IV.1.2.6 Sulfide mit O ^{2⊖} als weiterem Anion	48
IV.1.2.7 Sulfide mit OH [⊖] , ClO ₄ [⊖] , ... als weiteren Anionen	62
IV.1.3 Sulfide mit weiteren Anionen und H ₂ O, NH ₃ ,	63
IV.2 Trioxosulfate(IV) (Sulfite)	64
IV.2.1 Wasserfreie Sulfite	64
IV.2.2 Sulfite mit H ₂ O, NH ₃ ,	66
IV.2.3 Sulfite mit weiteren Anionen (ohne/mit H ₂ O, NH ₃ , ...).	71

¹⁾ Neue Adresse: BASF, Ammoniaklaboratorium, Ludwigshafen.

²⁾ Soweit sie F, Cl, Br, J, O, N oder P enthalten und nicht als organische Verbindungen im Sinn von Band III/5 gelten.

³⁾ Teilweise ergeben sich Überschneidungen mit den Kapiteln „Sonstige Stickstoffverbindungen (insbesondere ringförmige S-N-Verbindungen)“ [Kap. VI. 4, Band III/7c1], „Phosphide mit Schwefel (Thiophosphide)“ [Kap. VII.1.2.2.2, Band III/7c2], „Thiophosphate“ [Kap. VII.3.4.2.1, Band III/7c2] und „Ringförmige Verbindungen mit P, N, S, Halogen, ...“ [Kap. VII.3.5, Band III/7c2].

Inhaltsverzeichnis

IV.3	Tetraoxosulfate(VI) (Sulfate)	72
IV.3.1	Wasserfreie Sulfate	72
IV.3.2	Sulfate mit H_2O , NH_3 ,	145
IV.3.2.1	Sulfate mit H_2O	145
IV.3.2.2	Sulfate mit NH_3 , N_2H_4 ,	224
IV.3.3	Wasserfreie Sulfate mit weiteren Anionen	225
IV.3.3.1	Sulfate mit $\text{F}^\ominus$, $\text{Cl}^\ominus$, $\text{Br}^\ominus$, $\text{J}^\ominus$ als weiteren Anionen	225
IV.3.3.2	Sulfate mit $\text{O}^{2\ominus}$ als weiterem Anion	229
IV.3.3.3	Sulfate mit $\text{OH}^\ominus$ als weiterem Anion	239
IV.3.3.4	Sulfate mit $\text{OH}^\ominus$ und $\text{O}^{2\ominus}$ als weiteren Anionen	248
IV.3.3.5	Sulfate mit sonstigen Anionen ($\text{BrO}_3^\ominus$, $\text{JO}_3^\ominus$, ...)	249
IV.3.4	Sulfate mit weiteren Anionen und H_2O , NH_3 ,	250
IV.3.4.1	Sulfate mit $\text{F}^\ominus$, $\text{Cl}^\ominus$, ... und H_2O	250
IV.3.4.2	Sulfate mit $\text{O}^{2\ominus}$ als weiterem Anion und H_2O	251
IV.3.4.3	Sulfate mit $\text{OH}^\ominus$ als weiterem Anion und H_2O	256
IV.3.4.4	Sulfate mit $\text{OH}^\ominus$ und $\text{F}^\ominus$, $\text{Cl}^\ominus$, ... als weiteren Anionen und H_2O	272
IV.3.4.5	Sulfate mit $\text{F}^\ominus$, $\text{Cl}^\ominus$, ... $\text{O}^{2\ominus}$, ... als weiteren Anionen und H_2O , NH_3	276
IV.4	Sonstige Oxoverbindungen des Schwefels.	279
IV.4.1	Sulfoxylate R_2SO_2	279
IV.4.2	Dithionite $\text{Me}_n[\text{S}_2\text{O}_4]^{2\ominus}$	280
IV.4.3	Dithionate $\text{Me}_n[\text{S}_2\text{O}_6]^{2\ominus}$	280
IV.4.3.1	Wasserfreie Dithionate	280
IV.4.3.2	Dithionate mit H_2O , NH_3 ,	282
IV.4.3.3	Sonstige Dithionate	284
IV.4.4	Polythionate $\text{Me}_n[\text{S}_x\text{O}_6]^{2\ominus}$ ($x \geq 3$)	285
IV.4.4.1	Wasserfreie Polythionate	285
IV.4.4.2	Polythionate mit H_2O	287
IV.4.5	Disulfite $\text{Me}_n[\text{S}_2\text{O}_5]^{2\ominus}$	289
IV.4.6	Disulfate $\text{Me}_n[\text{S}_2\text{O}_7]^{2\ominus}$ und Polysulfate $\text{Me}_n[\text{S}_{1+n}\text{O}_{4+3n}]^{2\ominus}$	290
IV.4.7	Peroxomonosulfate $\text{Me}_n[\text{SO}_5]^{2\ominus}$	292
IV.4.8	Peroxodisulfate $\text{Me}_n[\text{S}_2\text{O}_8]^{2\ominus}$	292
IV.4.9	Halogenosulfate $\text{Me}_n[\text{SO}_3\text{X}]^\ominus$	293
IV.4.9.1	Fluorosulfate	293
IV.4.9.2	Chlorosulfate	295
IV.4.10	Thiosulfate $\text{Me}_n[\text{S}_2\text{O}_3]^{2\ominus}$	295
IV.4.10.1	Wasserfreie Thiosulfate	295
IV.4.10.2	Einfache Thiosulfate mit H_2O	296
IV.4.10.3	Komplexe Thiosulfate mit H_2O , NH_3 ,	299
IV.4.10.4	Thiosulfate mit weiteren Anionen (ohne/mit H_2O)	300
IV.4.11	Oxoverbindungen des Schwefels mit S – N-Bindungen	302
IV.4.11.1	Nitridosulfate $[\text{NSO}_x]^{n\ominus}$	302
IV.4.11.2	Imidosulfate $[\text{HN}(\text{SO}_3)_2]^{2\ominus}$	302
IV.4.11.3	Amidosulfate $[\text{H}_2\text{NSO}_3]^\ominus$	303
IV.4.11.4	Hydroxylamidosulfate $[\text{H}_2\text{NOSO}_3]^\ominus$	305
IV.4.11.5	Nitrososulfite	306
V	Verbindungen mit den Schlüsselementen Selen und Tellur.	308
V.1	Selenide ²⁾ und Oxoverbindungen des Selen	308
V.1.1	Selenide ²⁾	308
V.1.1.1	Einfache und komplexe Selenide (ohne H_2O , NH_3)	308
V.1.1.2	Selenide mit H_2O , NH_3 ,	312
V.1.1.3	Selenide mit weiteren Anionen	313

