

Ternäre und polynäre Oxide des Thoriums

1 Verbindungen mit Elementen der 1. Hauptgruppe	1
Übersicht	1
1.1 Verbindungen mit Lithium	1
1.2 Verbindungen mit Natrium	1
1.3 Verbindungen mit Kalium	2
1.4 Verbindungen mit Rubidium	2
2 Verbindungen mit Elementen der 2. Hauptgruppe	3
Übersicht	3
2.1 Verbindungen mit Beryllium	3
2.1.1 Das System $\text{ThO}_2\text{-BeO}$	3
2.1.2 Verbindungen mit Beryllium und einem weiteren Element	4
2.2 Verbindungen mit Magnesium	5
2.3 Verbindungen mit Calcium	6
2.3.1 Das System $\text{ThO}_2\text{-CaO}$	6
Herstellung von $\text{ThO}_2\text{-CaO}$ -Sinterkörpern	6
Phasenbeziehungen	8
Physikalisch-chemische Eigenschaften	8
2.3.2 Verbindungen mit Calcium und einem weiteren Element	13
2.4 Verbindungen mit Strontium	13
2.5 Verbindungen mit Barium	14
2.6 Verbindungen mit Radium	15
3 Verbindungen mit Elementen der 3. Hauptgruppe	18
Übersicht	18
3.1 Verbindungen mit Bor	18
3.2 Verbindungen mit Aluminium	20
3.3 Verbindungen mit Gallium	20
3.4 Verbindungen mit Indium	20
3.5 Verbindungen mit Thallium	21

4 Verbindungen mit Elementen der 4. Hauptgruppe	22
Übersicht	22
4.1 Verbindungen mit Silicium	22
4.1.1 Das System $\text{ThO}_2\text{-SiO}_2$	22
4.1.2 ThSiO_4	23
4.1.3 Verbindungen mit Silicium und einem weiteren Element	26
4.2 Verbindungen mit Germanium	27
ThGeO_4	27
4.3 Verbindungen mit Zinn	28
4.4 Verbindungen mit Blei	28
5 Verbindungen mit Elementen der 5. Hauptgruppe	31
Übersicht	31
5.1 Verbindungen mit Arsen	31
5.1.1 Thoriumarsenate	31
5.1.2 Verbindungen mit Arsen und einem weiteren Element	33
5.2 Verbindungen mit Antimon	33
5.3 Verbindungen mit Wismut	33
6 Verbindungen mit Elementen der 1. Nebengruppe	36
7 Verbindungen mit Elementen der 2. Nebengruppe	36
8 Verbindungen mit Elementen der 3. Nebengruppe	37
8.1 Übersicht und allgemeine Angaben	37
8.2 Verbindungen mit Scandium	45
8.3 Verbindungen mit Yttrium	46
8.3.1 Das System $\text{ThO}_2\text{-YO}_{1,5}$	47
Phasendiagramm	47
Darstellungsverfahren	49
Eigenschaften des Systems $\text{ThO}_2\text{-YO}_{1,5}$	50
Diffusion	50
Mechanische und thermische Eigenschaften	51
Elektrische Eigenschaften	52
Optische Eigenschaften	67
8.3.2 Verbindungen mit Yttrium und einem weiteren Element	67

8.4 Verbindungen mit Lanthan und den Lanthaniden	70
8.4.1 Verbindungen mit Lanthan	70
Das System $\text{ThO}_2\text{-LaO}_{1.5}$	70
Phasendiagramm	70
Herstellung von $\text{ThO}_2\text{-LaO}_{1.5}$ -Sinterproben	76
Eigenschaften des Systems $\text{ThO}_2\text{-LaO}_{1.5}$	76
Verbindungen mit Lanthan und einem weiteren Element	77
8.4.2 Verbindungen mit Cer	78
Übersicht	78
Das System $\text{ThO}_2\text{-CeO}_2$	78
Das System $\text{ThO}_2\text{-CeO}_{1.5(+x)}$	80
Verbindungen mit Cer und einem weiteren Element	81
8.4.3 Verbindungen mit Praseodym	81
Übersicht	81
Das System $\text{ThO}_2\text{-PrO}_{1.5+x}$	82
Das System $\text{ThO}_2\text{-PrO}_{1.5}$	84
8.4.4 Verbindungen mit Neodym	85
Übersicht	85
Das System $\text{ThO}_2\text{-NdO}_{1.5}$	86
Phasendiagramm	86
Darstellung und Eigenschaften von $\text{ThO}_2\text{-NdO}_{1.5}$ -Proben	89
Verbindungen mit Neodym und einem weiteren Element	89
8.4.5 Verbindungen mit Promethium	89
8.4.6 Verbindungen mit Samarium	89
Übersicht	89
Phasendiagramm des Systems $\text{ThO}_2\text{-SmO}_{1.5}$	90
Eigenschaften des Systems $\text{ThO}_2\text{-SmO}_{1.5}$	92
8.4.7 Verbindungen mit Europium	93
Übersicht	93
Das System $\text{ThO}_2\text{-EuO}_{1.5}$	94
Phasendiagramm	94
Eigenschaften des Systems $\text{ThO}_2\text{-EuO}_{1.5}$	96
Das System $\text{ThO}_2\text{-EuO}$	96
8.4.8 Verbindungen mit Gadolinium	97
Übersicht	97
Phasendiagramm des Systems $\text{ThO}_2\text{-GdO}_{1.5}$	97
Eigenschaften des Systems $\text{ThO}_2\text{-GdO}_{1.5}$	99
8.4.9 Verbindungen mit Terbium	99
Übersicht	99
Das System $\text{ThO}_2\text{-TbO}_{1.5+x}$	99
Das System $\text{ThO}_2\text{-TbO}_{1.5}$	100

