

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>EXPERIMENTELLES</b> .....	<b>9</b>
	<b>Röntgenbeugung</b>	<b>9</b>
	EDXD und ADXD .....	9
	<b>Synchrotronstrahlung und - strahlungsquellen</b>	<b>10</b>
	DORIS III .....	11
	ESRF .....	12
	Messplätze .....	13
	<b>Hochdrucktechnik</b>	<b>16</b>
	Auswerteprogramme .....	27
<b>3</b>	<b>ZUSTANDSGLEICHUNGEN</b> .....	<b>29</b>
	<b>Festkörper bei geringer Kompression</b>	<b>29</b>
	<b>Festkörper unter extremen Bedingungen</b>	<b>31</b>
	<b>Zustandsgleichungen über weite Druckbereiche</b>	<b>32</b>
	Ideale Festkörper .....	32
	Reale Festkörper .....	34
<b>4</b>	<b>STRUKTURELLE SYSTEMATIK DER LANTHANID- UND AKTINIDELEMENTE UNTER DRUCK</b> .....	<b>37</b>
	<b>Systematik der Lanthanidelemente</b>	<b>37</b>
	<b>Aktuelle Messungen an Gadolinium</b>	<b>41</b>
	<b>Simulierte Beugungsbilder von Lanthanidstrukturen</b>	<b>45</b>
	<b>Strukturelle Systematik der Aktinidelemente</b>	<b>51</b>
<b>5</b>	<b>CER</b> .....	<b>53</b>
	$\alpha$ - $\epsilon$ -(cF4-tI2)-Phasenübergang .....	55
<b>6</b>	<b>EOS-MODELL FÜR ANOMALE PV-VERLÄUFE AM BEISPIEL VON CER</b> .....	<b>59</b>
	$\gamma$ - $\alpha$ -(cF4-cF4)-Phasenübergang .....	59
<b>7</b>	<b>CER-LANTHANIDLEGIERUNGEN</b> .....	<b>65</b>
	<b>Lanthan-Praseodym-Legierungen</b>	<b>66</b>
	<b>Cer-Praseodym-Legierungen</b>	<b>70</b>
	Ce <sub>50</sub> Pr <sub>50</sub> .....	71
	Ce <sub>35</sub> Pr <sub>65</sub> .....	73
	<b>Cer-Samarium-Legierungen</b>	<b>75</b>
	<b>Cer-Dysprosium-Legierungen</b>	<b>77</b>
	<b>Cer-Thulium-Legierungen</b>	<b>79</b>

<b>Diskussion der Strukturen</b>	<b>83</b>
tl2-Struktur .....	83
oC4-Struktur .....	84
<b>8 GENERALISIERTES PHASENDIAGRAMM DER CER-LANTHANID- LEGIERUNGEN .....</b>	<b>85</b>
<b>9 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>89</b>
<b>10 LITERATUR .....</b>	<b>91</b>
<b>11 MESSDATEN .....</b>	<b>99</b>
<b>12 PUBLIKATIONEN .....</b>	<b>121</b>

