

Inhaltsverzeichnis

(Table of Contents see page VIII)

Wie schon in der Lieferung C 1 werden für eine Verbindungsklasse allgemein gültige sowie vergleichbare Angaben bei größeren Abschnitten in gesonderten Kapiteln vorausgestellt, die Behandlung der speziellen Systeme und Verbindungen schließt sich an. Über die Auswahl des Stoffes sowie die verwendeten Symbole und Einheiten sei auf das Vorwort von Lieferung C 1 hingewiesen.

	Seite		Seite
3 Verbindungen von Scandium, Yttrium, Lanthan und den Lanthaniden mit Wasserstoff und Sauerstoff	1	Bildung und Darstellung	20
3-1 Hydridoxide	1	Überblick	20
3-2 Hydroxide	1	Darstellung durch Füllen mit wäßriger Ammoniaklösung	20
3-2.1 Dihydroxid	1	Darstellung durch Füllen mit Natronlauge und Kalilauge	21
Europium(II)-hydroxidmonohydrat	1	Kristallographische Eigenschaften und Dichte	22
3-2.2 Trihydroxide	2	Thermische Eigenschaften	23
Vergleichende Angaben	2	Optische Eigenschaften	23
Bildung und Darstellung	2	Chemisches Verhalten	24
Darstellung aus Metall und festen Verbindungen von Y, La und den Lanthaniden	2	Verhalten beim Erhitzen	24
Darstellung aus Lösungen	3	Verhalten gegen Wasser und Laugen	24
Fällung mit wäßriger Ammoniak- oder Tetramethylammoniumhydroxid-Lösung	3	Verhalten gegen wäßrige Säuren und Salze anorganischer Säuren	25
Fällung mit wäßriger NaOH- oder KOH-Lösung	4	Scandiumtrihydroxidsol	26
Hydrolyse von Salzlösungen mit Ionenaustauschern	5	Yttriumtrihydroxid $Y(OH)_3$	27
Bildung und Darstellung kristalliner Trihydroxide	5	Bildung und Darstellung	27
Unter Atmosphärendruck	5	Kristallographische Eigenschaften	28
Unter erhöhtem Druck	6	Dichte	28
Kristallographische Eigenschaften und Bindung	8	Thermische Eigenschaften	29
Molvolumen und Dichte	10	Optische Eigenschaften	30
Thermische Eigenschaften	10	Chemisches Verhalten	30
Magnetische Eigenschaften	12	Yttriumtrihydroxidsol	31
Optische Eigenschaften	13	Lanthantrihydroxid $La(OH)_3$	31
Chemisches Verhalten	15	Bildung und Darstellung	31
Verhalten beim Erhitzen	15	Darstellung durch Hydratation von Lanthan- und Lanthanverbindungen	32
Katalytische Aktivität	16	Darstellungen durch Füllen mit Ammoniak	32
Verhalten gegen Wasser	16	Darstellung durch Füllen mit Natronlauge	33
Verhalten gegen Säuren und Laugen	18	Hydrothermale Darstellung	35
Verhalten von Trihydroxid-Suspensionen gegen CO_2 und Natriumkaliumtartrat	19	Kristallographische Eigenschaften	35
Einzeltrihydroxide	19	Thermische Eigenschaften	36
Scandiumtrihydroxid $Sc(OH)_3$	19	Paramagnetische Resonanz	36
Allgemeines	19	Optische Eigenschaften	36
		Chemisches Verhalten	37
		Verhalten gegen Elementarteilchen	37
		Verhalten beim Erhitzen	37
		Verhalten gegen anorganische Verbindungen und Säuren	38

	Seite		Seite
Verhalten gegen organische Ver-		Europiumtrihydroxid $\text{Eu}(\text{OH})_3$	60
bindungen Katalytische		Bildung und Darstellung	60
Aktivität	39	Darstellung aus Europiummetall,	
Wäßrige Lösung von $\text{La}(\text{OH})_3$	40	-amalgam, Eu_2O_3 oder	
Löslichkeit	40	$\text{Eu}(\text{OH})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	60
Löslichkeits- und		Fällen aus wäßrigen Lösungen	61
Aktivitätenprodukt	40	Physikalische Eigenschaften	61
Basizität und		Chemisches Verhalten	62
elektrische Leitfähigkeit	41	Gadoliniumtrihydroxid $\text{Gd}(\text{OH})_3$	62
Lanthantrihydroxidsol	41	Bildung und Darstellung	62
Bildung und Darstellung	41	Physikalische Eigenschaften	63
Natur und Zusammensetzung		Chemisches Verhalten	65
Stabilität	42	Terbiumtrihydroxid $\text{Tb}(\text{OH})_3$	65
Eigenschaften	42	Bildung und Darstellung	65
Certrihydroxid $\text{Ce}(\text{OH})_3$	43	Physikalische Eigenschaften	65
Bildung und Darstellung	43	Chemisches Verhalten	68
Darstellung aus Cer und festen		Dysprosiumtrihydroxid $\text{Dy}(\text{OH})_3$	63
Cerverbindungen	43	Bildung und Darstellung	68
Darstellung aus Lösungen	43	Physikalische Eigenschaften	68
Elektrolytische Darstellung	45	Chemisches Verhalten	70
Physikalische Eigenschaften	46	Holmiumtrihydroxid $\text{Ho}(\text{OH})_3$ und	
Chemisches Verhalten	46	Ho^{3+} -dotiertes $\text{Y}(\text{OH})_3$	70
Verhalten als Reduktionsmittel	46	Bildung und Darstellung	70
Verhalten als Adsorptionsmittel		Physikalische Eigenschaften	71
und Ionenaustauscher	47	Chemisches Verhalten	72
Katalytische Aktivität	47	Erbiumtrihydroxid $\text{Er}(\text{OH})_3$	72
Löslichkeit, Löslichkeits- und		Bildung und Darstellung	72
Aktivitätenprodukt	48	Physikalische Eigenschaften	72
Praseodymtrihydroxid $\text{Pr}(\text{OH})_3$	48	Chemisches Verhalten	73
Bildung und Darstellung	48	Thuliumtrihydroxid $\text{Tm}(\text{OH})_3$	75
Darstellung aus		Ytterbiumtrihydroxid $\text{Yb}(\text{OH})_3$	75
Praseodymoxiden	49	Lutetiumtrihydroxid $\text{Lu}(\text{OH})_3$	76
Darstellung durch		Bildung und Darstellung	76
Fällung aus Lösungen	49	Eigenschaften	77
Hydrothermale Darstellung	50	3 2 3 Cer(IV)-hydroxid $\text{Ce}(\text{OH})_4$	77
Physikalische Eigenschaften	50	Bildung und Darstellung	77
Chemisches Verhalten	51	Darstellung aus Ceramalgam	
Neodymtrihydroxid $\text{Nd}(\text{OH})_3$	52	und Cer(III)-hydroxid	78
Bildung und Darstellung	52	Darstellung aus Ce^{4+} -haltiger	
Darstellung aus		wäßriger Lösung	79
Neodymoxid	52	Darstellung aus Ce^{4+} -haltiger	
Darstellung durch Fällung aus		wäßriger Lösung	80
Neodymsalzlösungen	52	Physikalische Eigenschaften	80
Hydrothermale Darstellung	53	Chemisches Verhalten	80
Physikalische Eigenschaften	54	Verhalten beim Erhitzen	80
Chemisches Verhalten	55	Verhalten gegen chemische	
Neodymtrihydroxidsol	56	Verbindungen	81
Promethiumtrihydroxid $\text{Pm}(\text{OH})_3$	56	Adsorptionsverhalten, Verhalten als	
Samariumtrihydroxid $\text{Sm}(\text{OH})_3$	57	Ionenaustauscher	82
Bildung und Darstellung	57	Löslichkeit, Löslichkeitsprodukt	82
Aus festem Sm_2O_3 oder SmN	57	Cer(IV)-hydroxidsol	82
Fällung aus wäßrigen		Bildung und Darstellung	82
Samariumsalzlösungen	57	Natur und Beständigkeit	84
Hydrothermale Darstellung	58	Eigenschaften	85
Physikalische Eigenschaften	58		
Chemisches Verhalten	59		

