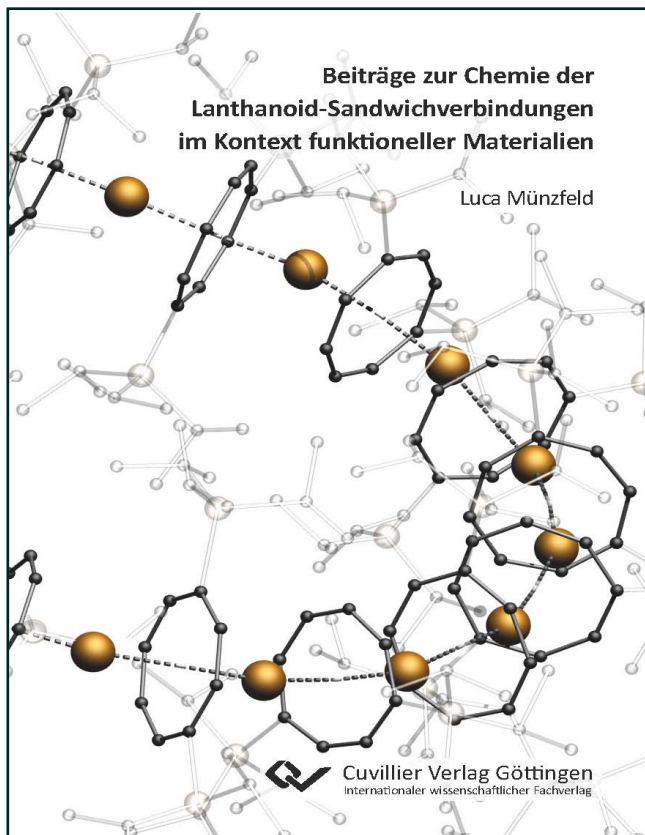




Luca Münzfeld (Autor)

## Beiträge zur Chemie der Lanthanoid-Sandwichverbindungen im Kontext funktioneller Materialien



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8607>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	1
2. Theoretische Grundlagen .....	3
2.1 Die Lanthanoide .....	3
2.2 Sandwichkomplexe der Lanthanoide .....	9
2.3 Das Cyclononatetraenanion .....	14
2.4 Magnetismus der dreiwertigen Lanthanoide .....	18
2.5 Lanthanoidbasierte Einzelmolekülmagnete .....	19
2.6 Lumineszenz der Lanthanoide .....	24
3. Themenstellung .....	27
4. Ergebnisse und Diskussion .....	28
4.1 Heteroleptische $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^n\text{-Cnt})(\eta^8\text{-Cot})]$ -Sandwichkomplexe .....	28
4.1.1 Einleitung .....	29
4.1.2 Ergänzung der Reihe der $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot})\text{I}(\text{thf})_n]$ -Halbsandwichkomplexe .....	30
4.1.3 Die Molekülstruktur im Festkörper des $[\text{K}(\eta^9\text{-Cnt})(\text{dme})_2]$ .....	35
4.1.4 Synthese der $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^n\text{-Cnt})(\eta^8\text{-Cot})]$ -Sandwichkomplexe .....	37
4.1.5 Raman-spektroskopische Untersuchungen der heteroleptischen Sandwichkomplexe .....	47
4.1.6 Magnetische Eigenschaften der heteroleptischen Sandwichkomplexe .....	50
4.1.7 Zusammenfassung .....	57
4.2 Schaltbare funktionelle Materialien durch reversible Solvatisierung der $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^n\text{-Cnt})(\eta^8\text{-Cot})]$ -Sandwichkomplexe .....	58
4.2.1 Einleitung .....	58
4.2.2 Solvatisierung der $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^n\text{-Cnt})(\eta^8\text{-Cot})]$ -Komplexe .....	60
4.2.3 Raman-spektroskopische Untersuchungen der Solvatisierung .....	66
4.2.4 Lumineszenz der solvatisierten Spezies .....	71
4.2.5 Magnetische Eigenschaften der solvatisierten Spezies .....	74
4.2.6 Zusammenfassung .....	77

4.3	Einführung eines silylierten Cot-Liganden hin zu Komplexen des Typs $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})(\eta^9\text{-Cnt})]$ .....	78
4.3.1	Einleitung.....	78
4.3.2	Modifizierte Synthese und Molekülstruktur im Festkörper des $[\text{K}_2(\text{Cot}^{\text{TIPS}})]$ ..	79
4.3.3	Silylsubstituierte $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})(\eta^3\text{-BH}_4)(\text{thf})_n]$ -Halbsandwichkomplexe..	81
4.3.4	Silylsubstituierte $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})(\eta^9\text{-Cnt})]$ -Sandwichkomplexe.....	84
4.3.5	Zusammenfassung.....	89
4.4	Mono- und Bis-Cnt-Komplexe der dreiwertigen Lanthanoide .....	90
4.4.1	Einleitung.....	90
