

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen zum Magnetismus	5
2.1	Atomare Beschreibung des Magnetismus	6
2.2	Kontinuumstheoretische Beschreibung des Magnetismus	8
2.2.1	Mikromagnetismus	8
2.2.2	Die ferromagnetische Hysteresekurve	10
2.2.3	Keimbildungsmoden	12
2.2.4	Magnetische Bereichsstrukturen (Domänen)	14
2.2.5	Einfluss der Teilchengröße auf das magnetische Verhalten	16
2.2.6	Mikrostrukturparameter	20
3	Magnetische Datenspeicherung	23
3.1	Longitudinale Speichermedien	24
3.2	Senkrechte Speichermedien	27
3.3	Zukunftskonzepte: Nanostrukturierte Speichermedien	28
3.3.1	Thermisch assistiertes Schreiben	30

3.3.2	Verkippung des Schreibfeldes relativ zur magnetisch leichter Richtung	31
3.3.3	Verbundnanostrukturen	32
4	Materialeigenschaften von FePt	35
4.1	Strukturelle Eigenschaften und Phasendiagramm	36
4.2	Magnetische Eigenschaften	38
4.3	Substrate und Bufferschichten	39
5	Probenherstellung	41
5.1	Sputterdeposition von dünnen Schichten	41
5.2	Anlassbehandlung in Ar Atmosphäre	45
5.3	Lithografieverfahren	46
5.3.1	Photolithografie	46
5.3.2	Elektronenstrahlolithografie	47
5.3.2.1	Methode 1: Elektronenstrahlolithografie mit Lift-Off-Verfahren	49
5.3.2.2	Methode 2: Elektronenstrahlolithografie mit Ionenätz-Verfahren	50
5.3.3	Methode 3: Ionenstrahlolithografie	52
6	Charakterisierung der Proben	55
6.1	Röntgendiffraktometrie (XRD)	55
6.2	Röntgenreflektometrie (XRR)	58
6.3	Elektronenmikroskopie	60
6.3.1	Rasterelektronenmikroskopie (REM)	60

6.3.2	Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)	60
6.3.3	Analytische Elektronenmikroskopie	63
6.4	SQUID Magnetometrie	65
6.5	Magnetische Rasterkraftmikroskopie (MFM)	73
6.6	Zirkularer Röntgendichroismus (XMCD)	74
7	Ergebnisse: L1₀-FePt Schichten	77
7.1	Sputtergeheizte L1 ₀ -FePt Schichten	78
7.1.1	Variation der Schichtdicke	78
7.1.1.1	Kristallstruktur und Morphologie	78
7.1.1.2	Magnetische Eigenschaften	82
7.1.1.3	Zirkularer Röntgendichroismus	84
7.1.2	Verwendung eines Au Buffers	87
7.1.2.1	Kristallstruktur und Morphologie	88
7.1.2.2	Magnetische Eigenschaften	90
7.1.3	Variation der Substrattemperatur T_S	92
7.1.4	Variation der Zusammensetzung	92
7.1.4.1	Morphologie der Schichten	94
7.1.4.2	Magnetische Eigenschaften/Intrinsische Materialparameter	94
7.1.5	Mikrostrukturparameter	99
7.2	Nachträglich angelassene L1 ₀ -FePt Schichten	102
7.2.1	Variation der Anlasstemperatur	103
7.2.2	Variation der Schichtdicke	106

7.2.2.1	Kristallstruktur und Morphologie	106
7.2.2.2	Magnetische Eigenschaften	107
7.2.3	Verwendung eines Au Buffers	109
7.2.3.1	Kristallstruktur und Morphologie	109
7.2.3.2	Magnetische Eigenschaften	111
7.2.4	L1 ₀ -FePt Schichten aus Fe-Pt Vielfachschichten	113
7.2.5	Mikrostrukturparameter	113
8	Ergebnisse: L1₀-FePt/Fe Verbundschichten	117
8.1	Geschlossene L1 ₀ -FePt/Fe Schichten	120
8.1.1	L1 ₀ -FePt/Fe Verbundschichten durch Cosputtern	120
8.1.1.1	Mikrostruktur	120
8.1.1.2	Magnetische Eigenschaften	122
8.1.2	L1 ₀ -FePt/Fe Verbundschichten aus Fe-Pt Vielfachschichten	122
8.2	Nanostrukturierte L1 ₀ -FePt/Fe Schichten	122
8.2.1	Mikrostruktur	125
8.2.2	Magnetische Eigenschaften	126
8.3	Gradientenartige L1 ₀ -FePt/Fe Grenzfläche	126
8.3.1	Optimierung der Durchmischung	128
8.3.2	Variation der Dicke des graduellen Bereiches	129
8.3.3	Analyse der graduellen Grenzfläche	131

9 Ergebnisse: Regelmäßige Nanostrukturen	135
9.1 L1 ₀ -FePt Nanostrukturen	136
9.1.1 Methode 1: Elektronenstrahlithografie mit Lift-Off Verfahren	137
9.1.1.1 Variation der Schichtdicke	137
9.1.1.2 Variation der Anlasstemperatur	139
9.1.1.3 Variation der Strukturgröße	141
9.1.1.4 Analyse der Au Diffusion	141
9.1.2 Methode 2: Elektronenstrahlithografie mit Ionenstrahlätzen	144
9.1.2.1 Mikrostruktur	144
9.1.2.2 Magnetische Eigenschaften	146
9.1.2.3 Mikrostrukturparameter	147
9.1.3 Methode 3: Ionenstrahlithografie (FIB)	149
9.2 L1 ₀ -FePt/Fe Verbundnanostrukturen	153
10 Diskussion	157
10.1 L1 ₀ -FePt Schichten	158
10.1.1 Wärmebehandlung	158
10.1.2 Einfluss der Schichtdicke	160
10.1.3 Einfluss einer Au Bufferschicht	163
10.1.4 Einfluss der Zusammensetzung/ <i>Intrinsische Material-</i> parameter	167
10.1.5 Kristallstruktur und Ordnungsparameterbestimmung .	169
10.1.6 Vergleich unterschiedlicher Herstellungsmethoden . . .	170

10.2	L1 ₀ -FePt/Fe Verbundschichten	171
10.2.1	Einfluss der Fe Schichtdicke	172
10.2.2	Einfluss der Grenzfläche	176
10.2.3	Vergleich verschiedener Herstellungsmethoden	178
10.3	Regelmäßige L1 ₀ -FePt Nanostrukturen	179
10.3.1	Einfluss der FePt Schichtdicke	179
10.3.2	Einfluss der Anlassbehandlung	180
10.3.3	Einfluss der Dotgröße	181
10.3.4	Einfluss von Fe	182
10.3.5	Einfluss der Herstellungsmethode	182
10.4	Mikrostrukturparameter	184
11	Zusammenfassung	187
A	Herleitung des Ordnungsparameters S	197