	Seite		Seite
3-2-4 Hydroxokomplex-Ionen	86	Praseodymperoxide	112
Scandium	86	Neodymperoxide	112
Yttrium, Lanthan und dreiwertige Lanthanide	88	Samariumperoxide, Erbiumperoxide	113
Hydroxokomplex-Ionen von vierwertigem Cer und Praseodym	90	Peroxide des Gd, Dy, Ho und Lu	113
3-3 Oxidhydroxide	93	4 Alkalioxometallate und Alkalihydroxometallate des Sc, Y, La und der Lanthanide	114
3-3-1 Vergleichende Angaben	93	4-1 Oxometallate	114
Bildung und Darstellung	93	4-1-1 Überblick	114
Kristallographische Eigenschaften und Dichte	95	4-1-2 Lithiumoxometallate	114
Magnetische Eigenschaften	96	Vergleichende Angaben über Lithiumoxometallate(III)	114
Optische Eigenschaften	97	Bildung und Darstellung	114
3-3-2 Angaben über einzelne Oxidhydroxide	98	Kristallographische Eigenschaften	115
Scandiumoxidhydroxid $\text{ScO}(\text{OH})$	98	Weitere physikalische Eigenschaften	117
Bildung und Darstellung	98	Vergleichende Angaben über Lithiumoxometallate(IV)	117
Physikalische Eigenschaften	98	Angaben über einzelne Lithiumoxometallate	118
Chemisches Verhalten	99	LiScO_2	118
Yttriumoxidhydroxid $\text{YO}(\text{OH})$	99	Bildung und Darstellung	118
Bildung und Darstellung	99	Physikalische Eigenschaften	118
Kristallographische Eigenschaften	99	Chemisches Verhalten	119
Weitere physikalische Eigenschaften	100	LiYO_2	119
Lanthanoxidhydroxide	101	Bildung und Darstellung	119
$\text{LaO}(\text{OH})$	101	Kristallographische Eigenschaften	120
Bildung und Darstellung	101	Chemisches Verhalten	121
Physikalische Eigenschaften	101	LiLaO_2	121
Chemisches Verhalten	102	Li_8CeO_6	121
$\text{La}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ und $3\text{La}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	102	Lithiumpraseodymoxide	121
Praseodymoxidhydroxid $\text{PrO}(\text{OH})$	102	LiPrO_2	121
Neodymoxidhydroxid $\text{NdO}(\text{OH})$	102	Li_2PrO_3 , Li_8PrO_6	121
$3\text{Nd}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $3\text{Nd}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	102	LiNdO_2	122
Samariumoxidhydroxid $\text{SmO}(\text{OH})$	103	LiSmO_2	122
Europiumoxidhydroxid $\text{EuO}(\text{OH})$	103	Lithiumeuropiumoxide	122
Gadolinium- und Terbiumoxidhydroxid	103	LiEu_3O_4	122
$\text{GdO}(\text{OH})$, $\text{TbO}(\text{OH})$	103	Bildung und Darstellung	122
Dysprosiumoxidhydroxid $\text{DyO}(\text{OH})$	104	Kristallographische Eigenschaften	122
Holmiumoxidhydroxide	104	Chemisches Verhalten	123
$\text{HoO}(\text{OH})$	104	LiEuO_2	123
$\text{HoO}_{0,25}(\text{OH})_{2,5}$	104	LiGdO_2	124
Erbium- und Thuliumoxidhydroxid	104	Lithiumterbiumoxide	124
$\text{ErO}(\text{OH})$, $\text{TmO}(\text{OH})$	104	LiTbO_2	124
Ytterbium- und Lutetiumoxidhydroxid	104	Li_2TbO_3 , Li_8TbO_6	125
$\text{YbO}(\text{OH})$, $\text{LuO}(\text{OH})$	104	LiYbO_2	125
3-4 Peroxoverbindungen	105	4-1-3 Natriumoxometallate	125
3-4-1 Vergleichende Angaben	105	Vergleichende Angaben über Natriumoxometallate(III)	125
Bildung und Darstellung	106	Bildung und Darstellung	125
Eigenschaften	107	Physikalische Eigenschaften	127
3-4-2 Angaben über einzelne Peroxoverbindungen	109	Polymorphie	127
Scandiumperoxide	109	Struktur und weitere physikalische Eigenschaften	127
Yttriumperoxide	110	Chemisches Verhalten	129
Lanthanperoxide	110		
Cerperoxide	111		

	Seite		Seite
Vergleichende Angaben über		RbYO ₂	141
Natriumoxometallate (IV)	129	RbMO ₂ mit M = Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu	141
Angaben über einzelne		Rb ₂ TbO ₃	141
Natriumoxometallate	130	4-1.6 Caesiumoxometallate	141
NaScO ₂	130	CsScO ₂	141
NaYO ₂	131	CsYO ₂	142
NaLaO ₂	131	Cs ₂ TbO ₃	142
Na ₂ CeO ₃	132	4-2 Hydroxometallate	142
Na ₂ PrO ₃ · Na ₁₈ Pr ₁₀ ^{IV} ₈ La ₆ ^{III} ₂ O ₂₈	132	4-2.1 Lithiumhydroxoscandiat	143
NaNdO ₂	132	4-2.2 Natriumhydroxometallate	143
NaSmO ₂ · NaEuO ₂	132	Na[Sc(OH) ₄]	143
NaGdO ₂	133	Na ₃ [Sc(OH) ₆]	143
Natriumterbiumoxide	133	Na ₃ [Sc(OH) ₆] · 2 H ₂ O	143
NaTbO ₂	133	Na ₃ [Y(OH) ₆] · Na[Y(OH) ₄]	143
Na ₂ TbO ₃	133	Na[Nd(OH) ₄]	144
NaDyO ₂ · NaHoO ₂	134	Na[Er(OH) ₄]	144
NaErO ₂	134	Na ₃ [Yb(OH) ₆]	144
NaTmO ₂	135	Na ₃ [Lu(OH) ₆]	144
NaYbO ₂	135	4-2.3 Kaliumhydroxometallate	144
NaLuO ₃	135	K ₃ [Sc(OH) ₆] · K ₃ [Sc(OH) ₆] · 2 H ₂ O	144
4-1.4 Kaliumoxometallate	135	K ₂ [Sc(OH) ₅ · H ₂ O] · 3 H ₂ O	145
Vergleichende Angaben über		K ₃ [Y(OH) ₆] · K[Y(OH) ₄]	145
Kaliumoxometallate (III)	135	5 Verbindungen des Sc, Y, La und der	
Bildung und Darstellung	136	Lanthanide mit Stickstoff	146
Physikalische Eigenschaften	136	5-1 Nitride	146
Chemisches Verhalten	136	5-1.1 Vergleichende Angaben über	
Vergleichende Angaben über		Mononitride	146
Kaliumoxometallate (IV)	137	Bildung und Darstellung	146
Angaben über einzelne		Kristallographische Eigenschaften	148
Kaliumoxometallate	137	Mechanische Eigenschaften	149
KScO ₂	137	Thermische Eigenschaften	149
KYO ₂	137	Thermische Ausdehnung	
KLaO ₂	137	Schmelzpunkt	149
Kaliumceroxide	138	Thermodynamische Daten	150
KCeO ₂	138	Wärmekapazität und	
K ₂ CeO ₃	138	charakteristische Temperatur	150
Kaliumpraseodymoxide	138	Magnetische Eigenschaften	151
KPrO ₂	138	Allgemeines	151
K ₂ PrO ₃	138	Ordnungstyp und magnetische	
KNdO ₂	138	Größen	151
KSmO ₂ · KEuO ₂ · KGdO ₂	139	Elektrische Eigenschaften	153
Kaliumterbiumoxide	139	Bandstruktur	153
KTbO ₂	139	Elektrische Leitfähigkeit und	
K ₂ TbO ₃	139	Thermokraft	154
KDyO ₂ · KHoO ₂	139	Optische Eigenschaften	155
KErO ₂	139	Chemisches Verhalten	155
KYbO ₂	139	5-1.2 Vergleichende Angaben	
4-1.5 Rubidiumoxometallate	139	über höhere Nitride	156
Vergleichende Angaben über		5-1.3 Angaben über einzelne Nitride	157
Rubidiumoxometallate (III)	140	Scandiumnitrid	157
Bildung und Darstellung	140	Bildung und Darstellung	157
Eigenschaften	140	Kristallographische Eigenschaften	
Angaben über einzelne		Dichte	157
Rubidiumoxometallate	140		
RbScO ₂	140		