4.4.2	Umsetzung von Lanthanoidiodiden mit $[\text{K}(\text{Cnt})]$ .....	91
4.4.3	Die strukturelle Vielfalt von Mono-Cnt- $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^9\text{-Cnt})(\eta^3\text{-BH}_4)_2(\text{thf})]$ -Komplexen .	93
4.4.4	Versuche zur Synthese von Bis-Cnt-Komplexen der dreiwertigen Lanthanoide.	101
4.4.5	Zusammenfassung.....	103
4.5	Lanthanoid-Sandwichkomplexe auf Basis des $\text{Cot}^{\text{TIPS}}$ -Liganden .....	105
4.5.1	Einleitung.....	105
4.5.2	Lewis-basenfremde $\text{K}[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})_2]_n$ -Koordinationspolymere .....	107
4.5.3	Molekulare Hexadecker des Typs $[(\text{tol})\text{K}(\text{Cot}^{\text{TIPS}})\text{Ln}^{\text{II}}(\text{Cot}^{\text{TIPS}})\text{K}]_2$ .....	115
4.5.4	Anti-bimetallische $[\text{Ln}^{\text{II}}\text{X}(\mu\text{-}\eta^8\text{:}\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})_2\text{Ln}^{\text{II}}\text{X}]$ -Komplexe .....	120
4.5.5	Zusammenfassung.....	127
4.6	Multidecker-Sandwichkomplexe auf Basis des $\text{Cot}^{\text{TIPS}}$ -Liganden.....	129
4.6.1	Einleitung.....	129
4.6.2	Cyclo-octadeca-lanthanoidocene .....	132
4.6.3	Der archetypische homoleptische Lanthanoid-Quadrupeldecker .....	142
4.6.4	Cnt-Tripeldecker der zweiwertigen Lanthanoide .....	150
4.6.5	Zusammenfassung.....	158
4.7	Plumboldiyligierte Lanthanoid-Sandwichkomplexe .....	160
4.7.1	Einleitung.....	160
4.7.2	Synthese der Plumboldiyl-Sandwichkomplexe .....	163
4.7.3	Magnetische Eigenschaften der $\text{Er}^{\text{III}}$ -Komplexe .....	170

4.7.4 Zusammenfassung.....	174
5. Experimentalteil .....	175
5.1 Allgemeine Bemerkungen.....	175
5.1.1 Arbeitstechnik .....	175
5.1.2 Lösungsmittel .....	175
5.1.3 NMR-Spektroskopie.....	176
5.1.4 Raman- und IR-Spektroskopie .....	176
5.1.5 Massenspektrometrie .....	177
5.1.6 Elementaranalyse .....	177
5.1.7 Fluoreszenzspektroskopie .....	177
5.1.8 SQUID-Magnetometrie.....	178
5.2 Synthesevorschriften und Analytik .....	179
5.2.1 Synthese literaturbekannter Verbindungen .....	179
5.2.2 $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot})(\text{thf})_2]$ ( <b>1-Tb, 1-Y, 1-Ho, 1-Lu</b> ) .....	179
5.2.3 $[\text{K}(\text{Cnt})]$ ( <b>2</b> ) .....	181
5.2.4 $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^n\text{-Cnt})(\eta^8\text{-Cot})]$ ( <b>3-La, 3-Ce, 3-Nd, 3-Sm, 3-Tb, 3-Dy, 3-Ho, 3-Er</b> ) ...	182
5.2.5 Präparative Solvatisierung und Desolvatisierung der Komplexe <b>3</b> zur Komplexklasse <b>4</b> ( <b>4-La, 4-Ce, 4-Nd, 4-Tb, 4-Er</b> ).....	184
5.2.6 Modifizierte Synthese von $[\text{K}_2(\text{Cot}^{\text{TIPS}})]$ ( <b>5</b> ).....	186