	Seite
8.4.10 Verbindungen mit Dysprosium	101
Übersicht	101
Phasendiagramm des Systems $\text{ThO}_2\text{-DyO}_{1.5}$	101
Eigenschaften des Systems $\text{ThO}_2\text{-DyO}_{1.5}$	102
8.4.11 Verbindungen mit Holmium	103
Übersicht	103
Phasendiagramm des Systems $\text{ThO}_2\text{-HoO}_{1.5}$	104
Eigenschaften des Systems $\text{ThO}_2\text{-HoO}_{1.5}$	106
8.4.12 Verbindungen mit Erbium	107
Übersicht	107
Phasendiagramm des Systems $\text{ThO}_2\text{-ErO}_{1.5}$	107
Eigenschaften des Systems $\text{ThO}_2\text{-ErO}_{1.5}$	108
8.4.13 Verbindungen mit Thulium	109
8.4.14 Verbindungen mit Ytterbium	110
Übersicht	110
Phasendiagramm des Systems $\text{ThO}_2\text{-YbO}_{1.5}$	110
Eigenschaften des Systems $\text{ThO}_2\text{-YbO}_{1.5}$	111
8.4.15 Verbindungen mit Lutetium	112
8.5 Verbindungen mit Actinium	114
8.6 Verbindungen mit Protactinium	114
8.7 Verbindungen mit Uran	114
8.8 Verbindungen mit Transuranen	114
9 Verbindungen mit Elementen der 4. Nebengruppe	115
Übersicht	115
9.1 Verbindungen mit Titan	115
Allgemeines	115
9.1.1 Sinterkörper $\text{ThO}_2\text{-TiO}_2$	115
9.1.2 ThTi_2O_6	115
9.1.3 Verbindungen mit Titan und einem weiteren Element	118
9.2 Verbindungen mit Zirkonium	118
9.2.1 Das System $\text{ThO}_2\text{-ZrO}_2$	118
9.2.2 Verbindungen mit Zirkonium und einem weiteren Element	121
9.3 Verbindungen mit Hafnium	121
10 Verbindungen mit Elementen der 5. Nebengruppe	123
Übersicht	123

10.1 Verbindungen mit Vanadium	123
Allgemeines	123
10.1.1 Das System $\text{ThO}_2\text{-V}_2\text{O}_3$	123
10.1.2 Das System $\text{ThO}_2\text{-VO}_2$	123
10.1.3 Das System $\text{ThO}_2\text{-V}_2\text{O}_5$; Thoriumvanadate(V)	123
10.1.4 Verbindungen mit Vanadium und einem weiteren Element	125
10.2 Verbindungen mit Niob	127
10.2.1 Das System $\text{ThO}_2\text{-NbO}_{2+x}$	127
10.2.2 Das System $\text{ThO}_2\text{-Nb}_2\text{O}_5$; Thoriumniobate(V)	127
10.2.3 Verbindungen mit Niob und einem weiteren Element	128
10.3 Verbindungen mit Tantal	129
10.3.1 Das System $\text{ThO}_2\text{-Ta}_2\text{O}_5$; Thoriumtantalate(V)	129
10.3.2 Verbindungen mit Tantal und einem weiteren Element	130
11 Verbindungen mit Elementen der 6. Nebengruppe	131
Übersicht	131
11.1 Verbindungen mit Chrom	131
11.2 Verbindungen mit Molybdän	132
11.2.1 Das System $\text{ThO}_2\text{-MoO}_{2+x}$	133
11.2.2 Das System $\text{ThO}_2\text{-MoO}_3$; $\text{Th}(\text{MoO}_2)_4$	133
11.2.3 Verbindungen mit Molybdän und einem weiteren Element	136
11.3 Verbindungen mit Wolfram	139
11.3.1 Das System $\text{ThO}_2\text{-WO}_{3-x}$	139
11.3.2 Das System $\text{ThO}_2\text{-WO}_3$; $\text{Th}(\text{WO}_4)_2$	139
11.3.3 Verbindungen mit Wolfram und einem weiteren Element	140
12 Verbindungen mit Elementen der 7. Nebengruppe	144
12.1 Verbindungen mit Rhenium	144
13 Verbindungen mit Elementen der 8. Nebengruppe	145