	Seite		Seite
Kernmagnetische Resonanz	158	Kristallographische und mechanische Eigenschaften	173
Thermische Eigenschaften	158	Thermische Eigenschaften	174
Elektrische Eigenschaften	158	Magnetische und elektrische Eigenschaften	174
Bandstruktur	158	Chemisches Verhalten	175
Weitere elektrische Eigenschaften	159	Das System Gd-La-N	175
Optische Eigenschaften	160	Das System Gd-Pr-N	175
Chemisches Verhalten	160	Terbiumnitrid	175
Yttriumnitrid	161	Dysprosiumnitrid	176
Bildung und Darstellung	161	Holmiumnitrid	176
Kristallographische Eigenschaften		Erbiumnitrid	177
Dichte	161	Thuliumnitrid	177
Thermische Eigenschaften	162	Ytterbiumnitrid	178
Magnetische, elektrische und optische Eigenschaften	162	Binäres Nitrid	178
Chemisches Verhalten	162	Das System Yb-Gd-N	179
Lanthaninitrid	162	Lutetiumnitrid	179
Bildung und Darstellung	162	5-1.4 Oxidnitride	179
Kristallographische Eigenschaften	163	Das System La-O-N	179
Thermische Eigenschaften	163	Das System Ce-O-N	179
Magnetische Eigenschaften	164	Das System Pm-O-N	180
Elektrische Eigenschaften	164	Das System Sm-O-N	180
Chemisches Verhalten	164	Das System Eu-O-N	180
Ceritrid	165	Das System Gd-O-N	181
Das System Ce-N	165	5-2 Imide	181
Darstellung	165	5-3 Amide	181
Kristallographische Eigenschaften und Dichte	166	5-3.1 Überblick	181
Thermische Eigenschaften	167	5-3.2 Diamide	182
Magnetische Eigenschaften	167	Eu(NH ₂) ₂	182
Elektrische Eigenschaften	168	Yb(NH ₂) ₂	183
Chemisches Verhalten	169	5-3.3 Triamide	184
Das System Ce-Li-N	169	Y(NH ₂) ₃	184
Praseodymnitrid	169	La(NH ₂) ₃	184
Bildung und Darstellung	169	Sm(NH ₂) ₃	184
Kristallographische Eigenschaften		Yb(NH ₂) ₃	184
Dichte	169	5-3.4 Alkaliyttriumamide	
Thermische Eigenschaften	170	Alkalilanthanidamide	185
Magnetische und elektrische Eigenschaften	170	Na[M(NH ₂) ₄] mit M = Y, Yb	185
Chemisches Verhalten	170	Na[Y(NH ₂) ₄]	185
Neodymnitrid	170	Na[Yb(NH ₂) ₄]	186
Darstellung	170	Na ₃ [M(NH ₂) ₆] mit M = Y, Yb	187
Kristallographische Eigenschaften		Na ₃ [Y(NH ₂) ₆]	187
Dichte	171	Na ₃ [Yb(NH ₂) ₆]	188
Weitere physikalische Eigenschaften	171	K ₃ [La(NH ₂) ₆], K[La ₂ (NH ₂) ₇]	189
Chemisches Verhalten	171	5-4 Azide und Hydroxidazide	190
Samariumnitrid	171	5-5 Nitrite	191
Bildung und Darstellung	171	5-5.1 Vergleichende Angaben über Nitrite	191
Thermische Eigenschaften	172	5-5.2 Angaben über einzelne Nitrite	192
Magnetische und elektrische Eigenschaften	172	La(NO ₂) ₃ · 5 H ₂ O	192
Chemisches Verhalten	172	Ce(NO ₂) ₃ · 5 H ₂ O	192
Europiumnitrid	172	Pr(NO ₂) ₃ · 5 H ₂ O	193
Gadoliniumnitrid	173	Sm(NO ₂) ₃ · 5 H ₂ O	193
Bildung und Darstellung	173		

	Seite		Seite
5 5.3 Gemischte Nitrite		Yttriumnitrate	233
des Typs $A_3M(NO_2)_6$	193	$Y(NO_3)_3$	233
5-6 Nitrate	195	$Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	233
5 6.1 Vergleichende Angaben über Nitrate	195	$Y(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$	234
Wasserfreie Nitrate des Typs $M(NO_3)_3$	196	$Y(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$	234
Bildung und Darstellung	196	$Y(NO_3)_3 \cdot 3H_2O$	234
Physikalische Eigenschaften	197	Waßrige Lösung von $Y(NO_3)_3$	234
Chemisches Verhalten	198	Yttriumoxidnitrate	
Wasserhaltige Nitrate des Typs		Yttriumhydroxidnitrate	234
$M(NO_3)_3 \cdot nH_2O$	199	Lanthannitrate	235
Bildung und Darstellung	199	Das System $La(NO_3)_3(-HNO_3)-H_2O$	235
Kristallographische Eigenschaften	200	$La(NO_3)_3$	237
Mechanische und thermische Eigenschaften	200	$La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	238
Magnetische Eigenschaften	202	$La(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$	240
Optische Eigenschaften	202	$La(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$	240
Chemisches Verhalten	205	$La(NO_3)_3 \cdot 3H_2O$	240
Beim Erhitzen	205	$La(NO_3)_3 \cdot 2H_2O$	240
Verhalten gegen Wasser	206	$La(NO_3)_3 \cdot H_2O$	240
Verhalten gegen weitere Verbindungen	207	Waßrige Lösung von $La(NO_3)_3$	240
Waßrige Lösungen von Nitraten	208	Nichtwaßrige Lösung von $La(NO_3)_3$	242
Konstitution der Lösung	208	Lanthanoxidnitrate	
Komplexbildung	208	Lanthanhydroxidnitrate	242
Koordination	210	Das System	
Komplexbildungskonstanten	211	$La(NO_3)_3-Y(NO_3)_3-HNO_3-H_2O$	243
Bildungsparameter	214	Cernitrate	243
Komplexbildungsmechanismus	214	Cer(III)-nitrate	243
Mechanische Eigenschaften	215	Das System	
Dichte und Molvolumen	215	$Ce(NO_3)_3(-HNO_3)-H_2O$	243
Viskosität	216	$Ce(NO_3)_3$	245
Thermische Eigenschaften	217	$Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	245
Optische Eigenschaften	219	$Ce(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$	247
Brechungszahl, Molrefraktion	219	$Ce(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$	247
Magnetooptische Eigenschaften	220	$Ce(NO_3)_3 \cdot H_2O$	247
Ramanspektren	220	Waßrige Lösung von $Ce(NO_3)_3$	247
Elektrochemische Eigenschaften	221	Nichtwaßrige Lösung von $Ce(NO_3)_3$	248
Nichtwaßrige Lösungen von Nitraten	222	Cer(III)-oxidnitrate	
Verhalten in Alkalinitratschmelzen	224	Cer(III)-hydroxidnitrate	248
Oxidnitrate, Hydroxidnitrate	224	Cer(IV)-nitrate	249
5-6.2 Angaben über einzelne Nitrate	225	Das System $CeO_2-N_2O_5-H_2O$	249
Scandiumnitrate	225	$Ce(NO_3)_4$	250
Das System $Sc_2O_3-N_2O_5-H_2O$	225	$Ce(NO_3)_4 \cdot 5H_2O$	250
$Sc(NO_3)_3$	226	Cer(IV)-oxidnitrate	
$Sc(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$	226	Cer(IV)-hydroxidnitrate	250
$Sc(NO_3)_3 \cdot 3H_2O$	228	$CeOH(NO_3)_3 \cdot nH_2O$	250
$Sc(NO_3)_3 \cdot 2H_2O$	228	$3.5CeO_2 \cdot N_2O_5 \cdot 5.5H_2O$	251
Waßrige Lösung von $Sc(NO_3)_3$	228	Das System	
Scandiumoxidnitrate		$Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O-La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	251
Scandiumhydroxidnitrate	229	Praseodymnitrate	251
$ScOH(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$	229	Praseodym(III)-nitrate	251
$Sc_4O_3(NO_3)_6 \cdot 6.5(7)H_2O$	231	Das System	
$Sc_4O_3(NO_3)_5 \cdot 2H_2O$	231	$Pr(NO_3)_3(-HNO_3)-H_2O$	251
$Sc_4O(NO_3)_2$	232	$Pr(NO_3)_3$	252
$Sc(NO_3)_3 \cdot 2HNO_3$	233	$Pr(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$	252
		$Pr(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$	254
		$Pr(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$	255