Inhaltsverzeichnis

V.1.1.3.1 Selenide mit $F^{\ominus}$ als weiterem Anion	313
V.1.1.3.2 Selenide mit $Cl^{\ominus}$, $Br^{\ominus}$ oder $J^{\ominus}$ als weiterem Anion	317
V.1.1.3.3 Selenide mit $O^{2\ominus}$ als weiterem Anion (Oxidselenide).	322
V.1.1.3.4 Selenide mit $S^{2\ominus}$ als weiterem Anion	326
V.1.2 Trioxoselenate(IV) (Selenite)	327
V.1.2.1 Wasserfreie Selenite	327
V.1.2.2 Selenite mit H_2O	335
V.1.2.3 Selenite mit weiteren Anionen (ohne/mit H_2O)	338
V.1.3 Tetraoxoselenate(VI) (Selenate)	340
V.1.3.1 Wasserfreie Selenate	340
V.1.3.2 Selenate mit H_2O	350
V.1.3.3 Selenate mit NH_3	361
V.1.3.4 Wasserfreie Selenate mit weiteren Anionen	362
V.1.3.5 Selenate mit weiteren Anionen und H_2O , NH_3 ,	364
V.1.4 Sonstige Oxoverbindungen des Selen	365
V.1.4.1 Diselenite $Me_n[Se_2O_5]^{2\ominus}$	365
V.1.4.2 Selenotrithionate $Me_n[Se(SO_3)_2]^{2\ominus}$ und Selenopentathionate $Me_n[Se(S_2O_3)_2]^{2\ominus}$	367
V.1.4.3 Halogenooxoselenate	369
V.1.4.4 Nitridoselenate	369
V.1.5 Halogenoselenate mit SO-Gruppe als Ligand	370
V.2 Telluride ²⁾ und Oxoverbindungen des Tellurs	370
V.2.1 Telluride ²⁾	370
V.2.1.1 Einfache Telluride (ohne/mit H_2O)	370
V.2.1.2 Telluride mit weiteren Anionen.	370
V.2.1.2.1 Telluride mit $F^{\ominus}$ als weiterem Anion	370
V.2.1.2.2 Telluride mit $Cl^{\ominus}$ als weiterem Anion	371
V.2.1.2.3 Telluride mit $Br^{\ominus}$ als weiterem Anion	372
V.2.1.2.4 Telluride mit $J^{\ominus}$ als weiterem Anion	374
V.2.1.2.5 Telluride mit $O^{2\ominus}$ als weiterem Anion.	376
V.2.1.2.6 Telluride mit sonstigen Anionen	379
V.2.2 Oxoverbindungen des Tellurs	380
V.2.2.1 Oxoverbindungen des Te(IV).	380
V.2.2.1.1 Wasserfreie Oxoverbindungen des Te(IV)	380
V.2.2.1.2 Oxoverbindungen des Te(IV) mit H_2O , NH_3	398
V.2.2.1.3 Oxoverbindungen des Te(IV) mit $F^{\ominus}$, $Cl^{\ominus}$, ... $O^{2\ominus}$, ... als weiteren Anionen (ohne/mit H_2O)	400
V.2.2.2 Oxoverbindungen mit Te(IV, VI)	403
V.2.2.3 Oxoverbindungen des Te(VI).	404
V.2.2.3.1 Wasserfreie Oxoverbindungen des Te(VI)	404
V.2.2.3.2 Oxoverbindungen des Te(VI) mit H_2O	430
V.2.2.3.3 Hydroxo- und Oxohydroxoverbindungen des Te(VI)	430
V.2.2.4 Sonstige Oxoverbindungen des Tellurs.	432
V.2.2.4.1 Telluropentathionate $Me_n[Te(S_2O_3)_2]^{2\ominus}$	432
V.2.2.4.2 Halogenooxotellurate.	433
V.2.2.5 Halogenotellurate mit SO-Gruppe als Ligand.	435
V.2.2.6 Thiotellurate ²⁾	435
Literaturverzeichnis für III/7	Teilband III/7g
Gesamtinhaltsverzeichnis des Bandes III/7	Teilband III/7h
Alphabetisches Formelverzeichnis	Teilband III/7h
Alphabetisches Mineralnamenverzeichnis	Teilband III/7h

