

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	III
Kurzzusammenfassung	V
Abstract	VI
Abkürzungen	VII
Formelzeichen	IX
Inhaltsverzeichnis	XI
1 Einleitung und Stand der Technik	1
2 Enzymatische Hydrolyse von Cellulose	5
2.1 Einleitung und Zielsetzung	5
2.2 Theoretische Grundlagen.....	7
2.2.1 Hydrolyse von Cellulose.....	7
2.2.2 Immobilisierte Biokatalysatoren.....	11
2.2.3 Einsatz immobilisierter Cellulasen.....	14
2.2.4 Magnetische Eigenschaften von Eisenoxid-Nanopartikeln	19
2.2.5 Optische Eigenschaften der Partikel	22
2.3 Synthese und Charakterisierung der Fe ₃ O ₄ /Au-Trägerpartikel	27
2.3.1 Stand der Technik.....	27
2.3.2 Weiterführende Charakterisierung der Eisenoxid-Kerne.....	32
2.4 Immobilisierung von Cellulase auf Eisenoxid/Gold-Trägerpartikeln	37
2.4.1 Stand der Technik - Immobilisierung durch Selbstorganisation	37
2.4.2 Selbstorganisierte Bindung von Enzymen	41
2.4.3 Quantifizierung der Immobilisierten Cellulase	43
2.5 Modellsystem der enzymatischen Hydrolyse von Cellulose	49
2.5.1 Hydrolyse von Carboxymethylcellulose und fibröser Cellulose.....	49
2.5.2 Hydrolyse in mehreren Zyklen.....	53
2.6 Zusammenfassung	55
3 Katalytische Oxidation von Glucose zu Gluconsäure.....	59
3.1 Einleitung und Zielsetzung	59
3.2 Theoretische Grundlagen.....	61
3.2.1 Industrielle Gewinnung von Gluconsäure	61
3.2.2 Katalytische Oxidation an Edelmetallkatalysatoren	65
3.2.3 Katalytischer Mechanismus der Glucoseoxidation	69
3.2.4 PCD (Particle-Charge-Detector).....	73
3.3 Synthese und Charakterisierung geträgerter Goldkatalysatoren	77

3.3.1	Silanisierte Trägerpartikel	77
3.3.2	Träger auf Aluminiumoxidbasis	81
3.4	Katalytische Aktivität	89
3.4.1	Vergleich der magnetischen Katalysatoren	89
3.4.2	Syntheseoptimierung auf Al ₂ O ₃ -Trägermaterial	94
3.4.3	Reaktionsverlauf im 500 ml Maßstab	98
3.4.4	Upscaling in einen 1 L Bioreaktor.....	101
3.4.5	Langzeitstabilität des Biokatalysators im 1 L Bioreaktor	105
3.4.6	Übertragung der Synthesemethode auf magnetisches Trägermaterial	109
3.4.7	Goldkatalyse im Durchfluss.....	112
3.4.8	Magnetische Wirbelschicht in der kontinuierlichen katalytischen Produktion von Gluconsäure	115
3.5	Zusammenfassung und Ausblick	121
4	Aufarbeitung von fermentativ gewonnenen Antibiotika	127
4.1	Einleitung und Zielsetzung	127
4.2	Theoretische Grundlagen.....	131
4.2.1	Lactam-Antibiotika	131
4.2.2	Adsorption.....	134
4.2.3	<i>Hochgradienten Magnetseparation - Stand der Technik</i>	<i>138</i>
4.3	Darstellung der Adsorbersysteme	143
4.3.1	Selektive Adsorbersysteme zur Aufarbeitung von β -Lactam Antibiotika	143
4.3.2	Selektive Adsorbersysteme zur Aufarbeitung von Cephalosporin C	145
4.4	Adsorptionsverhalten	149
4.4.1	Stabilität der Antibiotika und deren Abbauprodukte.....	149
4.4.2	Adsorption von Imipenem auf kommerziellen Adsorbersystemen	152
4.4.3	Adsorption von Imipenem auf der instrAction-Phase.....	153
4.4.4	Adsorption von Cephalosporin C auf kommerziellen Adsorbentien.....	160
4.4.5	Adsorption von Cephalosporin C auf Polymeren Mesoporösen Organosilikaten	165
4.4.6	Wiederverwertbarkeit der Adsorbersysteme.....	170
4.5	Optimierung des Hochgradienten Magnetseparators	173
4.5.1	Eingesetzte Filterkammern	173
4.5.2	Aufnahme von Durchbruchkurven und Berechnung der Filterkonstanten	176
4.5.3	Simulation der Gittermatrix innerhalb der HGMS-Filterkammer.....	178
4.5.4	Neukonstruktion der HGMS Filterkammer.....	180
4.6	Integration der Magnetseparation in den Antibiotikumsfermentationsprozess	187
4.6.1	Aufbau des Prozesses	187