	Seite		Seite
$\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	255	Erbiumnitrate	274
$\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	255	Ytterbiumnitrate	275
$\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	255	Ytterbiumoxidnitrat	
Praseodym(III)-oxidnitrat	255	Ytterbiumhydroxidnitrat	276
Praseodym(III)-hydroxidnitrate	255	Thuliumnitrate	277
Praseodym(IV)-nitrate	255	Lutetiumnitrate	277
Das System			
$\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		5 6.3 Doppelverbindungen mit Nitraten der	
$\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O}$	256	Alkalimetalle, des Ammoniums und sub-	
Neodymnitrate	256	stituierter Ammoniumbasen	278
Das System $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3(-\text{HNO}_3) \cdot \text{H}_2\text{O}$	256	Das System $\text{LiNO}_3 \cdot \text{M}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	279
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3$	257	Das System $\text{LiNO}_3 \cdot \text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	279
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	258	Doppelnitrate mit Natriumnitrat	280
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	259	Das System $\text{NaNO}_3 \cdot \text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	280
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	259	$\text{Na}_2\text{La}(\text{NO}_3)_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	280
Neodymoxidnitrate		Das System $\text{NaNO}_3 \cdot \text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	280
Neodymhydroxidnitrate	260	$\text{Na}_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_5 \cdot \text{Na}_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$	280
Das System		$\text{Na}_2\text{Pr}(\text{NO}_3)_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$	281
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	260	Doppelnitrate mit Kaliumnitrat	281
Das System		Kaliumscandiumnitrat	281
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Ce}(\text{NO}_3)_3$		Kaliumlanthannitrat	282
$\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	260	Das System $\text{KNO}_3 \cdot \text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	282
Das System		$\text{K}_2\text{La}(\text{NO}_3)_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	282
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	261	Kaliumcer(III)-nitrat	282
Promethiumnitrat $\text{Pm}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	261	Das System	
Samariumnitrate	261	$\text{KNO}_3 \cdot \text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	282
Das System $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3(-\text{HNO}_3) \cdot \text{H}_2\text{O}$	261	$\text{K}_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_5 \cdot \text{K}_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	282
$\text{Sm}(\text{NO}_3)_3$	263	Kaliumcer(IV)-nitrate	283
$\text{Sm}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	263	Kaliumpraseodymnitrat	283
$\text{Sm}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	264	Kaliumneodymnitrat	
Samariumoxidnitrat		Kaliumsamariumnitrat	284
Samariumhydroxidnitrate	265	Kaliumerbiumnitrat	284
Das System		Kaliumthuliumnitrat	284
$\text{Sm}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	265	Das System $\text{NaNO}_3 \cdot \text{KNO}_3 \cdot \text{Nd}(\text{NO}_3)_3$	284
Das System		Doppelnitrate mit Rubidiumnitrat	285
$\text{Sm}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	265	Rubidiumscandiumnitrat	285
Europiumnitrate	266	Das System	
Das System $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3(-\text{HNO}_3) \cdot \text{H}_2\text{O}$	266	$\text{RbNO}_3 \cdot \text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	285
$\text{Eu}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($n = 0$ bis 6)	267	Rubidiumlanthannitrate	285
Gadoliniumnitrate	269	Rubidiumcer(III)-nitrate	285
$\text{Gd}(\text{NO}_3)_3$ und Hydrate	269	Rubidiumcer(III)-nitrat	285
Gadoliniumoxidnitrate	270	Das System	
Wäßrige Lösung von $\text{Gd}(\text{NO}_3)_3$	270	$\text{RbNO}_3 \cdot \text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	285
Das System		$\text{Rb}_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_5$	
$\text{Gd}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	271	$\text{Rb}_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_5 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	287
Das System		Rubidiumcer(IV)-nitrat	287
$\text{Gd}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{Sm}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	271	Rubidiumpraseodymnitrate	287
Terbiumnitrate	271	Rubidiumneodymnitrate	288
Terbiumhydroxidnitrate	272	Rubidiumlanthanidnitrate	288
Dysprosiumnitrate	272	Doppelnitrate mit Caesiumnitrat	289
Holmiumnitrate	273	Caesiumscandiumnitrat	289
$\text{Ho}(\text{NO}_3)_3$ und Hydrate	273	Caesiumlanthannitrat	289
Holmiumoxidnitrate		Caesiumcer(III)-nitrate	289
Holmiumhydroxidnitrat	274	Caesiumcer(IV)-nitrat	290
$(\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Y} \cdot \text{NO}_3)_n \cdot n\text{H}_2\text{O}$	274		

	Seite		Seite
Doppelnitrate mit Ammoniumnitrat	290	Ammoniumgadoliniumnitrat	297
Ammoniumyttriumnitrat	290	Ammoniumerbiumnitrat	298
Ammoniumlanthannitrat	291	Ammoniumlutetiumnitrat	298
Ammoniumceritrate	292	Ammonium-Kalium-Lanthannitrat	
Ammoniumcer(III)-nitrat	292	Ammonium-Caesium-Lanthannitrat	298
Ammoniumcer(IV)-nitrat	293	Doppelnitrate mit Hydrazoniumnitrat	298
Das System		Hydrazoniumlanthannitrat	298
$(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6 \cdot \text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	293	Hydrazoniumcer(III)-nitrat	299
$(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$	293	Methylammoniumcer(III)-nitrat	299
Ammoniumpraseodymnitrat	295	Das System	
Ammoniumneodymnitrat	296	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{NO}_3 \cdot \text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	299
Ammoniumeuropiumnitrat	297	Chinoliniumlanthannitrat	299

Table of Contents.

(Inhaltsverzeichnis s. S. I)

As in Section C 1 data which are generally valid for a given class of compounds and other similar information are first presented in separate chapters; the treatment of special systems and compounds then follows. For the selection of material and for symbols and units used see the Preface of Section C 1.

	Page		Page
3 Compounds of Scandium, Yttrium, Lanthanum, and the Lanthanides with Hydrogen and Oxygen	1	Chemical Reactions	15
3-1 Hydrido-oxides	1	On Heating	15
3-2 Hydroxides	1	Catalytic Activity	16
3-2.1 Dihydroxide	1	With Water	16
Europium(II) Hydroxide Monohydrate	1	With Acids and Bases	18
3-2.2 Trihydroxides	2	Reactions of Trihydroxide Suspensions with CO_2 and Sodium Potassium Tartrate	19
Comparative Data	2	Individual Trihydroxides	19
Formation, Preparation	2	Scandium Trihydroxide $\text{Sc}(\text{OH})_3$	19
Preparation from Metals and Solid Compounds of Y, La, or the Lanthanides	2	General	19
Preparation from Solutions	3	Formation, Preparation	20
Precipitation with Aqueous Ammonia or Tetramethylammonium Hydroxide	3	Review	20
Precipitation with Aqueous NaOH or KOH	4	Preparation by Precipitation with Aqueous Ammonia	20
Hydrolysis of Salt Solutions by Ion Exchangers	5	Preparation by Precipitation with Sodium Hydroxide and Potassium Hydroxide	21
Formation and Preparation of Crystalline Trihydroxides	5	Crystallographic Properties and Density	22
At Atmospheric Pressure	5	Thermal Properties	23
At Elevated Pressure	6	Optical Properties	23
Crystallographic Properties and Bond	8	Chemical Reactions	24
Molar Volume, Density	10	On Heating	24
Thermal Properties	10	With Water and Bases	24
Magnetic Properties	12	With Aqueous Acids and Salts of Inorganic Acids	25
Optical Properties	13	Scandium Trihydroxide Sol	26
		Yttrium Trihydroxide $\text{Y}(\text{OH})_3$	27
		Formation, Preparation	27
		Crystallographic Properties	
		Density	28

	Page		Page
Thermal Properties	29	Physical Properties	50
Optical Properties	30	Chemical Reactions	51
Chemical Reactions	30	Neodymium Trihydroxide $\text{Nd}(\text{OH})_3$	52
Yttrium Trihydroxide Sol	31	Formation, Preparation	52
Lanthanum Trihydroxide $\text{La}(\text{OH})_3$	31	Preparation from Neodymium	
Formation, Preparation	31	Oxide	52
Preparation by Hydration of		Preparation by Precipitation from	
Lanthanum and Lanthanum		Neodymium Salt Solutions	52
Compounds	32	Hydrothermal Preparation	53
Preparation by Precipitation		Physical Properties	54
with Ammonia	32	Chemical Reactions	55
Preparation by Precipitation with		Neodymium Trihydroxide Sol	56
Sodium Hydroxide	33	Promethium Trihydroxide $\text{Pm}(\text{OH})_3$	56
Hydrothermal Preparation	35	Samarium Trihydroxide $\text{Sm}(\text{OH})_3$	57
Crystallographic Properties	35	Formation, Preparation	57
Thermal Properties	36	From Solid Sm_2O_3 or SmN	57
Paramagnetic Resonance	36	Precipitation from Aqueous	
Optical Properties	36	Samarium Salt Solutions	57
Chemical Reactions	37	Hydrothermal Preparation	58
With Elementary Particles	37	Physical Properties	58
On Heating	37	Chemical Reactions	59
With Inorganic Compounds		Europium Trihydroxide $\text{Eu}(\text{OH})_3$	60
and Acids	38	Formation, Preparation	60
With Organic Compounds		Preparation from Europium Metal,	
Catalytic Activity	39	Amalgam, Eu_3O_4 , or	
Aqueous Solution of $\text{La}(\text{OH})_3$	40	$\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	60
Solubility	40	Precipitation from Aqueous	
Solubility and Activity Products	40	Solutions	61
Basicity and Electrical		Physical Properties	61
Conductivity	41	Chemical Reactions	62
Lanthanum Trihydroxide Sol	41	Gadolinium Trihydroxide $\text{Gd}(\text{OH})_3$	62
Formation, Preparation	41	Formation, Preparation	62
Nature and Composition		Physical Properties	63
Stability	42	Chemical Reactions	65
Properties	42	Terbium Trihydroxide $\text{Tb}(\text{OH})_3$	65
Cerium Trihydroxide $\text{Ce}(\text{OH})_3$	43	Formation, Preparation	65
Formation, Preparation	43	Physical Properties	66
Preparation from Cerium and		Chemical Reactions	68
Solid Cerium Compounds	43	Dysprosium Trihydroxide $\text{Dy}(\text{OH})_3$	68
Preparation from Solutions	43	Formation, Preparation	68
Electrolytic Preparation	45	Physical Properties	68
Physical Properties	46	Chemical Reactions	70
Chemical Reactions	46	Holmium Trihydroxide $\text{Ho}(\text{OH})_3$ and	
Behavior as Reductant	46	$\text{Y}(\text{OH})_3$ Doped with Ho^{3+}	70
Behavior as Adsorption Agent		Formation, Preparation	70
and Ion Exchanger	47	Physical Properties	71
Catalytic Activity	47	Chemical Reactions	72
Solubility, Solubility and		Erbium Trihydroxide $\text{Er}(\text{OH})_3$	72
Activity Products	48	Formation, Preparation	72
Praseodymium Trihydroxide $\text{Pr}(\text{OH})_3$	48	Physical Properties	72
Formation, Preparation	48	Chemical Reactions	73
Preparation from Praseodymium		Thulium Trihydroxide $\text{Tm}(\text{OH})_3$	75
Oxides	49	Ytterbium Trihydroxide $\text{Yb}(\text{OH})_3$	75
Preparation by Precipitation from		Lutetium Trihydroxide $\text{Lu}(\text{OH})_3$	76
Solutions	49	Formation, Preparation	76
Hydrothermal Preparation	50	Properties	77