Table of Contents

(Inhaltsverzeichnis s. S. I)

	Page
Ternary and Polynary Oxides of Thorium	
1 Compounds with Group Ia Elements	1
Review in English	1
1.1 Compounds with Lithium	1
1.2 Compounds with Sodium	1
1.3 Compounds with Potassium	2
1.4 Compounds with Rubidium	2
2 Compounds with Group IIa Elements	3
Review in English	3
2.1 Compounds with Beryllium	3
2.1.1 The ThO ₂ -BeO System	3
2.1.2 Compounds with Beryllium and Another Element	4
2.2 Compounds with Magnesium	5
2.3 Compounds with Calcium	6
2.3.1 The ThO ₂ -CaO System	6
Preparation of ThO ₂ -CaO Sintered Bodies	6
Phase Relations	8
Physico-chemical Properties	8
2.3.2 Compounds with Calcium and Another Element	13
2.4 Compounds with Strontium	13
2.5 Compounds with Barium	14
2.6 Compounds with Radium	15
3 Compounds with Group IIIa Elements	18
Review in English	18
3.1 Compounds with Boron	18
3.2 Compounds with Aluminum	20
3.3 Compounds with Gallium	20
3.4 Compounds with Indium	20
3.5 Compounds with Thallium	21

	Page
4 Compounds with Group IVa Elements	22
Review in English	22
4.1 Compounds with Silicon	22
4.1.1 The $\text{ThO}_2\text{-SiO}_2$ System	22
4.1.2 ThSiO_4	23
4.1.3 Compounds with Silicon and Another Element	26
4.2 Compounds with Germanium	27
ThGeO_4	27
4.3 Compounds with Tin	28
4.4 Compounds with Lead	28
5 Compounds with Group Va Elements	31
Review in English	31
5.1 Compounds with Arsenic	31
5.1.1 Thorium Arsenates	31
5.1.2 Compounds with Arsenic and Another Element	33
5.2 Compounds with Antimony	33
5.3 Compounds with Bismuth	33
6 Compounds with Group Ib Elements	36
7 Compounds with Group IIb Elements	36
8 Compounds with Group IIIb Elements	37
8.1 Review and General Data in English	43
8.2 Compounds with Scandium	45
8.3 Compounds with Yttrium	46
8.3.1 The $\text{ThO}_2\text{-YO}_{1.5}$ System	47
Phase Diagram	47
Preparation Methods	49
Properties of the $\text{ThO}_2\text{-YO}_{1.5}$ System	50
Diffusion	50
Mechanical and Thermal Properties	51
Electrical Properties	52
Optical Properties	67
8.3.2 Compounds with Yttrium and Another Element	67
8.4 Compounds with Lanthanum and Lanthanides	70

	Page
8.4.1 Compounds with Lanthanum	70
The $\text{ThO}_2\text{-LaO}_{1.5}$ System	70
Phase Diagram	70
Preparation of $\text{ThO}_2\text{-LaO}_{1.5}$ Sintered Samples	76
Properties of the $\text{ThO}_2\text{-LaO}_{1.5}$ System	76
Compounds with Lanthanum and Another Element	77
8.4.2 Compounds with Cerium	78
Review	78
The $\text{ThO}_2\text{-CeO}_2$ System	78
The $\text{ThO}_2\text{-CeO}_{1.5(+x)}$ System	80
Compounds with Cerium and Another Element	81
8.4.3 Compounds with Praseodymium	81
Review	81
The $\text{ThO}_2\text{-PrO}_{1.5+x}$ System	82
The $\text{ThO}_2\text{-PrO}_{1.5}$ System	84
8.4.4 Compounds with Neodymium	85
Review	85
The $\text{ThO}_2\text{-NdO}_{1.5}$ System	86
Phase Diagram	86
Preparation and Properties of $\text{ThO}_2\text{-NdO}_{1.5}$ Samples	89
Compounds with Neodymium and Another Element	89
8.4.5 Compounds with Promethium	89
8.4.6 Compounds with Samarium	89
Review	89
Phase Diagram of the $\text{ThO}_2\text{-SmO}_{1.5}$ System	90
Properties of the $\text{ThO}_2\text{-SmO}_{1.5}$ System	92
8.4.7 Compounds with Europium	93
Review	93
The $\text{ThO}_2\text{-EuO}_{1.5}$ System	94
Phase Diagram	94
Properties of the $\text{ThO}_2\text{-EuO}_{1.5}$ System	96
The $\text{ThO}_2\text{-EuO}$ System	96
8.4.8 Compounds with Gadolinium	97
Review	97
Phase Diagram of the $\text{ThO}_2\text{-GdO}_{1.5}$ System	97
Properties of the $\text{ThO}_2\text{-GdO}_{1.5}$ System	99
8.4.9 Compounds with Terbium	99
Review	99
The $\text{ThO}_2\text{-TbO}_{1.5+x}$ System	99
The $\text{ThO}_2\text{-TbO}_{1.5}$ System	100
8.4.10 Compounds with Dysprosium	101
Review	101
Phase Diagram of the $\text{ThO}_2\text{-DyO}_{1.5}$ System	101
Properties of the $\text{ThO}_2\text{-DyO}_{1.5}$ System	102

