



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen und Stand der Technik.....</b>	<b>3</b>
2.1	Kontrolle der Partikelgröße.....	3
2.2	Adsorptionsprozesse.....	5
2.3	Bildung von Amid-Bindungen .....	6
<b>3</b>	<b>Analytische Methoden .....</b>	<b>9</b>
3.1	Röntgenpulverdiffraktometrie.....	9
3.2	Thermogravimetrie und Differenzthermoanalyse.....	14
3.3	Elektronenmikroskopie.....	15
3.3.1	Rasterelektronenmikroskopie.....	15
3.3.2	Energiedispersive Röntgenspektroskopie .....	19
3.4	UV-VIS-Spektroskopie .....	20
3.5	Fluoreszenzspektroskopie .....	24
3.6	Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie .....	26
3.7	Dynamische Lichtstreuung .....	30
3.8	Differenzielle Sedimentation (Scheibenzentrifuge) .....	31
3.9	Zeta-Potenzial-Messung .....	33
3.10	Elementaranalyse.....	34
<b>4</b>	<b>Experimentelle Methoden.....</b>	<b>35</b>
4.1	Verwendete Chemikalien .....	35
4.2	Kontinuierliche Durchflusssynthese.....	36
4.3	Synthese von Amid-Bindungen.....	39
4.4	Eigene Synthesevorschriften .....	40
4.5	Aufarbeitung der synthetisierten Partikel .....	44
4.6	Trocknung der synthetisierten Partikel.....	45



<b>5</b>	<b>Kontinuierliche Durchflusssynthese von anorganisch-organischen Hybrid-Nanopartikeln .....</b>	<b>47</b>
5.1	Kontinuierliche Synthese von Zirkonylorganophosphaten.....	48
5.1.1	Zirkonylflavinmononukleotid $[\text{ZrO}]^{2+}[\text{FMN}]^{2-}$ .....	48
5.1.2	Zirkonylglucose-6-phosphat $[\text{ZrO}]^{2+}[\text{G6P}]^{2-}$ .....	64
5.2	Kontinuierliche Synthese von Gadolinium(III)-organophosphaten.....	70
5.2.1	$[\text{Gd}(\text{OH})]^{2+}[\text{BMP}]^{2-}$ -Partikel.....	72
5.2.2	$[\text{Gd}(\text{OH})]^{2+}[\text{UMP}]^{2-}$ -Partikel .....	76
5.2.3	$[\text{Gd}(\text{OH})]^{2+}[\text{CLP}]^{2-}$ -Partikel.....	81
<b>6</b>	<b>Funktionalisierung von zirkonyl-basierten anorganisch-organischen Hybrid-Nanopartikeln .....</b>	<b>87</b>
6.1	Zirkonylaminoethylphosphat $[\text{ZrO}]^{2+}[\text{AEP}]^{2-}$ .....	87
6.1.1	Synthese von $[\text{ZrO}]^{2+}[\text{AEP}]^{2-}$ .....	87
6.1.2	Charakterisierung der $[\text{ZrO}]^{2+}[\text{AEP}]^{2-}$ -Partikel.....	88
6.2	Bindung von Folsäure an $[\text{ZrO}]^{2+}[\text{AEP}]^{2-}$ über Amid-Bindung.....	94
6.2.1	Synthese von $([\text{ZrO}]^{2+}[\text{AEP}]^{2-})-(\text{FOL})$ .....	95
6.2.2	Charakterisierung der $([\text{ZrO}]^{2+}[\text{AEP}]^{2-})-(\text{FOL})$ -Partikel.....	97
6.3	Bindung von Calcein an $[\text{ZrO}]^{2+}[\text{AEP}]^{2-}$ über Amid-Bindung .....	103
6.3.1	Synthese von $([\text{ZrO}]^{2+}[\text{AEP}]^{2-})-(\text{CAL})$ .....	103
6.3.2	Charakterisierung der $([\text{ZrO}]^{2+}[\text{AEP}]^{2-})-(\text{CAL})$ -Partikel .....	105
6.4	Zirkonylphosphonopropansäure $[\text{ZrO}]^{2+}[\text{PPA}]^{2-}$ .....	110
6.4.1	Synthese von $[\text{ZrO}]^{2+}[\text{PPA}]^{2-}$ .....	110
6.4.2	Charakterisierung der $[\text{ZrO}]^{2+}[\text{PPA}]^{2-}$ -Partikel.....	111
6.5	Bindung von Neutralrot an $[\text{ZrO}]^{2+}[\text{PPA}]^{2-}$ über Amid-Bindung .....	116
6.5.1	Synthese von $([\text{ZrO}]^{2+}[\text{PPA}]^{2-})-(\text{NEU})$ .....	117
6.5.2	Charakterisierung der $([\text{ZrO}]^{2+}[\text{PPA}]^{2-})-(\text{NEU})$ -Partikel.....	119



<b>7 Zusammenfassung .....</b>	<b>125</b>
<b>8 Ausblick.....</b>	<b>127</b>
<b>A Anhang.....</b>	<b>129</b>
A.1 Literaturverzeichnis .....	129
A.2 Abbildungsverzeichnis .....	137
A.3 Tabellenverzeichnis .....	148
A.4 Symbole und Abkürzungen.....	150
A.5 Publikationen .....	155
A.6 Konferenzen und Tagungen.....	156
A.7 Lebenslauf.....	157