	Page		Page
3-2.3 Cerium(IV) Hydroxide $\text{Ce}(\text{OH})_4$	77	Holmium Oxide Hydroxides	104
Formation. Preparation	77	$\text{HoO}(\text{OH})$	104
Preparation from Cerium Amalgam and Cerium(III) Hydroxide	78	$\text{HoO}_{0.25}(\text{OH})_{2.5}$	104
Preparation from Aqueous Solutions Containing Ce^{4+}	79	Erbium and Thulium Oxide Hydroxides $\text{ErO}(\text{OH})$, $\text{TmO}(\text{OH})$	104
Preparation from Aqueous Solutions Containing Ce^{3+}	80	Ytterbium and Lutetium Oxide Hydroxides $\text{YbO}(\text{OH})$, $\text{LuO}(\text{OH})$	104
Physical Properties	80	3-4 Peroxo Compounds	105
Chemical Reactions	80	3-4.1 Comparative Data	105
Reactions on Heating	80	Formation. Preparation	106
Reactions with Chemical Compounds	81	Properties	107
Behavior in Adsorption and as Ion Exchanger	82	3-4.2 Data on Specific Peroxo Compounds	109
Solubility. Solubility Product	82	Scandium Peroxides	109
Cerium(IV) Hydroxide Sol	82	Yttrium Peroxides	110
Formation. Preparation	82	Lanthanum Peroxides	110
Nature and Stability	83	Cerium Peroxides	111
Properties	85	Praseodymium Peroxides	112
3-2.4 Hydroxo Complex Ions	86	Neodymium Peroxides	112
Scandium	86	Samarium Peroxides. Erbium Peroxides	113
Yttrium, Lanthanum, and Trivalent Lanthanides	88	Peroxides of Gd, Dy, Ho, and Lu	113
Hydroxo Complex Ions of Tetravalent Cerium and Praseodymium	90	4 Alkali Oxometallates and Alkali Hydroxometallates of Sc, Y, La, and Lanthanides	114
3-3 Oxide Hydroxides	93	4-1 Oxometallates	114
3-3.1 Comparative Data	93	4-1.1 Review	114
Formation. Preparation	93	4-1.2 Lithium Oxometallates	114
Crystallographic Properties and Density	95	Comparative Data on Lithium Oxometallates(III)	114
Magnetic Properties	96	Formation. Preparation	114
Optical Properties	97	Crystallographic Properties	115
3-3.2 Data on Specific Oxide Hydroxides	98	Other Physical Properties	117
Scandium Oxide Hydroxide $\text{ScO}(\text{OH})$	98	Comparative Data on Lithium Oxometallates(IV)	117
Formation. Preparation	98	Data on Specific Lithium Oxometallates	118
Physical Properties	98	LiScO_2	118
Chemical Reactions	99	Formation. Preparation	118
Yttrium Oxide Hydroxide $\text{YO}(\text{OH})$	99	Physical Properties	118
Formation. Preparation	99	Chemical Reactions	119
Crystallographic Properties	99	LiYO_2	119
Other Physical Properties	100	Formation. Preparation	119
Lanthanum Oxide Hydroxides	101	Crystallographic Properties	120
$\text{LaO}(\text{OH})$	101	Chemical Reactions	121
Formation. Preparation	101	LiLaO_2	121
Physical Properties	101	Li_6CeO_6	121
Chemical Reactions	102	Lithium Praseodymium Oxides	121
$\text{La}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ and $3\text{La}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	102	LiPrO_2	121
Praseodymium Oxide Hydroxide $\text{PrO}(\text{OH})$	102	Li_2PrO_3 , Li_6PrO_6	121
Neodymium Oxide Hydroxides $\text{NdO}(\text{OH})$, $3\text{Nd}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $3\text{Nd}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	102	LiNdO_2	122
Samarium Oxide Hydroxide $\text{SmO}(\text{OH})$	103	LiSmO_2	122
Europium Oxide Hydroxide $\text{EuO}(\text{OH})$	103	Lithium Europium Oxides	122
Gadolinium and Terbium Oxide Hydroxides $\text{GdO}(\text{OH})$, $\text{TbO}(\text{OH})$	103	LiEu_3O_4	122
Dysprosium Oxide Hydroxide $\text{DyO}(\text{OH})$	104	Formation. Preparation	122
		Crystallographic Properties	122
		Chemical Reactions	123

	Page		Page
LiEuO ₂	123	Potassium Terbium Oxides	139
LiGdO ₂	124	KTbO ₂	139
Lithium Terbium Oxides	124	K ₂ TbO ₃	139
LiTbO ₂	124	KDyO ₂ , KHoO ₂	139
Li ₂ TbO ₃ , Li ₈ TbO ₆	125	KErO ₂	139
LiYbO ₂	125	KYbO ₂	139
4-1.3 Sodium Oxometallates	125	4-1.5 Rubidium Oxometallates	139
Comparative Data on Sodium Oxometallates(III)	125	Comparative Data on Rubidium Oxometallates(III)	140
Formation, Preparation	125	Formation, Preparation	140
Physical Properties	127	Properties	140
Polymorphism	127	Data on Specific Rubidium Oxometallates	140
Structure and Other Physical Properties	127	RbScO ₂	140
Chemical Reactions	129	RbYO ₂	141
Comparative Data on Sodium Oxometallates(IV)	129	RbMO ₂ with M = Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu	141
Data on Specific Sodium Oxometallates	130	Rb ₂ TbO ₃	141
NaScO ₂	130	4-1.6 Caesium Oxometallates	141
NaYO ₂	131	CsScO ₂	141
NaLaO ₂	131	CsYO ₂	142
Na ₂ CeO ₃	132	Cs ₂ TbO ₃	142
Na ₂ PrO ₃ , Na _{1.8} Pr _{0.8} La _{0.2} O _{2.8}	132	4-2 Hydroxometallates	142
NaNdO ₂	132	4-2.1 Lithium Hydroxoscandate	143
NaSmO ₂ , NaEuO ₂	132	4-2.2 Sodium Hydroxometallates	143
NaGdO ₂	133	Na[Sc(OH) ₄]	143
Sodium Terbium Oxides	133	Na ₃ [Sc(OH) ₆]	143
NaTbO ₂	133	Na ₃ [Sc(OH) ₆] · 2H ₂ O	143
Na ₂ TbO ₃	133	Na ₃ [Y(OH) ₆], Na[Y(OH) ₄]	143
NaDyO ₂ , NaHoO ₂	134	Na[Nd(OH) ₄]	144
NaErO ₂	134	Na ₃ [Yb(OH) ₆]	144
NaTmO ₂	135	Na[Er(OH) ₄]	144
NaYbO ₂	135	Na ₃ [Lu(OH) ₆]	144
NaLuO ₃	135	4-2.3 Potassium Hydroxometallates	144
4-1.4 Potassium Oxometallates	135	K ₃ [Sc(OH) ₆], K ₃ [Sc(OH) ₆] · 2H ₂ O	144
Comparative Data on Potassium Oxometallates(III)	135	K ₂ [Sc(OH) ₅ · H ₂ O] · 3H ₂ O	145
Formation, Preparation	136	K ₃ [Y(OH) ₆], K[Y(OH) ₄]	145
Physical Properties	136	5 Compounds of Sc, Y, La, and the Lanthanides with Nitrogen	146
Chemical Reactions	136	5-1 Nitrides	146
Comparative Data on Potassium Oxometallates(IV)	137	5-1.1 Comparative Data on Mononitrides	146
Data on Specific Oxometallates	137	Formation, Preparation	146
KScO ₂	137	Crystallographic Properties	148
KYO ₂	137	Mechanical Properties	149
KLaO ₂	137	Thermal Properties	149
Potassium Cerium Oxides	138	Thermal Expansion, Melting Point	149
KCeO ₂	138	Thermodynamic Data	150
K ₂ CeO ₃	138	Heat Capacity and Debye Temperature	150
Potassium Praseodymium Oxides	138	Magnetic Properties	151
KPrO ₂	138	General	151
K ₂ PrO ₃	138	Type of Ordering and Magnetic Data	151
KNdO ₂	138	Electrical Properties	153
KSmO ₂ , KEuO ₂ , KGdO ₂	139	Band Structure	153

