



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Grundlagen des Magnetismus.....	5
2.1. Grundtypen des Magnetismus.....	5
2.1.1. Diamagnetismus.....	5
2.1.2. Paramagnetismus.....	7
2.1.3. Ferromagnetismus.....	8
2.1.4. Curie-Temperatur.....	10
2.2. Ferromagnetische Hysteresekurve.....	11
3. Grundlagen des Mikromagnetismus.....	13
3.1. Magnetische freie Enthalpie.....	13
3.1.1. Austauschenergie.....	14
3.1.2. Streufeldenergie.....	14
3.1.3. Kristallanisotropieenergie.....	14
3.1.4. Zeeman-Energie.....	15
3.2. Domänen und Domänenwände.....	16
3.3. Eindomänenteilchen.....	18
3.4. Ummagnetisierungsprozesse.....	21
3.4.1. Mehrdomänenteilchen.....	21
3.4.2. Eindomänenteilchen.....	22
3.5. Mikrostrukturparameter.....	26
3.5.1. Einfluss der Kristalldefekte.....	27



Inhaltsverzeichnis

3.5.2. Einfluss der Fehlorientierung.....	28
3.5.3. Einfluss der Austauschkopplung	29
4. Grundlagen der magnetischen Datenspeicherung	31
4.1. Longitudinale Datenspeicherung.....	32
4.2. Senkrechte Datenspeicherung	34
4.3. Nanostrukturierte Speichermedien (Bitmuster)	35
5. Experimentelle Grundlagen	39
5.1. Die Legierung FePt.....	39
5.1.1. Phasendiagramm und Kristallstrukturen	39
5.1.2. Intrinsische magnetische Eigenschaften.....	41
5.2. Herstellungsmethoden	42
5.2.1. Sputterdeposition dünner Schichten	42
5.2.2. Herstellung regelmäßiger Nanomuster	44
5.2.2.1. Konventionelle Methoden.....	44
5.2.2.2. Nanoimprint-Lithografie.....	46
5.3. SQUID-Magnetometrie.....	50
5.3.1. Funktionsweise	51
5.3.2. Auswertung der magnetometrischen Messungen	53
5.3.2.1. Korrektur des Diamagnetismus	53
5.3.2.2. Korrektur des Curie-Paramagnetismus	54
5.3.3. Bestimmung intrinsischer Materialparameter	56
5.3.3.1. Sättigungsmagnetisierung J_S	56
5.3.3.2. Kristallanisotropiekonstante K_1	56
5.3.3.3. Kristallanisotropiekonstante K_2	58
5.3.3.4. Austauschkonstante A	59



5.3.3.5. Curie-Temperatur T_C	60
5.3.4. Bestimmung der Mikrostrukturparameter.....	60
5.4. Strukturelle und Mikrostrukturelle Charakterisierungsmethoden	62
5.4.1. Röntgendiffraktometrie (XRD)	62
5.4.1.1. Ordnungsparameter	63
5.4.2. Rasterkraftmikroskopie (AFM/MFM)	65
5.4.3. Rasterelektronenmikroskopie (REM)	66
5.4.4. Wellenlängendispersive Röntgenanalyse (WDX)	67
5.4.5. Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)	67
5.4.5.1. Hellfeldabbildung.....	69
5.4.5.2. Dunkelfeldabbildung.....	70
5.4.5.3. Hochauflösung	70
6. Ergebnisse: Inselartige Nanostrukturen	71
6.1. Probenspezifizierung.....	71
6.2. Morphologie	72
6.2.1. Wachstumsart	72
6.2.2. Kristallstruktur.....	75
6.3. Magnetische Eigenschaften	78
6.3.1. Magnetische Eigenschaften bei Raumtemperatur.....	78
6.3.2. Temperaturabhängigkeit.....	83
6.3.2.1. Magnetische Eigenschaften	83
6.3.2.2. Sättigungspolarisation und Curie-Temperatur	85
6.3.3. Schichtdickenabhängigkeit der intrinsischen Materialparameter	88
6.3.4. Mikrostrukturparameter	90
7. Ergebnisse: Regelmäßige Nanostrukturen	93



Inhaltsverzeichnis

7.1. FePt-Nanostrukturen.....	94
7.1.1. Probenspezifizierung	95
7.1.2. Gleichmäßigkeit des Nanoimprint-Prozesses	95
7.1.3. Nicht-angelassene Nanostrukturen	97
7.1.3.1. Mikrostrukturelle Eigenschaften	97
7.1.3.2. Magnetische Eigenschaften.....	100
7.1.4. Nachträglich angelassene Nanostrukturen.....	102
7.1.4.1. Mikrostrukturelle Eigenschaften	102
7.1.4.2. Magnetische Eigenschaften.....	104
7.1.5. Mikrostrukturparameter.....	106
7.1.6. Fehlorientierte Nanostrukturen.....	107
7.1.6.1. Winkelabhängigkeit der magnetischen Eigenschaften	107
7.1.6.2. Winkelabhängigkeit der Mikrostrukturparameter	109
7.1.7. Nanostrukturen mit variierender Dotgröße	112
7.2. FePt/Fe-Verbundnanostrukturen	117
7.2.1. Nachträglich mit Fe beschichtete L1 ₀ -FePt-Nanostrukturen	117
7.2.2. Nanostrukturen aus L1 ₀ -FePt/Fe-Doppelschichten	120
8. Diskussion	125
8.1. Inselartige Nanostrukturen	125
8.1.1. Einfluss der Schichtdicke auf die Gitterkonstante	126
8.1.2. Einfluss der Schichtdicke auf die magnetischen Eigenschaften.....	128
8.1.2.1. Verhalten bei Raumtemperatur	128
8.1.2.2. Verhalten bei hohen Temperaturen.....	129
8.1.2.3. Vergleich der intrinsischen Materialparameter mit massivem FePt.....	130



8.1.2.4. Mikrostrukturparameter.....	130
8.2. Regelmäßige Nanostrukturen.....	132
8.2.1. Einfluss von Nanostrukturierung und Anlassbehandlung	132
8.2.1.1. Kristalline Struktur	132
8.2.1.2. Magnetische Eigenschaften	133
8.2.1.3. Ummagnetisierungsmechanismus.....	136
8.2.2. Einfluss der Fehlorientierung	140
8.2.3. Einfluss der Strukturgröße.....	144
8.2.4. Einfluss einer zusätzlichen weichmagnetischen Fe-Schicht	145
8.2.4.1. Ledge-Typ Nanostrukturen	145
8.2.4.2. Nanostrukturen aus $L1_0$ -FePt/Fe-Doppelschichten	147
9. Zusammenfassung.....	151
10. Literaturverzeichnis.....	159