Crystal structure data of inorganic compounds

Part b

Key elements: O, S, Se, Te

b3: Key elements S, Se, Te (Substance numbers b2805...b4841)

Wolfgang Pies¹⁾ and Alarich Weiss

Institut für Physikalische Chemie, Physikalische Chemie III, Technische Hochschule Darmstadt

Table of contents

Introduction	XIII
1 Subject matter	XIII
2 Arrangement of the substances	XIII
Survey: Distribution of substances within subvolumes III/7 a–III/7 h	XIV
3 Selection and arrangement of information in the tables	XVII
3.1 Selection of information	XVII
3.2 Arrangement of information	XVIII
3.3 References sources	XXIII
4 References used in the introduction	XXV
5 List of space-group symbols for various settings	<i>See volume III/7 a, page XXIV</i>
6 List of symbols and abbreviations	XXVI

Tables

IV Compounds with the key element sulfur	1
IV.1 Sulfides ²⁾ ³⁾	1
IV.1.1 Simple and complex sulfides including polysulfides	1
IV.1.1.1 Simple and complex sulfides without H ₂ O, NH ₃ ,	1
IV.1.1.2 Simple and complex sulfides with H ₂ O, NH ₃ ,	20
IV.1.2 Anhydrous sulfides with additional anions	23
IV.1.2.1 Sulfides with F [⊖] as additional anion	23
IV.1.2.2 Sulfides with Cl [⊖] as additional anion	27
IV.1.2.3 Sulfides with Br [⊖] as additional anion	31
IV.1.2.4 Sulfides with I [⊖] as additional anion	38
IV.1.2.5 Sulfides with halogenometallate anions	47
IV.1.2.6 Sulfides with O ^{2⊖} as additional anion	48
IV.1.2.7 Sulfides with OH [⊖] , ClO ₄ [⊖] , ... as additional anions	62
IV.1.3 Sulfides with additional anions and H ₂ O, NH ₃ ,	63
IV.2 Trioxosulfates(IV) (sulfites)	64
IV.2.1 Anhydrous sulfites	64
IV.2.2 Sulfites with H ₂ O, NH ₃ ,	66
IV.2.3 Sulfites with additional anions (without/with H ₂ O, NH ₃ , ...)	71

¹⁾ New address: BASF, Ammoniaklaboratorium, Ludwigshafen.

²⁾ As far as they contain F, Cl, Br, I, O, N, and/or P, and as they cannot be termed "organic" in the sense of volume III/5.