# Abbildungen

Abbildung 1: <b>DORIS III</b> [Ha02].....	11
Abbildung 2: <b>ESRF-Ringübersicht</b> [Es02].....	12
Abbildung 3: <b>Messplatz F3</b> .....	13
Abbildung 4: <b>MAX80-Press</b> e am HASYLAB [Gf02].....	14
Abbildung 5: <b>Ansicht des Messplatzes ID30</b> [Es02].....	15
Abbildung 6: <b>Syassen-Holzapfel-Zange</b> .....	16
Abbildung 7: <b>Innenansicht der Diamantstempelzelle</b> .....	16
Abbildung 8: <b>MAX80</b> [Gf02].....	19
Abbildung 9: <b>Fluoreszenzintensitäten von Lanthan-Praseodym-Legierungen</b> .....	20
Abbildung 10: <b>Fluoreszenzintensitäten von Cer-Lanthan-Legierungen</b> .....	21
Abbildung 11: <b>Fluoreszenzintensitäten von Cer-Samarium-Legierungen</b> .....	21
Abbildung 12: <b>Fluoreszenzintensitäten von Cer-Praseodym-Legierungen</b> .....	22
Abbildung 13: <b>Fluoreszenzintensitäten von Cer-Dysprosium-Legierungen</b> .....	22
Abbildung 14: <b>Fluoreszenzintensitäten von Cer-Thulium-Legierungen</b> .....	23
Abbildung 15: <b>Normaldruckvolumen von Lanthan-Praseodym-Legierungen</b> .....	24
Abbildung 16: <b>(cF4)-Normaldruckvolumen von Cer-Praseodym-Legierungen</b> .....	24
Abbildung 17: <b>Normaldruckvolumen von Cer-Lanthan-Legierungen</b> .....	25
Abbildung 18: <b>Normaldruckvolumen von Cer-Samarium-Legierungen</b> .....	25
Abbildung 19: <b>Normaldruckvolumen von Cer-Dysprosium-Legierungen</b> .....	26
Abbildung 20: <b>Normaldruckvolumen von Cer-Thulium-Legierungen</b> .....	26
Abbildung 21: <b><math>\eta</math>-Plot für Natrium</b> [Wi96] .....	33
Abbildung 22: <b>Lanthanid- und Aktinidelemente</b> [SW80].....	37
Abbildung 23: <b>reguläre Strukturen der Lanthanide</b> [Ak96] .....	38
Abbildung 24: <b>Phasendiagramm der Lanthanide bei 300 K</b> (teilweise aus [Ho95]) .....	40
Abbildung 25: <b>ADX-D-Messungen an Gadolinium bei 67 GPa</b> .....	42
Abbildung 26: <b>EDXD-Spektrum von Gadolinium bei 67 GPa</b> .....	43
Abbildung 27: <b>Kompression von Gadolinium, aktuelle Messdaten und EOS nach [Gr87]</b> .....	44
Abbildung 28: <b><math>\beta</math>- Cer (hP4)-Beugungsbild</b> .....	46
Abbildung 29: <b><math>\gamma</math>- Cer und <math>\alpha</math>- Cer (cF4)-Beugungsbild</b> .....	46
Abbildung 30: <b><math>\alpha'</math>- Cer (mC4)-Beugungsbild</b> .....	47
Abbildung 31: <b><math>\epsilon</math>- Cer (tI2)-Beugungsbild</b> .....	47
Abbildung 32: <b><math>\alpha'</math>- Cer (oC4)-Beugungsbild</b> .....	48
Abbildung 33: <b>Praseodym (hR24)-Beugungsbild</b> .....	48
Abbildung 34: <b>Samarium (hP3)-Beugungsbild</b> .....	49
Abbildung 35: <b>Samarium (hR9)-Beugungsbild</b> .....	49
Abbildung 36: <b>Gadolinium (hP2)-Beugungsbild</b> .....	50
Abbildung 37: <b>Generalisiertes Legierungsphasendiagramm für die Aktinide</b> aus [Hm02] .....	51
Abbildung 38: <b>Cer-Phasendiagramm aus der Literatur</b> [ZH97].....	54
Abbildung 39: <b>Isobaren am cF4-tI2 <math>\alpha</math>-<math>\epsilon</math>-Phasenübergang von Cer</b> .....	55
Abbildung 40: <b>Spektren vor und nach dem <math>\alpha</math>-<math>\epsilon</math>-Phasenübergang von Cer</b> .....	56
Abbildung 41: <b>c/a-Verhältnis von Cer als Funktion des Volumens</b> .....	57
Abbildung 42: <b>Cer-Phasendiagramm</b> .....	58

Abbildung 43: Spektren der $\alpha$ - und $\gamma$ -cF4-Phasen von Cer .....	59
Abbildung 44: Modellhafte Zustandskreuzung von $E_1(x)$ und $E_2(x)$ unter Annahme plausibler Parameter bei $T=0$ K [Ho02] .....	61
Abbildung 45: Isothermen von Cer mit Anpassung der ICC-Modells.....	63
Abbildung 46: Phasendiagramm von Lanthan-Praseodym-Legierungen .....	66
Abbildung 47: p-V-Daten von Lanthan-Praseodym-Legierungen .....	67
Abbildung 48: Phasendiagramm von Cer-Lanthan-Legierungen .....	68
Abbildung 49: p-V-Daten von Cer-Lanthan-Legierungen .....	69
Abbildung 50: Phasendiagramm von Cer-Praseodym-Legierungen .....	70
Abbildung 51: ADXD-Beugungsbild einer $Ce_{50}Pr_{50}$ -Legierung bei 40 GPa .....	71
Abbildung 52: ADXD-Spektrum der $Ce_{50}Pr_{50}$ -Legierung.....	72
Abbildung 53: EDXD-Spektrum der getemperten $Ce_{50}Pr_{50}$ -Probe mit oC4-Struktur bei 22 GPa .....	72
Abbildung 54: Indizierung des ADXD-Spektrums von $Ce_{35}Pr_{65}$ mit der oC4-Struktur .....	73
Abbildung 55: ADXD-Spektrum einer $Ce_{35}Pr_{65}$ -Legierung bei 39 GPa.....	74
Abbildung 56: p-V-Daten von Cer-Praseodym-Legierungen.....	74
Abbildung 57: Phasendiagramm von Cer-Samarium-Legierungen .....	75
Abbildung 58: p-V-Daten von Cer-Samarium-Legierungen.....	76
Abbildung 59: Phasendiagramm von Cer-Dysprosium-Legierungen.....	77
Abbildung 60: p-V-Daten von Cer-Dysprosium-Legierungen .....	78
Abbildung 61: Phasendiagramm von Cer-Thulium-Legierungen .....	79
Abbildung 62: p-V-Daten von Cer-Thulium-Legierungen .....	80
Abbildung 63: p-V-Daten der $Ce_{50}Tm_{50}$ -Legierung .....	81
Abbildung 64: Achsenverhältnis von Ce und Ce-Ln-Legierungen in der tI2- Struktur....	83
Abbildung 65: Achsenverhältnisse von Ce, Pr und Ce-Ln-Legierungen in der oC4-Struktur .....	84
Abbildung 66: Generalisiertes Phasendiagramm der Cer-Lanthanidlegierungen.....	87