



Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG	1
LITERATURÜBERSICHT.....	3
AUFBAU DES KNOCHENS	3
OS FEMORIS.....	3
ZELLEN DES KNOCHENS	4
BIOMECHANIK DES KNOCHENS	5
REMODELING	6
KNOCHENREGENERATION	6
OSTEOGENESE.....	7
DIE RATTE ALS TIERMODEL	7
UNTERSUCHUNGSMETHODEN DES KNOCHENREMODELINGS.....	8
COMPUTERTOMOGRAPHIE	8
<i>Physikalische Grundlagen.....</i>	8
<i>Mikro-Computertomographie</i>	9
<i>In vivo μ-Computertomographie.....</i>	9
MAGNETRESONANZTOMOGRAPHIE.....	10
<i>Historie.....</i>	10
<i>Technische Grundlagen.....</i>	11
<i>Physikalische Grundlagen.....</i>	12
<i>Bildkontrast</i>	15
<i>Apparative Parameter</i>	16
<i>Ortskodierung.....</i>	17
<i>Diffusions Tensor</i>	18
<i>Suszeptibilitätsartefakte</i>	20
<i>In vivo Magnetresonanztomographie.....</i>	21
HISTOMORPHOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN	22
<i>Probenaufbereitung für die histologische Untersuchung</i>	22
IMPLANTATE	22
<i>Knochenimplantate.....</i>	22
<i>Reaktionen auf das Einbringen intramedullärer Implantate</i>	23
KLINISCH VERWENDETE IMPLANTATMATERIALIEN	24
<i>A: Nicht resorbierbare Implantatmaterialien</i>	24
<i>Polymere – PEEK.....</i>	25
<i>Biokeramik</i>	27
<i>Nachteile nicht resorbierbarer Implantatmaterialien.....</i>	27
<i>B: Resorbierbare Implantatmaterialien</i>	28
<i>Anforderungen an resorbierbare Implantatmaterialien</i>	28
<i>Resorbierbare Polymere</i>	29
<i>Eisen und Zink.....</i>	30
IMPLANTATE AUF MAGNESIUMBASIS	30
<i>Magnesium</i>	30
<i>Magnesium im Knochen.....</i>	32



<i>Korrosion von Magnesium</i>	32
<i>Historie der Entwicklung Magnesium basierter Implantatmaterialien</i>	35
<i>Überblick über die bisher untersuchten Magnesiumlegierungen</i>	37
GADOLINIUM.....	43
STELLUNG IM PERIODENSYSTEM, HISTORIE	43
<i>Vorkommen und Eigenschaften</i>	44
<i>Verwendung seltener Erden</i>	44
<i>Verwendung in der Humanmedizin</i>	45
GADOLINIUM IN DER DIAGNOSTISCHEN BILDGEBUNG	45
<i>Toxizität</i>	46
<i>Gadolinium als Legierung</i>	47
FRAGESTELLUNG	48
EIGENE UNTERSUCHUNGEN	48
TIERE	48
HALTUNG IM EXPERIMENT	48
VERSUCHSAUFBAU	48
IMPLANTATE	49
<i>In-vitro Test</i>	50
<i>Reinigung und Sterilisation der Implantate</i>	50
OPERATION	51
<i>Präoperative Maßnahmen</i>	51
<i>Durchführung</i>	51
<i>Postoperative Maßnahmen</i>	53
<i>Klinisches Scoring</i>	53
<i>In vivo Magnetresonanztomographie</i>	54
VORBEREITUNG DER TIERE FÜR DIE UNTERSUCHUNG IM MRT	55
AUSWERTUNG DER ANATOMISCHEN MRT-SEQUENZEN	59
<i>Auswertung der Volumenberechnung</i>	59
<i>Auswertung der Signalintensitäten im magnetresonanztomografischen Bild</i>	61
<i>Auswertung der diffusionsgewichteten Sequenzen</i>	62
<i>Aufbau des Inveon™ Multimodality Scanners</i>	63
DURCHFÜHRUNG DER μ -CT-UNTERSUCHUNG	63
<i>Scanparameter μ-CT</i>	66
<i>CT Scan Setup</i>	66
<i>Röntgenmatrix</i>	66
<i>Field of view</i>	66
<i>Röntgenröhre</i>	66
<i>Auswertung der CT-Scans</i>	66
HISTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN	66
<i>Euthanasie und Sektion</i>	66
<i>Probenvorbereitung für die Histologie</i>	66
<i>Entwässerung und Einbettung des distalen Femurs</i>	67
<i>Schneiden der in Technovit 9100 New® eingebetten distalen Femura</i>	68
<i>Entwässerung und Einbettung des proximalen Femurs in Paraffin</i>	68



HISTOLOGISCHE FÄRBUNGEN	68
<i>Entplasten und Rehydratation der Schnitte</i>	68
<i>Von Kossa Safranin-Orange Färbung</i>	69
<i>Toluidinblau-Färbung</i>	69
<i>Hämatoxilin-Eosin Färbung</i>	69
<i>Siriusrotfärbung</i>	69
AUSWERTUNG DER HISTOLOGISCHEN PROBEN	69
STATISTISCHE AUSWERTUNG	71
ERGEBNISSE	72
OPERATION UND POSTOPERATIVER BEOBACHTUNGSZEITRAUM	72
MAGNETRESONANZTOMOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG	75
<i>Vermessung des Implantatvolumens</i>	75
<i>Darstellung des Implantates unter Verwendung einer Oberflächenspule</i>	77
<i>Auswertung der Signalintensitäten</i>	78
<i>Auswertung der apparent diffusion coefficient-Werte</i>	81
VERMESSUNG DES IMPLANTATVOLUMENS MITTELS μ -COMPUTERTOMOGRAPHIE	84
HISTOLOGISCHE UNTERSUCHUNG	90
<i>PEEK</i>	90
<i>Reines Magnesium</i>	94
<i>Mg 5%Gd</i>	97
<i>Leerbohrung</i>	100
<i>Histologische Untersuchung der Tiere aus der μ-Computertomographie Studie</i>	102
<i>Semiquantitatives Scoring</i>	103
<i>Histologische Quantifizierung des Gasvolumens</i>	105
DISKUSSION	107
AUSWERTUNG DER VOLUMENBERECHNUNG MITTELS MRT.....	107
AUSWERTUNG DER SIGNALINTENSITÄTEN IM MAGNETRESONANZTOMOGRAPHISCHEN BILD	110
AUSWERTUNG DES DIFFUSIONSTENSORS.....	112
AUSWERTUNG DER VOLUMENBERECHNUNG MITTELS μ -CT	114
BEURTEILUNG DER BIOKOMPATIBILITÄT.....	117
AUSWERTUNG DER HISTOLOGISCHEN UNTERSUCHUNG.....	119
AUSWERTUNG DES GASVOLUMENS ANHAND HISTOLOGISCHER SCHNITTPRÄPARATE.....	122
BEURTEILUNG TOXIZITÄT	123
BEWERTUNG DER LEGIERUNG Mg5%Gd	124
BEWERTUNG DES TIERMODELLS	125
VERGLEICH DER VERWENDETEN METHODEN UND AUSBLICK	127
ZUSAMMENFASSUNG	130
SUMMARY.....	134
LITERATURVERZEICHNIS	137
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	155



TABELLENVERZEICHNIS	160
ANHANG	161
DANKSAGUNG	166
ERKLÄRUNG	169