³⁾ In certain cases, the chapters exhibit some degree of overlap, for example: "Further nitrogen compounds (in particular cyclic sulfur-nitrogen compounds)" [Chap. VI.4, Vol. III/7c1], "Phosphides with sulfur (thiophosphides)" [Chap. VII.1.2.2.2, Vol. III/7c2], "Thiophosphates" [Chap. VII.3.4.2.1, Vol. III/7c2] and "Cyclic compounds with P, N, S, halogen, ..." [Chap. VII.3.5, Vol. III/7c2].

Table of contents

IV.3	Tetraoxosulfates(VI) (sulfates)	72
IV.3.1	Anhydrous sulfates	72
IV.3.2	Sulfates with H_2O , NH_3 , ...	145
IV.3.2.1	Sulfates with H_2O	145
IV.3.2.2	Sulfates with NH_3 , N_2H_4 , ...	224
IV.3.3	Anhydrous sulfates with additional anions	225
IV.3.3.1	Sulfates with $\text{F}^\ominus$, $\text{Cl}^\ominus$, $\text{Br}^\ominus$, $\text{I}^\ominus$ as additional anions	225
IV.3.3.2	Sulfates with $\text{O}^{2\ominus}$ as additional anion	229
IV.3.3.3	Sulfates with $\text{OH}^\ominus$ as additional anion	239
IV.3.3.4	Sulfates with $\text{OH}^\ominus$ and $\text{O}^{2\ominus}$ as additional anions	248
IV.3.3.5	Sulfates with further anions ($\text{BrO}_3^\ominus$, $\text{IO}_3^\ominus$, ...)	249
IV.3.4	Sulfates with additional anions and H_2O , NH_3 , ...	250
IV.3.4.1	Sulfates with $\text{F}^\ominus$, $\text{Cl}^\ominus$, ... and H_2O	250
IV.3.4.2	Sulfates with $\text{O}^{2\ominus}$ as additional anion and H_2O	251
IV.3.4.3	Sulfates with $\text{OH}^\ominus$ as additional anion and H_2O	256
IV.3.4.4	Sulfates with $\text{OH}^\ominus$ and $\text{F}^\ominus$, $\text{Cl}^\ominus$, ... as additional anions, and H_2O	272
IV.3.4.5	Sulfates with $\text{F}^\ominus$, $\text{Cl}^\ominus$, ... $\text{O}^{2\ominus}$, ... as additional anions and H_2O , NH_3	276
IV.4	Further oxo-compounds of sulfur	279
IV.4.1	Sulfoxylates R_2SO_2	279
IV.4.2	Dithionites $\text{Me}_n[\text{S}_2\text{O}_4]^{2\ominus}$	280
IV.4.3	Dithionates $\text{Me}_n[\text{S}_2\text{O}_6]^{2\ominus}$	280
IV.4.3.1	Anhydrous dithionates	280
IV.4.3.2	Dithionates with H_2O , NH_3 , ...	282
IV.4.3.3	Further dithionates	284
IV.4.4	Polythionates $\text{Me}_n[\text{S}_x\text{O}_6]^{2\ominus}$ ($x \geq 3$)	285
IV.4.4.1	Anhydrous polythionates	285
IV.4.4.2	Polythionates with H_2O	287
IV.4.5	Disulfites $\text{Me}_n[\text{S}_2\text{O}_5]^{2\ominus}$	289
IV.4.6	Disulfates $\text{Me}_n[\text{S}_2\text{O}_7]^{2\ominus}$ and polysulfates $\text{Me}_n[\text{S}_{1+n}\text{O}_{4+3n}]^{2\ominus}$	290
IV.4.7	Peroxomonosulfates $\text{Me}_n[\text{SO}_5]^{2\ominus}$	292
IV.4.8	Peroxodisulfates $\text{Me}_n[\text{S}_2\text{O}_8]^{2\ominus}$	292
IV.4.9	Halogenosulfates $\text{Me}_n[\text{SO}_3\text{X}]^\ominus$	293
IV.4.9.1	Fluorosulfates	293
IV.4.9.2	Chlorosulfates	295
IV.4.10	Thiosulfates $\text{Me}_n[\text{S}_2\text{O}_3]^{2\ominus}$	295
IV.4.10.1	Anhydrous thiosulfates	295
IV.4.10.2	Simple thiosulfates with H_2O	296
IV.4.10.3	Complex thiosulfates with H_2O , NH_3 , ...	299
IV.4.10.4	Thiosulfates with additional anions (without/with H_2O)	300
IV.4.11	Oxo-compounds of sulfur with S – N-bondings	302
IV.4.11.1	Nitridosulfates $[\text{NSO}_x]^{n\ominus}$	302
IV.4.11.2	Imidosulfates $[\text{HN}(\text{SO}_3)_2]^{2\ominus}$	302
IV.4.11.3	Amidosulfates $[\text{H}_2\text{NSO}_3]^\ominus$	303
IV.4.11.4	Hydroxylamidodisulfates $[\text{H}_2\text{NOSO}_3]^\ominus$	305
IV.4.11.5	Nitrososulfites	306
V	Compounds with the key elements selenium and tellurium	308
V.1	Selenides ²⁾ and oxo-compounds of selenium	308
V.1.1	Selenides ²⁾	308
V.1.1.1	Simple and complex selenides (without H_2O , NH_3)	308
V.1.1.2	Selenides with H_2O , NH_3 , ...	312
V.1.1.3	Selenides with additional anions	313