	Page
8.4.11 Compounds with Holmium	103
Review	103
Phase Diagram of the $\text{ThO}_2\text{-HoO}_{1.5}$ System	104
Properties of the $\text{ThO}_2\text{-HoO}_{1.5}$ System	106
8.4.12 Compounds with Erbium	107
Review	107
Phase Diagram of the $\text{ThO}_2\text{-ErO}_{1.5}$ System	107
Properties of the $\text{ThO}_2\text{-ErO}_{1.5}$ System	108
8.4.13 Compounds with Thulium	109
8.4.14 Compounds with Ytterbium	110
Review	110
Phase Diagram of the $\text{ThO}_2\text{-YbO}_{1.5}$ System	110
Properties of the $\text{ThO}_2\text{-YbO}_{1.5}$ System	111
8.4.15 Compounds with Lutetium	112
8.5 Compounds with Actinium	114
8.6 Compounds with Protactinium	114
8.7 Compounds with Uranium	114
8.8 Compounds with Transuranium Elements	114
9 Compounds with Group IVb Elements	115
Review in English	115
9.1 Compounds with Titanium	115
General	115
9.1.1 $\text{ThO}_2\text{-TiO}_2$ Sintered Bodies	115
9.1.2 ThTi_2O_6	115
9.1.3 Compounds with Titanium and Another Element	118
9.2 Compounds with Zirconium	118
9.2.1 The $\text{ThO}_2\text{-ZrO}_2$ System	118
9.2.2 Compounds with Zirconium and Another Element	121
9.3 Compounds with Hafnium	121
10 Compounds with Group Vb Elements	123
Review in English	123
10.1 Compounds with Vanadium	123
General	123
10.1.1 The $\text{ThO}_2\text{-V}_2\text{O}_3$ System	123
10.1.2 The $\text{ThO}_2\text{-VO}_2$ System	123

	Page
10.1.3 The $\text{ThO}_2\text{-V}_2\text{O}_5$ System; Thorium Vanadates(V)	123
10.1.4 Compounds with Vanadium and Another Element	125
10.2 Compounds with Niobium	127
10.2.1 The $\text{ThO}_2\text{-NbO}_{2+x}$ System	127
10.2.2 The $\text{ThO}_2\text{-Nb}_2\text{O}_5$ System; Thorium Niobates(V)	127
10.2.3 Compounds with Niobium and Another Element	128
10.3 Compounds with Tantalum	129
10.3.1 The $\text{ThO}_2\text{-Ta}_2\text{O}_5$ System; Thorium Tantalates(V)	129
10.3.2 Compounds with Tantalum and Another Element	130
11 Compounds with Group VIb Elements	131
Review in English	131
11.1 Compounds with Chromium	131
11.2 Compounds with Molybdenum	132
11.2.1 The $\text{ThO}_2\text{-MoO}_{2+x}$ System.	133
11.2.2 The $\text{ThO}_2\text{-MoO}_3$ System; $\text{Th}(\text{MoO}_4)_2$	133
11.2.3 Compounds with Molybdenum and Another Element	136
11.3 Compounds with Tungsten	139
11.3.1 The $\text{ThO}_2\text{-WO}_{3-x}$ System	139
11.3.2 The $\text{ThO}_2\text{-WO}_3$ System; $\text{Th}(\text{WO}_4)_2$	139
11.3.3 Compounds with Tungsten and Another Element	140
12 Compounds with Group VIIb Elements	144
12.1 Compounds with Rhenium	144
13 Compounds with Group VIIIb Elements	145