4.6.2	Vorfiltration der Biomasse	191
4.7	Zusammenfassung	195
4.7.1	Adsorbersysteme	195
4.7.2	HGMS-Optimierung	196
4.7.3	Prozessintegration	197
5	Abschließende Diskussion und Fazit	199
6	Literaturverzeichnis	203
Anhang A	Synthesevorschriften	221
Anhang A 1	Superparamagnetische Eisenoxid-Nanopartikel	221
Anhang A 2	Goldummantelung der Eisenoxidgrundpartikel	222
Anhang A 3	Funktionalisierungsprozess mit EDC und NHS	224
Anhang A 4	<i>Magnetische Goldkatalysatoren auf Silicat-Trägern</i>	225
Anhang A 5	Magnetische Goldkatalysatoren auf Aluminiumoxid-Trägern	227
Anhang A 6	Goldkatalysatoren mit unmagnetischen Al ₂ O ₃ -Trägern	228
Anhang B	Analytische Methoden	231
Anhang B 1	Ellman's Assay	231
Anhang B 2	HPLC-Methoden	233
Anhang B 2.1	HPLC Analytik von Zuckern	233
Anhang B 2.2	<i>HPLC Analytik von Organischen Säuren</i>	234
Anhang B 2.3	HPLC Analytik von Antibiotika	235
Anhang B 3	Glucoseoxidase (GOD) Assay	237
Anhang B 4	Fluoreszenzspektroskopie zur Proteinquantifizierung	238
Anhang B 5	<i>IR-Spektroskopie der Gluconsäure aus der Zuckeroxidation</i>	240
Anhang B 6	IR-Spektroskopie zur Adsorption von Cephalosporin C	242
Anhang B 7	PCD-Potential-Messung	243
Anhang B 8	Bestimmung der Reaktionsordnung	244
Anhang B 8.1	Differentialmethode	244
Anhang B 8.2	Integralmethode	246
Anhang B 9	Bestimmung der Verweilzeitverteilung und Raum-Zeit-Ausbeute	248
Anhang C	Reaktionsvorschriften	251
Anhang C 1	Hydrolyse von Cellulose im 2 ml-Eppendorf-Gefäß	251
Anhang C 2	Glucoseoxidation im Rührkessel	252
Anhang C 2.1	Oxidationsreaktion im 50 ml Falcon	252
Anhang C 2.2	Oxidationsreaktion im „Dosimat“ bzw. Titrator	252
Anhang C 2.3	Oxidationsreaktion im 500 ml Rührkessel	253
Anhang C 2.4	Oxidationsreaktion im 1 L-Miniforce-Reaktor	254

Anhang C 3	Adsorptionsisothermen.....	255
Anhang C 3.1	Adsorption von Imipenem.....	255
Anhang C 3.2	Adsorption von Cephalosporin C.....	255
Anhang C 3.3	Elutionen.....	256
Anhang D	Simulationen.....	257
Anhang E	Verwendete Adsorber- und Partikelsysteme.....	261
Anhang F	Verwendete Geräte.....	263
Anhang G	Verwendete Chemikalien.....	265
Anhang H	Verwendete Puffer und Lösungen.....	267
Anhang I	Angaben zur Person.....	269
Anhang I 1	Betreute Studien-, Diplom- und Masterarbeiten.....	269
Anhang I 2	Veröffentlichungsliste.....	269
Anhang I 3	Lebenslauf.....	272