5.2.7 $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})(\eta^3\text{-BH}_4)(\text{thf})_n]$ ( <b>6-La, 6-Ce, 6-Sm, 6-Er</b> ).....	186
5.2.8 $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^9\text{-Cnt})(\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})]$ ( <b>7-La, 7-Ce, 7-Sm</b> ).....	189
5.2.9 Umsetzung von zwei Äquivalenten $[\text{K}(\text{Cnt})]$ ( <b>2</b> ) mit $\text{La}^{\text{III}}\text{I}_3$ und $\text{Dy}^{\text{III}}\text{I}_3$ .....	191
5.2.10 $[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^9\text{-Cnt})(\eta^3\text{-BH}_4)_2(\text{thf})]$ ( <b>9-La, 9-Ce</b> ).....	192
5.2.11 Umsetzung von zwei Äquivalenten $[\text{K}(\text{Cnt})]$ ( <b>2</b> ) mit $[\text{La}^{\text{III}}(\text{BH}_4)_3(\text{thf})_3]$ und $[\text{Ce}^{\text{III}}(\text{BH}_4)_3(\text{thf})_3]$ .....	193
5.2.12 $\text{K}[\text{Ln}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})_2]_n$ ( <b>11-La, 11-Sm, 11-Er</b> ) .....	194
5.2.13 $[(\text{tol})\text{K}(\text{Cot}^{\text{TIPS}})\text{Ln}^{\text{II}}(\text{Cot}^{\text{TIPS}})\text{K}]_2$ ( <b>12-Eu, 12-Sm</b> ).....	195
5.2.14 $[\text{Ln}^{\text{II}}(\text{X})(\text{thf})_2(\mu\text{-}\eta^8\text{:}\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})\text{Ln}^{\text{II}}(\text{X})(\text{thf})_2]$ ( <b>13-Sm, 13-Eu, 13-Yb</b> ) .....	197
5.2.15 $[\text{M}^{\text{II}}(\text{Cot}^{\text{TIPS}})]_{18}$ ( <b>14-Sr, 14-Sm, 14-Eu</b> ) und $[\text{Yb}^{\text{II}}(\mu\text{-}\eta^2\text{:}\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})(\text{thf})_4]$ ( <b>14-Yb</b> )	198

5.2.16	[Sm <sup>III/II/III</sup> <sub>3</sub> (Cot <sup>TIPS</sup> ) <sub>4</sub> ·Et <sub>2</sub> O (15).....	201
5.2.17	[( $\eta^9$ -Cnt)Ln <sup>II</sup> ( $\mu$ - $\eta^8$ : $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )Ln <sup>II</sup> ( $\eta^9$ -Cnt)]·(Tol) <sub>0.5</sub> (16-Sm, 16-Eu, 16-Yb) ...	202
5.2.18	[Li(Sol)( $\eta^5$ -L <sup>Pb</sup> )Ln <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )] (17-La, 17-Ce, 17-Sm, 17-Er, 17-Er <sub>Et2O</sub> , 17-Er <sub>12c4</sub> ) .	204
5.3	Kristallographischer Anhang .....	208
5.3.1	Datensammlung und Verfeinerung .....	208
5.3.2	[Tb <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot)I(thf) <sub>2</sub> ] (1-Tb) .....	209
5.3.3	[Y <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot)I(thf) <sub>2</sub> ] (1-Y) .....	210
5.3.4	[Ho <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot)I(thf) <sub>2</sub> ] (1-Ho) .....	211
5.3.5	[Lu <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot)I(thf) <sub>2</sub> ] (1-Lu).....	212
5.3.6	[K( $\eta^9$ -Cnt)(dme) <sub>2</sub> ] (2-dme).....	213
5.3.7	[La <sup>III</sup> ( $\eta^9$ -Cnt)( $\eta^8$ -Cot)] (3-La).....	214