	Page		Page
Electrical Conductivity and Thermoelectric Power	154	Chemical Reactions	172
Optical Properties	155	Europium Nitride	172
Chemical Reactions	155	Gadolinium Nitride	173
5-1.2 Comparative Data on Higher Nitrides	156	Formation, Preparation	173
5-1.3 Data on Specific Nitrides	157	Crystallographic and Mechanical Properties	173
Scandium Nitride	157	Thermal Properties	174
Formation, Preparation	157	Magnetic and Electrical Properties	174
Crystallographic Properties, Density	157	Chemical Reactions	175
Nuclear Magnetic Resonance	158	The Gd-La-N System	175
Thermal Properties	158	The Gd-Pr-N System	175
Electrical Properties	158	Terbium Nitride	175
Band Structure	158	Dysprosium Nitride	176
Other Electrical Properties	159	Holmium Nitride	176
Optical Properties	160	Erbium Nitride	177
Chemical Reactions	160	Thulium Nitride	177
Yttrium Nitride	161	Ytterbium Nitride	178
Formation, Preparation	161	Binary Nitride	178
Crystallographic Properties, Density	161	The Yb-Gd-N System	179
Thermal Properties	162	Lutetium Nitride	179
Magnetic, Electrical, and Optical Properties	162	5-1.4 Oxide Nitrides	179
Chemical Reactions	162	The La-O-N System	179
Lanthanum Nitride	162	The Ce-O-N System	179
Formation, Preparation	162	The Pr-O-N System	180
Crystallographic Properties	163	The Sm-O-N System	180
Thermal Properties	163	The Eu-O-N System	180
Magnetic Properties	164	The Gd-O-N System	181
Electrical Properties	164	5-2 Imides	181
Chemical Reactions	164	5-3 Amides	181
Cerium Nitride	165	5-3.1 Review	181
The Ce-N System	165	5-3.2 Diamides	182
Preparation	165	Eu(NH ₂) ₂	182
Crystallographic Properties, Density	166	Yb(NH ₂) ₂	183
Thermal Properties	167	5-3.3 Triamides	184
Magnetic Properties	167	Y(NH ₂) ₃	184
Electrical Properties	168	La(NH ₂) ₃	184
Chemical Reactions	169	Sm(NH ₂) ₃	184
The Ce-Li-N System	169	Yb(NH ₂) ₃	184
Praseodymium Nitride	169	5-3.4 Alkali Yttrium Amides	
Formation, Preparation	169	Alkali Lanthanide Amides	185
Crystallographic Properties, Density	169	Na[M(NH ₂) ₄] with M = Y, Yb	185
Thermal Properties	170	Na[Y(NH ₂) ₄]	185
Magnetic and Electrical Properties	170	Na[Yb(NH ₂) ₄]	186
Chemical Reactions	170	Na ₃ [M(NH ₂) ₆]	187
Neodymium Nitride	170	Na ₃ [Y(NH ₂) ₆]	187
Preparation	170	Na ₃ [Yb(NH ₂) ₆]	188
Crystallographic Properties, Density	171	K ₃ [La(NH ₂) ₆], K[La ₂ (NH ₂) ₇]	189
Other Physical Properties	171	5-4 Azides and Hydroxide Azides	190
Chemical Reactions	171	5-5 Nitrites	191
Samarium Nitride	171	5-5.1 Comparative Data on Nitrites	191
Formation, Preparation	171		
Thermal Properties	172		
Magnetic and Electrical Properties	172		

	Page		Page
5-5.2 Data on Specific Nitrites	192	$\text{Sc}_2\text{O}_3(\text{NO}_3)_n \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	231
$\text{Ce}(\text{NO}_2)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	192	$\text{Sc}_2\text{O}_3(\text{NO}_3)_2$	232
$\text{Ce}(\text{NO}_2)_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	192	$\text{Sc}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{HNO}_3$	233
$\text{Pr}(\text{NO}_2)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	193	Yttrium Nitrates	233
$\text{Sm}(\text{NO}_2)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	193	$\text{Y}(\text{NO}_3)_3$	233
5-5.3 Mixed Nitrites of the $\text{A}_3\text{M}(\text{NO}_2)_6$		$\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	233
Type	193	$\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	234
5-6 Nitrates	195	$\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	234
5-6.1 Comparative Data on Nitrates	195	$\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	234
Anhydrous Nitrates of the $\text{M}(\text{NO}_3)_3$ Type	196	Aqueous Solution of $\text{Y}(\text{NO}_3)_3$	234
Formation, Preparation	196	Yttrium Oxide Nitrates	
Physical Properties	197	Yttrium Hydroxide Nitrates	234
Chemical Reactions	198	Lanthanum Nitrates	235
Water-containing Nitrates of the		The $\text{La}(\text{NO}_3)_3(-\text{HNO}_3)-\text{H}_2\text{O}$ System	235
$\text{M}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Type	199	$\text{La}(\text{NO}_3)_3$	237
Formation, Preparation	199	$\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	238
Crystallographic Properties	200	$\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	240
Mechanical and Thermal Properties	200	$\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	240
Magnetic Properties	202	$\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	240
Optical Properties	202	$\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	240
Chemical Reactions	205	$\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	240
On Heating	205	Aqueous Solution of $\text{La}(\text{NO}_3)_3$	240
Reactions with Water	206	Nonaqueous Solution of $\text{La}(\text{NO}_3)_3$	242
Reactions with Other Compounds	207	Lanthanum Oxide Nitrates	
Aqueous Solutions of Nitrates	208	Lanthanum Hydroxide Nitrates	242
Nature of Solution	208	The $\text{La}(\text{NO}_3)_3-\text{Y}(\text{NO}_3)_3-\text{HNO}_3-\text{H}_2\text{O}$	
Complex Formation	208	System	243
Coordination	210	Cerium Nitrates	243
Complex Formation Constants	211	Cerium(III) Nitrates	243
Formation Parameters	214	The $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3(-\text{HNO}_3)-\text{H}_2\text{O}$	
Complex Formation Mechanism	214	System	243
Mechanical Properties	215	$\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$	245
Density, Molar Volume	215	$\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	245
Viscosity	216	$\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	247
Thermal Properties	217	$\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	247
Optical Properties	219	$\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	247
Refractive Index, Molar Refraction	219	Aqueous Solution of $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$	247
Magneto-optical Properties	220	Nonaqueous Solution of $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$	248
Raman Spectra	220	Cerium(III) Oxide Nitrates	
Electrochemical Properties	221	Cerium(III) Hydroxide Nitrates	248
Nonaqueous Solutions of Nitrates	222	Cerium(IV) Nitrates	249
Reactions in Fused Alkali Nitrates	224	The $\text{CeO}_2-\text{N}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ System	249
Oxide and Hydroxide Nitrates	224	$\text{Ce}(\text{NO}_3)_4$	250
5-6.2 Data on Specific Nitrates	225	$\text{Ce}(\text{NO}_3)_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	250
Scandium Nitrates	225	Cerium(IV) Oxide Nitrates	
The $\text{Sc}_2\text{O}_3-\text{N}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ System	225	Cerium(IV) Hydroxide Nitrates	250
$\text{Sc}(\text{NO}_3)_3$	226	$\text{CeOH}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	250
$\text{Sc}(\text{NO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	226	$3.5\text{CeO}_2 \cdot \text{N}_2\text{O}_5 \cdot 5.5\text{H}_2\text{O}$	251
$\text{Sc}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	228	The $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}-$	
$\text{Sc}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	228	$\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ System	251
Aqueous Solutions of $\text{Sc}(\text{NO}_3)_3$	228	Praseodymium Nitrates	251
Scandium Oxide Nitrates		Praseodymium(III) Nitrates	251
Scandium Hydroxide Nitrates	229	The $\text{Pr}(\text{NO}_3)_3(-\text{HNO}_3)-\text{H}_2\text{O}$	
$\text{ScOH}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	229	System	251
$\text{Sc}_2\text{O}_3(\text{NO}_3)_6 \cdot 6.5(7)\text{H}_2\text{O}$	231	$\text{Pr}(\text{NO}_3)_3$	252
		$\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	252

