

Inhalt

1	Einleitung	7
2	Synchrotronstrahlung	11
2.1	Grundlagen	11
2.2	Strahleinbauten	12
2.3	Eigenschaften der Synchrotronstrahlung	14
3	Resonante Kernstreuung	17
3.1	Die ^{57}Fe - und ^{119}Sn -Isotope	17
3.2	Der Mössbauer-Effekt	18
3.2.1	Grundlagen	18
3.2.2	Der Lamb-Mössbauer-Faktor	19
3.2.2.1	Klassische Theorie	19
3.2.2.2	Quantenmechanische Betrachtung des Mössbauer-Effektes	21
3.3	Die konventionelle Mössbauer-Spektroskopie	23
3.4	Nukleare Vorwärtsstreuung mit Synchrotronstrahlung	24
3.5	Unelastische Kernstreuung	25
3.5.1	Grundlagen	26
3.5.2	Auswertung der NIS-Spektren	29
3.5.2.1	Bestimmung der Phononenzustandsdichte aus den NIS-Spektren	29
3.5.2.2	Auswertung richtungsabhängiger DOS-Spektren und Differenzmethode	32
3.5.3	Aus der Phononenzustandsdichte abgeleitete Größen	34
3.5.3.1	Debye-Temperatur Θ_D	34
3.5.3.2	Schallgeschwindigkeit	38
3.5.3.3	Bestimmung von α	38
3.5.3.4	Grüneisen-Parameter	39
3.5.3.5	Elastische Größen	40
3.5.3.6	Thermodynamische Größen	41
4	Experimentelle Details	43
4.1	Elemente eines Messplatzes	43
4.1.1	Fokussierende Elemente	44
4.1.1.1	Röntgenlinse	44
4.1.1.2	Fokussierender Monochromator	45
4.1.1.3	Kirkpatrick-Baez-Spiegel	45

4.1.2	Hochauflösender Monochromator	46
4.1.3	Schneller Detektor	46
4.2	Messplätze zur kernresonanten Streuung	47
4.2.1	Messplätze an der ESRF	47
4.2.2	Messplatz an der APS	47
4.3	Hochdrucktechnik für NIS	48
5	Phononenzustandsdichte in orientiertem Eisen	51
5.1	Geophysikalisches Interesse an Eisen unter hohem Druck	51
5.2	Eisen unter Hochdruck	53
5.3	Durchführung der Experimente an α-Fe und ϵ-Fe	55
5.4	Gemessene Spektren und Auswertung	56
5.4.1	Phononenzustandsdichte in Fe bis 153 GPa	56
5.4.2	Richtungsabhängige Phononenzustandsdichte in Fe bis 130 GPa	58
5.5	Ergebnisse der Untersuchungen an α- und ϵ-Fe und deren Diskussion	62
5.5.1	Debye-Temperatur und Debye-Grüneisen-Parameter	62
5.5.2	Schallgeschwindigkeit in ϵ -Fe	64
5.5.2.1	Bestimmung der Schallgeschwindigkeiten v_m , v_p und v_s	64
5.5.2.2	Vergleich von v_s und v_p mit Literaturwerten	66
5.5.2.3	Richtungsabhängigkeit der Schallgeschwindigkeiten v_p und v_s	68
5.5.3	Phononenmoden und Moden-Grüneisen-Parameter	72
5.5.4	Elastische und thermodynamische Größen	75
6	Phononenzustandsdichte in Invar-Systemen	77
6.1	Eigenschaften von Invar-Systemen	77
6.2	Phononenzustandsdichte im Invar-System $\text{Fe}_{65}\text{Ni}_{35}$	78
6.2.1	Eigenschaften von $\text{Fe}_{65}\text{Ni}_{35}$	78
6.2.2	NIS-Experimente an $\text{Fe}_{65}\text{Ni}_{35}$	79
6.2.3	Temperaturabhängige Messung der Phononen-DOS von $\text{Fe}_{65}\text{Ni}_{35}$	80
6.2.4	Druckabhängige Messung der Phononen-DOS von $\text{Fe}_{65}\text{Ni}_{35}$	83
6.2.5	Ergebnisse der Untersuchungen an $\text{Fe}_{65}\text{Ni}_{35}$	86
6.2.5.1	Debye-Temperaturen	86
6.2.5.2	Schallgeschwindigkeit	89
6.2.5.3	Elastische und thermodynamische Größen	90
6.2.5.4	Diskussion	93
6.3	Phononenzustandsdichte im Invar-System $\text{Fe}_{72}\text{Pt}_{28}$	94
6.3.1	Eigenschaften von $\text{Fe}_x\text{Pt}_{1-x}$	94
6.3.2	NIS-Experimente an geordnetem $\text{Fe}_{72}\text{Pt}_{28}$	97
6.3.3	Temperaturabhängige Messung der Phononen-DOS von $\text{Fe}_{72}\text{Pt}_{28}$	98

6.3.4	Ergebnisse der Untersuchungen an $\text{Fe}_{72}\text{Pt}_{28}$	100
6.3.4.1	Debye-Temperaturen und Schallgeschwindigkeit	100
6.3.4.2	Elastische und thermodynamische Größen	101
6.3.4.3	Phononenmoden	103
6.3.4.4	Diskussion	104
7	Phononenzustandsdichte in SnO	105
7.1	Eigenschaften von SnO	105
7.1.1	Thermische Eigenschaften von SnO	107
7.1.2	Struktur von SnO unter Hochdruck	109
7.1.3	Disproportionierung von SnO unter Hochdruck	112
7.2	NIS-Experimente an SnO	114
7.3	Phononen-DOS in SnO	115
7.3.1	Phononen-DOS in SnO bei Normaldruck	115
7.3.2	Phononen-DOS in SnO unter Hochdruck	121
7.4	Aus den Phononen-DOS von SnO abgeleitete Größen und Diskussion	124
7.4.1	Phononenmoden	124
7.4.2	Elastische und thermodynamische Größen und Debye-Temperaturen	125
7.4.3	Diskussion	127
8	Zusammenfassung und Ausblick	129