5.3.8	[Ce <sup>III</sup> ( $\eta^9$ -Cnt)( $\eta^8$ -Cot)] (3-Ce).....	215
5.3.9	[Nd <sup>III</sup> ( $\eta^9$ -Cnt)( $\eta^8$ -Cot)] (3-Nd).....	216
5.3.10	[Sm <sup>III</sup> ( $\eta^9$ -Cnt)( $\eta^8$ -Cot)] (3-Sm).....	217
5.3.11	[Tb <sup>III</sup> ( $\eta^{8/9}$ -Cnt)( $\eta^8$ -Cot)] (3-Tb) .....	218
5.3.12	[Dy <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cnt)( $\eta^8$ -Cot)] (3-Dy) .....	219
5.3.13	[Ho <sup>III</sup> ( $\eta^6$ -Cnt)( $\eta^8$ -Cot)] (3-Ho).....	220
5.3.14	[Er <sup>III</sup> ( $\eta^6$ -Cnt)( $\eta^8$ -Cot)] (3-Er) .....	221
5.3.15	[La <sup>III</sup> ( $\eta^4$ -Cnt)( $\eta^8$ -Cot)(thf) <sub>2</sub> ] (4-La) .....	222
5.3.16	[Ce <sup>III</sup> ( $\eta^4$ -Cnt)( $\eta^8$ -Cot)(thf) <sub>2</sub> ] (4-Ce <sub>rt</sub> ).....	223
5.3.17	[Ce <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot)(thf) <sub>4</sub> ][Cnt] (4-Ce <sub>it</sub> ) .....	224
5.3.18	[Nd <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot)(thf) <sub>4</sub> ][Cnt] (4-Nd).....	225
5.3.19	[Tb <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot)(thf) <sub>4</sub> ][Cnt] (4-Tb) .....	226
5.3.20	[Er <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot)(thf) <sub>3</sub> ][Cnt] (4-Er) .....	227
5.3.21	[K <sub>2</sub> ( $\mu$ - $\eta^2$ : $\eta^8$ : $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )(thf) <sub>n</sub> (5 <sub>thf</sub> ) .....	228
5.3.22	[La <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )( $\eta^3$ -BH <sub>4</sub> )(thf) <sub>2</sub> ]·(THF) (6-La) .....	229
5.3.23	[Ce <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )( $\eta^3$ -BH <sub>4</sub> )(thf) <sub>2</sub> ] (6-Ce).....	230
5.3.24	[Sm <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )( $\eta^3$ -BH <sub>4</sub> )(thf) <sub>2</sub> ] (6-Sm).....	231
5.3.25	[Er <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )( $\eta^3$ -BH <sub>4</sub> )(thf)] (6-Er) .....	232

5.3.26 [La <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )( $\eta^9$ -Cnt)] ( <b>7-La</b> ) .....	233
5.3.27 [Ce <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )( $\eta^9$ -Cnt)] ( <b>7-Ce</b> ) .....	234
5.3.28 [Sm <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )( $\eta^9$ -Cnt)] ( <b>7-Sm</b> ) .....	235
5.3.29 [La <sup>III</sup> ( $\eta^5$ -Ind)( $\eta^9$ -Cnt)( $\mu$ -I)] <sub>2</sub> ( <b>8-La</b> ) .....	236
5.3.30 [Dy <sup>III</sup> <sub>2</sub> ( $\eta^6$ -Cnt) <sub>2</sub> ( $\mu$ - $\eta^8$ -endo-Cnt <sub>2</sub> )] ( <b>8-Dy</b> ) .....	237
5.3.31 [La <sup>III</sup> ( $\eta^9$ -Cnt)( $\eta^3$ -BH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (thf)] ( <b>9-La</b> ) .....	238