	Page		Page
$\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	254	Erbium Nitrates	274
$\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	255	Ytterbium Nitrates	275
$\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	255	Ytterbium Oxide Nitrate	
$\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	255	Ytterbium Hydroxide Nitrates	276
$\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	255	Thulium Nitrates	277
Praseodymium(III) Oxide Nitrate	255	Lutetium Nitrates	277
Praseodymium(III) Hydroxide		5-6.3 Double Compounds with Nitrates of	
Nitrates	255	Alkali Metals, Ammonium,	
Praseodymium(IV) Nitrates	255	and Substituted Ammonium Bases	278
The $\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -		The $\text{LiNO}_3\text{-M}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$ System	279
$\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O-H}_2\text{O}$ System	256	The $\text{LiNO}_3\text{-Ce}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$ System	279
Neodymium Nitrates	256	Double Nitrates with Sodium Nitrate	280
The $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3\text{-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ System	256	The $\text{NaNO}_3\text{-La}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$ System	280
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3$	257	$\text{Na}_2\text{La}(\text{NO}_3)_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	280
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	258	The $\text{NaNO}_3\text{-Ce}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$ System	280
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	259	$\text{Na}_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_5, \text{Na}_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$	280
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	259	$\text{Na}_2\text{Pr}(\text{NO}_3)_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$	281
Neodymium Oxide Nitrates		Double Nitrates with Potassium Nitrate	281
Neodymium Hydroxide Nitrates	260	Potassium Scandium Nitrate	281
The $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3\text{-La}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$		Potassium Lanthanum Nitrate	282
System	260	The $\text{KNO}_3\text{-La}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$ System	282
The $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -		$\text{K}_2\text{La}(\text{NO}_3)_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	282
$\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ System	260	Potassium Cerium Nitrates	282
The $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3\text{-Pr}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$		Potassium Cerium(III) Nitrate	282
System	261	The $\text{KNO}_3\text{-Ce}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$	
Promethium Nitrate	261	System	282
Samarium Nitrates	261	$\text{K}_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_5 \cdot \text{K}_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	282
The $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3\text{-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ System	261	Potassium Cerium(IV) Nitrates	283
$\text{Sm}(\text{NO}_3)_3$	263	Potassium Praseodymium Nitrate	283
$\text{Sm}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	263	Potassium Neodymium Nitrate	
$\text{Sm}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	264	Potassium Samarium Nitrate	284
Samarium Oxide Nitrate		Potassium Erbium Nitrate	284
Samarium Hydroxide Nitrates	265	Potassium Thulium Nitrate	284
The $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3\text{-La}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$		The $\text{NaNO}_3\text{-KNO}_3\text{-Nd}(\text{NO}_3)_3$ System	284
System	265	Double Nitrates with Rubidium Nitrate	285
The $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3\text{-Nd}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$		Rubidium Scandium Nitrate	285
System	265	The $\text{RbNO}_3\text{-Y}(\text{NO}_3)_3\text{-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$	
Europium Nitrates	266	System	285
The $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3\text{-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ System	266	Rubidium Lanthanum Nitrates	286
$\text{Eu}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($n = 0$ to 6)	267	Rubidium Cerium Nitrates	286
Gadolinium Nitrates	269	Rubidium Cerium(III) Nitrate	286
$\text{Gd}(\text{NO}_3)_3$ and Hydrates	269	The $\text{RbNO}_3\text{-Ce}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$	
Gadolinium Oxide Nitrates	270	System	286
Aqueous Solution of $\text{Gd}(\text{NO}_3)_3$	270	$\text{Rb}_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_5$	
The $\text{Gd}(\text{NO}_3)_3\text{-Y}(\text{NO}_3)_3\text{-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$		$\text{Rb}_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_5 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	287
System	271	Rubidium Cerium(IV) Nitrate	287
The $\text{Gd}(\text{NO}_3)_3\text{-Sm}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$		Rubidium Praseodymium Nitrates	287
System	271	Rubidium Neodymium Nitrates	288
Terbium Nitrates	271	Rubidium Lanthanide Nitrates	288
Terbium Hydroxide Nitrates	272	Double Nitrates with Caesium Nitrate	289
Dysprosium Nitrates	272	Caesium Scandium Nitrate	289
Holmium Nitrates	273	Caesium Lanthanum Nitrate	289
$\text{Ho}(\text{NO}_3)_3$ and Hydrates	273	Caesium Cerium Nitrates	289
Holmium Oxide Nitrates		Caesium Cerium(III) Nitrates	289
Holmium Hydroxide Nitrate	274	Caesium Cerium(IV) Nitrate	290
(Ho, Y) $(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	274		

	Page		Page
Double Nitrates with Ammonium Nitrate	290	Ammonium Erbium Nitrate	298
Ammonium Yttrium Nitrate	290	Ammonium Lutetium Nitrate	298
Ammonium Lanthanum Nitrates	291	Ammonium Potassium	
Ammonium Cerium Nitrates	292	Lanthanum Nitrates	
Ammonium Cerium(III) Nitrates	292	Ammonium Caesium	
Ammonium Cerium(IV) Nitrates	293	Lanthanum Nitrates	298
The $(\text{NH}_4)_2\text{-Ce}(\text{NO}_3)_6\text{-HNO}_3\text{-}$		Double Nitrates with Hydrazinium	
H_2O System	293	Nitrate	298
$(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$	293	Hydrazinium Lanthanum Nitrates	298
Ammonium Praseodymium Nitrates	295	Hydrazinium Cerium(III) Nitrate	299
Ammonium Neodymium Nitrates	296	Methylammonium Cerium(III) Nitrate	299
Ammonium Europium Nitrate	297	The $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{NO}_3\text{-Ce}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$	
Ammonium Gadolinium Nitrate	297	System	299
		Quinolinium Lanthanum Nitrate	299

3 Verbindungen von Scandium, Yttrium, Lanthan und den Lanthaniden mit Wasserstoff und Sauerstoff

Compounds
of
Scandium
Yttrium,
Lanthanum,
and the
Lanthanides
with
Hydrogen
and Oxygen
Hydrid-
oxides

3-1 Hydridoxide

Zur Darstellung der Hydridoxide LaH_2O , CeH_2O und PrH_2O wird das Gemisch aus dem entsprechenden Oxid und Hydrid zu Kugeln zusammengepreßt und im Vakuum auf 795, 750 bzw. 500 °C erhitzt. Das dunkelgraue $\text{LaH}_{0,78}\text{O}$ entsteht hierbei ohne H_2 -Entwicklung, bei der Bildung von rotem $\text{CeH}_{0,90}\text{O}$ und weißem $\text{PrH}_{0,54}\text{O}$ wird H_2 frei. Alle drei Verbindungen sind kubisch-flächenzentriert mit $a = 5,72$, $5,64$ bzw. $5,59$ Å. Im Bereich von 80,9 bis 1014 K ist $\text{CeH}_{0,90}\text{O}$ paramagnetisch und zeigt bei etwa 650 K schwachen Ferromagnetismus, der bei 940 K wieder verschwindet. Gegenüber Luft und H_2O sind die Verbindungen nicht beständig, sie sind jedoch beständiger als die entsprechenden Hydride. In H_2O entwickelt sich langsam H_2 , in Säuren ausgeprägter. Beim Anzünden an der Luft verläuft die Reaktion von selbst unter Bildung von La_2O_3 , CeO_2 bzw. Pr_2O_3 . Carter [1]. — Grauschwarzes feuerfestes Material der Zusammensetzung $\text{CeH}_{0,5}\text{O}_{0,75}$ mit $a = 5,64$ Å und einer Dichte von $5,67$ g/cm³ entsteht bei einstündigem Erhitzen eines Gemischs aus Ce_2O_3 (10,32 g) und Cerhydrid (14,22 g) in H_2 -Atmosphäre von 500 Torr bei 1250 °C. United Kingdom Atomic Energy Authority [2].

Literatur:

[1] F. L. Carter (in: J. F. Nachman, O. L. Carter, 2nd Conf. Rare Earth Res., Glenwood Springs, Colo., 1963 [1962], S. 311/20; C.A.B. 61 [1964] 2698). — [2] United Kingdom Atomic Energy Authority, W. J. Kramers, W. Bradshaw, J. R. Smith, R. P. Sinden, P. S. Rogers (B.P. 960720 [1958/64]; C.A.B. 61 [1964] 7915)

3-2 Hydroxide

Hydroxide
Dihydroxide

3-2.1 Dihydroxid

Von Dihydroxiden der Lanthanide ist bis jetzt nur das Europiumdihydroxid bekannt.