Table of contents

V.1.1.3.1	Selenides with $F^{\ominus}$ as additional anion	313
V.1.1.3.2	Selenides with $Cl^{\ominus}$, $Br^{\ominus}$ or $I^{\ominus}$ as additional anion.	317
V.1.1.3.3	Selenides with $O^{2\ominus}$ as additional anion (oxide selenides)	322
V.1.1.3.4	Selenides with $S^{2\ominus}$ as additional anion	326
V.1.2	Trioxoselenates(IV) (Selenites)	327
V.1.2.1	Anhydrous selenites	327
V.1.2.2	Selenites with H_2O	335
V.1.2.3	Selenites with additional anions (without/with H_2O).	338
V.1.3	Tetraoxoselenates(VI) (Selenates)	340
V.1.3.1	Anhydrous selenates	340
V.1.3.2	Selenates with H_2O	350
V.1.3.3	Selenates with NH_3	361
V.1.3.4	Anhydrous selenates with additional anions	362
V.1.3.5	Selenates with additional anions and H_2O , NH_3 ,	364
V.1.4	Further oxo-compounds of selenium	365
V.1.4.1	Diselenites $Me_n[Se_2O_5]^{2\ominus}$	365
V.1.4.2	Selenotritrichionates $Me_n[Se(SO_3)_2]^{2\ominus}$ and selenopentathionates $Me_n[Se(S_2O_3)_2]^{2\ominus}$	367
V.1.4.3	Halogenooxoselenates	369
V.1.4.4	Nitridoselenates	369
V.1.5	Halogenoselenates with SO-group as ligand	370
V.2	Tellurides ²⁾ and oxo-compounds of tellurium.	370
V.2.1	Tellurides ²⁾	370
V.2.1.1	Simple tellurides (without/with H_2O)	370
V.2.1.2	Tellurides with additional anions	370
V.2.1.2.1	Tellurides with $F^{\ominus}$ as additional anion	370
V.2.1.2.2	Tellurides with $Cl^{\ominus}$ as additional anion	371
V.2.1.2.3	Tellurides with $Br^{\ominus}$ as additional anion	372
V.2.1.2.4	Tellurides with $I^{\ominus}$ as additional anion.	374
V.2.1.2.5	Tellurides with $O^{2\ominus}$ as additional anion	376
V.2.1.2.6	Tellurides with further anions	379
V.2.2	Oxo-compounds of tellurium	380
V.2.2.1	Oxo-compounds of Te(IV).	380
V.2.2.1.1	Anhydrous oxo-compounds of Te(IV).	380
V.2.2.1.2	Oxo-compounds of Te(IV) with H_2O , NH_3	398
V.2.2.1.3	Oxo-compounds of Te(IV) with $F^{\ominus}$, $Cl^{\ominus}$, ... $O^{2\ominus}$, ... as additional anions (without/with H_2O).	400
V.2.2.2	Oxo-compounds with Te(IV, VI)	403
V.2.2.3	Oxo-compounds of Te(VI).	404
V.2.2.3.1	Anhydrous oxo-compounds of Te(VI).	404
V.2.2.3.2	Oxo-compounds of Te(VI) with H_2O	430
V.2.2.3.3	Hydroxo- and oxohydroxo-compounds of Te(VI)	430
V.2.2.4	Further oxo-compounds of tellurium	432
V.2.2.4.1	Telluropentathionates $Me_n[Te(S_2O_3)_2]^{2\ominus}$	432
V.2.2.4.2	Halogenooxotellurates	433
V.2.2.5	Halogenotellurates with SO-group as ligand	435
V.2.2.6	Thiotellurates ²⁾	435
References for III/7	Subvolume III/7g	
Over-all list of contents of volume III/7.	Subvolume III/7h	
Alphabetical formula index	Subvolume III/7h	
Alphabetical mineral name index	Subvolume III/7h	