5.3.32 [Ce <sup>III</sup> ( $\eta^9$ -Cnt)( $\eta^3$ -BH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (thf)] ( <b>9-Ce</b> ) .....	239
5.3.33 [La <sup>III</sup> ( $\eta^3$ -BH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (thf) <sub>5</sub> ][Cnt] ( <b>9-La<sub>thf</sub></b> ) .....	240
5.3.34 [Ce <sup>III</sup> ( $\eta^3$ -BH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (thf) <sub>5</sub> ][Cnt] ( <b>9-Ce<sub>thf</sub></b> ) .....	241
5.3.35 [La <sup>III</sup> ( $\mu$ - $\eta^2$ : $\eta^2$ -BH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ( $\eta^3$ -BH <sub>4</sub> )( $\eta^9$ -Cnt)] <sub>n</sub> ( <b>9-La<sub>poly</sub></b> ) .....	242
5.3.36 [La <sup>III</sup> ( $\eta^9$ -Cnt)( $\eta^3$ -Cnt)( $\eta^3$ -BH <sub>4</sub> )(thf)] ( <b>10-La</b> ) .....	243
5.3.37 K[La <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> ) <sub>2</sub> ] <sub>n</sub> ( <b>11-La<sub>tol</sub></b> ) .....	244
5.3.38 K[La <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> ) <sub>2</sub> ] <sub>n</sub> ( <b>11-La<sub>Et2o</sub></b> ) .....	245
5.3.39 K[Sm <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> ) <sub>2</sub> ] <sub>n</sub> ( <b>11-Sm<sub>tol</sub></b> ) .....	246
5.3.40 Zellbestimmung K[Sm <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> ) <sub>2</sub> ] <sub>n</sub> ( <b>11-Sm<sub>Et2o</sub></b> ) .....	247
5.3.41 K[Er <sup>III</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> ) <sub>2</sub> ] <sub>n</sub> ( <b>11-Er<sub>tol</sub></b> ) .....	248
5.3.42 [(tol)K(Cot <sup>TIPS</sup> )Sm <sup>II</sup> (Cot <sup>TIPS</sup> )K] <sub>2</sub> ( <b>12-Sm</b> ) .....	249
5.3.43 [(tol)K(Cot <sup>TIPS</sup> )Eu <sup>II</sup> (Cot <sup>TIPS</sup> )K] <sub>2</sub> ( <b>12-Eu</b> ) .....	250
5.3.44 [Sm <sup>II</sup> (thf) <sub>2</sub> ( $\mu$ - $\eta^8$ : $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )Sm <sup>II</sup> (thf) <sub>2</sub> ] ( <b>13-Sm</b> ) .....	251
5.3.45 [Eu <sup>II</sup> (thf) <sub>2</sub> ( $\mu$ - $\eta^8$ : $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )Eu <sup>II</sup> (thf) <sub>2</sub> ] ( <b>13-Eu</b> ) .....	252
5.3.46 [Yb <sup>II</sup> (BH <sub>4</sub> )(thf) <sub>2</sub> ( $\mu$ - $\eta^8$ : $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )Yb <sup>II</sup> (BH <sub>4</sub> )(thf) <sub>2</sub> ] ( <b>13-Yb</b> ) .....	253
5.3.47 [Sr <sup>II</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )(thf) <sub>3</sub> ] ( <b>14-Sr<sub>thf</sub></b> ) .....	254
5.3.48 [Eu <sup>II</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )(thf) <sub>3</sub> ] ( <b>14-Eu<sub>thf</sub></b> ) .....	255
5.3.49 [Yb <sup>II</sup> ( $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )(thf) <sub>3</sub> ] ( <b>14-Yb<sub>thf</sub></b> ) .....	256