Europium(II)-hydroxidmonohydrat $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Bildung und Darstellung

An feuchter Luft bildet sich auf Eu-Metall bei Raumtemperatur ein gelbes, beim langen Stehen in eine weißliche Verbindung übergehendes Produkt. Mit H_2O reagiert Eu-Metall heftig, wobei auch zuerst das gelbe, ziemlich lösliche Produkt entsteht, das auf Grund seiner Reaktion mit Salpetersäure, der Gewichtsveränderung der Eu-Metallspäne und auf Grund des IR-Spektrums als $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ anzusehen ist, Spedding u.a. [1]. Das nach dieser Methode erhaltene Produkt enthält stets erhebliche, gravimetrisch nicht nachweisbare Mengen $\text{Eu}(\text{OH})_3$. Die Darstellung von kristallinem $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ gelingt aber durch Eintragen von Metallspänen des Europium in carbonatfreie 10n-NaOH-Lösung unter Schutzgas bei Raumtemperatur, wobei die Reaktion erst durch Reiben ausgelöst wird, dann aber unter H_2 -Entwicklung in wenigen Sekunden abläuft. Das feinkörnige Reaktionsprodukt wird mit Äthanol gewaschen und im Hochvakuum bei Raumtemperatur getrocknet. Das leuchtend gelbe Produkt ist fast frei von $\text{Eu}(\text{OH})_3$ und zeigt scharfe Interferenzlinien, Bärnighausen [2]. Europium(II)-hydroxid erhält man, indem man 0,1 molare EuCl_2 -Lösung durch einen „Jones-Reduktor“ schickt und unmittelbar danach (in inerter Atmosphäre) in eiskalte, carbonatfreie 10n-NaOH-Lösung einlaufen läßt. Das gelbe Produkt wird wiederholt mit CO_2 -freier NaOH-Lösung, dann mit eiskaltem H_2O und mit Äthanol gewaschen, getrocknet wird im Vakuum bei Raumtemperatur. Das so erhaltene Produkt enthält noch 1,5 mol Kristallwasser, von dem beim Erhitzen auf 100 °C im Vakuum nur 0,5 mol unter Bildung des schwefelgelben Monohydrats abge-

Europium(II)
Hydroxide
Mono-
hydrate

spalten werden. Wasserfreies $\text{Eu}(\text{OH})_2$ kann nicht isoliert werden, Garton, Hukin [3], s. auch Brauer [4]. Nach [2] fallen nach der Methode von [3] eher Gemische von $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ und $\text{Eu}(\text{OH})_3$ an als reines $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, s. auch [4].

$\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ bildet sich neben $\text{Eu}(\text{OH})_3$ bei der Zersetzung von Eu_3O_4 bei längerer Lagerung an feuchter Luft nach $\text{Eu}_3\text{O}_4 + 5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Eu}(\text{OH})_3 + \text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, Bärnighausen [5].

Kristallographische Eigenschaften

Nach Guinier-Aufnahmen kristallisiert das mit $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ und $\text{Sr}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ isotype $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ in der rhombischen Raumgruppe $\text{P}_{21}\text{am}-\text{C}_{2v}^2$ mit den Gitterkonstanten $a = 6.701 \pm 0.002$, $b = 6.197 \pm 0.002$, $c = 3.652 \pm 0.001$ Å; $Z = 2$. Röntgendichte $D = 4.467$ g/cm³ [2]. Jedes Eu-Atom ist von 6 OH-Ionen und 2 H_2O -Molekülen umgeben, von denen die OH-Ionen in Form eines trigonalen Prismas angeordnet sind und die H_2O -Moleküle über zwei der Prismenflächen liegen [4]. Das nach der Methode von [3] erhaltene Produkt ist röntgenamorph [2].

Chemisches Verhalten

Das Monohydrat ist bei Raumtemperatur an der Luft stabil, im Vakuum ist es bis 450 °C beständig, danach zersetzt es sich schnell zu einem schwarzen Pulver. Zwölfstündiges Erhitzen auf 500 °C ergibt ein saftschwarzes Produkt, weiteres zwölfstündiges Erhitzen auf 700 °C ein Produkt mit purpurähnlichen Farbtönen, wie sie das aus Eu-Metall gewonnene EuO hat [3]. Das nach der Methode von [3] bei 0 °C erhaltene gelbe $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ geht beim Erwärmen auf 100 °C im Hochvakuum zum großen Teil in $\text{Eu}(\text{OH})_3$ über [2]. Beim allmählichen Erhitzen auf 300 °C unter Ar wandelt sich $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ über die Zwischenstufe $\text{Eu}(\text{OH})_3$ in reines $\text{EuO}(\text{OH})$ um, Bärnighausen [6]. Bei der Entwässerung zersetzt sich $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ zu $\text{Eu}(\text{OH})_3$ oder Europiumoxiden [4]. Selbst beim Aufbewahren unter Schutzgas geht $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ allmählich in $\text{Eu}(\text{OH})_3$ über. Nach 9 d sind bereits 50% zersetzt, ohne daß sich die gelbe Farbe des $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ändert; erst nach weiteren sechs Wochen tritt Farbumschlag durch den ansteigenden $\text{Eu}(\text{OH})_3$ -Anteil ein [2]. — Die Zersetzung des $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ zu $\text{Eu}(\text{OH})_3 + 1/2 \text{H}_2$ ist zum Teil aus der Analogie der Strukturen dieser beiden Verbindungen zu erklären [4]. In siedendem H_2O ist $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ instabil [3].

Literatur:

- [1] F. H. Spedding, J. J. Hanak, A. H. Daane (Trans. AIME **212** [1958] 379/83). — [2] H. Bärnighausen (Z. Anorg. Allgem. Chem. **342** [1966] 233/9). — [3] G. Garton, D. A. Hukin (in: K. S. Vorres, Proc. 3rd Conf. Rare Earth Res., Clearwater, Fla., 1963 [1964], S. 3/10). — [4] G. Brauer (in: L. Eyring, Progr. Sci. Technol. Rare Earths **3** [1968] 434/58, 452/6). — [5] H. Bärnighausen (J. Prakt. Chem. [4] **34** [1965] 1/14, 11). — [6] H. Bärnighausen (Acta Cryst. **19** [1965] 1047).

Trihydroxide 3-2.2 Trihydroxide

Comparative Data 3-2.2.1 Vergleichende Angaben

Formation. 3-2.2.1.1 Bildung und Darstellung

Preparation 3-2.2.1.1.1 Darstellung aus Metall und festen Verbindungen von Y, La und den Lanthaniden

Über die hydrothermale Darstellung s. S. 6/7.

Lanthan- und gebleiztes Cermetall werden von der Luft angegriffen. Bei Ce wird, wie aus Debye-Scherrer-Diagrammen hervorgeht, zunächst Ce_2O_3 gebildet, das in Gegenwart von Feuchtigkeit in $\text{Ce}(\text{OH})_3$ übergeht, daneben entsteht auch noch CeO_2 ; bei Lanthan entsteht primär nur La_2O_3 , das in $\text{La}(\text{OH})_3$ übergeht, Barbezat, Lories [1].

La_2O_3 , Ce_2O_3 und Pr_2O_3 bilden in Gegenwart von H_2O Trihydroxide unter Volumenvergrößerung, durch die sich keine am Oxid haftende Hydroxid-Schutzschicht bilden kann [1]. La_2O_3 hydratisiert schneller als Nd_2O_3 , Foex [2]. La_2O_3 , Nd_2O_3 , Sm_2O_3 und Gd_2O_3 reagieren bei 10- bis 100stündiger Behandlung mit siedendem H_2O oder bei 24stündiger mit H_2O von 350 °C zu $\text{M}(\text{OH})_3$. Das Y_2O_3 und die Oxide von Ho bis Lu reagieren mit siedendem H_2O kaum. Ho_2O_3 bis Lu_2O_3 bilden bei Behandlung mit H_2O von 350 °C Monohydrate. Pr_6O_{11} und Tb_4O_7 nehmen < 2 Moleküle H_2O auf, Timofeeva u.a. [3]. Die Darstellung von $\text{Y}(\text{OH})_3$, $\text{La}(\text{OH})_3$, $\text{Sm}(\text{OH})_3$ und $\text{Er}(\text{OH})_3$ gelingt durch Hydratation der Oxide bei 160, etwa 20, 100 bzw. 160 °C (die Oxide werden durch Entwässerung der durch Fällung erhaltenen Trihydroxide bei 300, 400, 350 bzw. 330 °C in Abwesenheit von CO_2 hergestellt), Fricke Löffler [4].