
Inhaltsverzeichnis

Danksagung	III
Kurzfassung	V
Abstract	VII
Statement der Autorin	IX
Abkürzungsverzeichnis	XI
Symbolverzeichnis	XIII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Entwicklung neuer Therapieformen: Drug Delivery Systeme (DDS)	2
1.2.1 Passive und aktive Drug Targeting Verfahren	3
1.2.2 Magnetic Drug Targeting (MDT)	4
1.3 Herausforderungen und offene Fragestellungen in der Partikelsteuerung	6
1.4 Aufbau der Arbeit	6
2 Stand der Technik zu Magnetic Drug Targeting (MDT)	7
2.1 Entwicklung magnetischer Nanopartikel	8
2.1.1 Herausforderungen und Rahmenbedingungen	8
2.1.2 Stand der Technik	9
2.1.3 Klassifizierung magnetischer Materialien	10
2.1.4 Verwendete Partikelart: Superparamagnetische Eisenoxidnanopartikel (SPIONs)	14
2.2 Überblick über aktuelle Behandlungsmethoden und klinische Studien	15
2.2.1 Herausforderungen und Rahmenbedingungen	16
2.2.2 Stand der Technik	16
2.3 Steuerung magnetischer Nanopartikel	18
2.3.1 Steuerungsszenarien magnetischer Nanopartikel in MDT	18
2.3.2 Herausforderungen und Rahmenbedingungen	20
2.3.3 Grundlagen zur Partikelsteuerung	22
2.3.4 Stand der Technik	27
2.3.5 Diskussion zum Stand der Technik	34
2.4 Modellierung magnetischer Nanopartikel in einem MDT Szenario	42
2.4.1 Modellierungsansätze zur Beschreibung von SPIONs	42

2.4.2 Herausforderungen und Rahmenbedingungen	44
2.4.3 Stand der Technik	44
2.4.4 Diskussion zum Stand der Technik	46
3 Zielsetzung der Arbeit	53
4 Angewandte Forschungsstrategien und verwendete Methoden	55
4.1 Verwendete Nanopartikel	56
4.2 Partikelsteuerung	56
4.2.1 Lineares Halbach Array	57
4.2.2 Hybrides Halbach Array	61
4.2.3 Generierung abstoßender magnetischer Kräfte	68
4.3 Modellierung magnetischer Nanopartikel	71
4.3.1 Charakteristische Kennzahlen der Strömungsmechanik	71
4.3.2 Vergleich des partikelbasierten und konzentrationsbasierten Modellierungsansatzes	72
5 Ergebnisse und deren Diskussion	81
5.1 Auswertung der Partikelsteuerung	81
5.1.1 Lineares Halbach Array	81
5.1.2 Hybrides Halbach Array	87
5.1.3 Generierung abstoßender magnetischer Kräfte	99
5.1.4 Realisierbarkeit und Limitationen der Steuerungssysteme	101
5.2 Auswertung der Modellierung magnetischer Nanopartikel	102
5.2.1 Qualitativer Vergleich von Simulationen und Messungen	102
5.2.2 Evaluation des Sensors zur Bestimmung der Suszeptibilität	103
5.2.3 Vergleich der Modellierungsansätze	104
5.2.4 Limitationen und offene Forschungsfragen in der MDT-Modellierung	113
5.3 Zusammenfassung der Beiträge zur Partikelsteuerung in MDT	114
5.4 Zusammenfassung der Beiträge zur Modellierung von SPIONs in MDT	119
6 Zusammenfassung und Ausblick	121
6.1 Schwächen im Stand der Technik	121
6.2 Zusammenfassung der Beiträge	121
6.3 Limitationen	124
6.4 Ausblick	125
Literaturverzeichnis	127
Tabellen und Abbildungen	157
Eigene Veröffentlichungen	163
Betreute Abschlussarbeiten	169
Anhang: Veröffentlichungen	171