5.3.50 [Eu <sup>II</sup> ( $\mu$ - $\eta^8$ : $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> ) <sub>18</sub> ] ( <b>14-Eu</b> ) .....	257
5.3.51 Zellbestimmung [Sr <sup>II</sup> (Cot <sup>TIPS</sup> ) <sub>18</sub> ] ( <b>14-Sr</b> ) .....	258
5.3.52 Zellbestimmung [Sm <sup>II</sup> (Cot <sup>TIPS</sup> ) <sub>18</sub> ] ( <b>14-Sm</b> ) .....	258
5.3.53 [Yb <sup>II</sup> ( $\mu$ - $\eta^2$ : $\eta^8$ -Cot <sup>TIPS</sup> )(thf)] <sub>4</sub> ( <b>14-Yb</b> ) .....	259
5.3.54 [Sm <sup>III/II/III</sup> <sub>3</sub> (Cot <sup>TIPS</sup> ) <sub>4</sub> ]·Et <sub>2</sub> O ( <b>15</b> ) .....	260

5.3.55	$[(\eta^9\text{-Cnt})\text{Sm}^{\text{II}}(\mu\text{-}\eta^8\text{:}\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})\text{Sm}^{\text{II}}(\eta^9\text{-Cnt})]\cdot(\text{Tol})_{0.5}$ ( <b>16-Sm</b> )	261
5.3.56	$[(\eta^9\text{-Cnt})\text{Eu}^{\text{II}}(\mu\text{-}\eta^8\text{:}\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})\text{Eu}^{\text{II}}(\eta^9\text{-Cnt})]\cdot(\text{Tol})_{0.5}$ ( <b>16-Eu</b> )	262
5.3.57	$[(\eta^9\text{-Cnt})\text{Yb}^{\text{II}}(\mu\text{-}\eta^8\text{:}\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})\text{Yb}^{\text{II}}(\eta^9\text{-Cnt})]\cdot(\text{Tol})_{0.5}$ ( <b>16-Yb</b> )	263
5.3.58	$[\text{Li}(\text{thf})(\mu\text{-}\eta^5\text{:}\eta^5\text{-L}^{\text{Pb}})\text{La}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})]$ ( <b>17-La</b> )	264
5.3.59	$[\text{Li}(\text{thf})(\mu\text{-}\eta^5\text{:}\eta^5\text{-L}^{\text{Pb}})\text{Ce}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})]$ ( <b>17-Ce</b> )	265
5.3.60	$[\text{Li}(\text{thf})(\mu\text{-}\eta^5\text{:}\eta^5\text{-L}^{\text{Pb}})\text{Sm}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})]\cdot(\text{Tol})$ ( <b>17-Sm</b> )	266
5.3.61	$[\text{Li}(\text{thf})(\mu\text{-}\eta^5\text{:}\eta^5\text{-L}^{\text{Pb}})\text{Er}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})]$ ( <b>17-Er</b> )	267
5.3.62	$[\text{Li}(\text{Et}_2\text{O})_{3.4}(\text{thf})_{0.6}][(\mu\text{-}\eta^5\text{:}\eta^5\text{-L}^{\text{Pb}})\text{Er}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})]$ ( <b>17-ErEt<sub>2</sub>O</b> )	268
5.3.63	$[\text{Li}(12\text{-c-4})_2][(\mu\text{-}\eta^5\text{:}\eta^5\text{-L}^{\text{Pb}})\text{Er}^{\text{III}}(\eta^8\text{-Cot}^{\text{TIPS}})]\cdot(\text{Tol})_{0.5}$ ( <b>17-Er<sub>12c4</sub></b> )	269
6.	Zusammenfassung (Summary)	270
6.1	Zusammenfassung	270
6.2	Summary	275
7.	Literaturverzeichnis	281
8.	Anhang	292
9.	Abkürzungsverzeichnis	300
10.	Persönliche Angaben	305
10.1	Lebenslauf	305
10.2	Konferenzbesuche	305
10.3	Publikationsliste	306