Inhalt

1	Einleit	ung	1
	1.1 A	usgangssituation	1
	1.2 Zi	el der Arbeit und Abgrenzung des Themengebiets	2
2	Theore	etische Grundlagen und Stand der Technik	4
	2.1 M	agnetismus	4
	2.1.1	Grundgrößen	4
	2.1.2	Magnetische Materialeigenschaften	6
	Arte	n von Magnetismus	6
	Einfl	uss der Partikelgeometrie	10
	Kom	positpartikel	12
	2.1.3	Magnetfelder	13
	2.2 In	terpartikuläre Wechselwirkungen in wässrigen Systemen	17
	2.2.1	Einzelpotentiale	17
	Mag	netisches Potential	17
	Van	der Waals-Potential	18
	Elek	trostatisches Potential – Zetapotential	19
Born'sches Potential Hydratationspotential		'sches Potential	21
		ratationspotential	21
	•	rophobes Wechselwirkungspotential	22
	2.2.2	Agglomeratstruktur und -dichte magnetisierter Partikel	22
	2.2.3	Gesamtpotentialverlauf nach der erweiterten DLVO-Theorie	23
	2.2.4	Adsorptionsisotherme nach Langmuir	24
	2.3 K	lassische Fest-Flüssig-Trennung	26
	2.3.1	Sedimentation	26
	2.3.2	Kuchenbildende Filtration	28
	2.4 M	agnetseparation	37
	2.4.1	Grundprinzipien der Magnetfeldimplementierung	37
	2.4.2	Magnetfeldüberlagerte Kuchenfiltration	38
	Mag	netfeldeinflüsse auf den Filtrationsprozess	38
	Mod	ifizierter Ansatz nach Yukawa	40
	Strul	cturparameter zur Beschreibung des Magnetfeldeinflusses	41
	2.4.3	Anwendung der Magnetseparation in der Fest-Flüssig-Trennung	42
	2.5 Bi	iotechnologische Prozesse	43
	2.5.1	Gesamtprozess	43
	2.5.2	Magnetische Verfahren in biotechnologischen Prozessen	46
	2.5.3	Kenngrößen zur Produktaufarbeitung	50

3	DEN	I-Simulation der magnetfeldüberlagerten Kuchenfiltration	51
	3.1	Grundprinzip	51
	3.2	Kräfte auf Partikel	52
	3.2.1	Externe und interpartikuläre Kräfte (primäre Kräfte)	52
	3.2.2	Kontaktkräfte (sekundäre Kräfte)	53
	3.3	DEM-Modell der magnetfeldüberlagerten Kuchenfiltration	56
	3.4	Algorithmus	58
	3.4.1	Diskretisierung und Integrationsmethode	58
	3.4.2	Randbedingungen, Stoffdaten und Systemparameter	59
	3.4.3	Programmstruktur	59
4	Mate	rialien und Methoden	61
	4.1	Versuchsprodukte	61
	4.1.1	Magnetische Materialien	61
	4.1.2	Nicht magnetische Materialien	64
	4.1.3	Flüssigkeiten/ Pufferlösungen	66
	4.1.4	Chemikalien zur Schnittbildanalyse von Filterkuchen	67
	4.2	Versuchsapparaturen und Durchführung	68
	4.2.1	Magnetsysteme	68
	4.2.2	Filtermedien	71
	4.2.3	Magnet-Analysenzentrifuge	72
	4.2.4	Magnet-Nutschfilter	74
	4.2.5	Magnet-Pressfilter	77
	4.2.6	Magnet-Handfilterplatte und Magnet-Trommelfilter	79
	4.2.7	Schnittbildanalyse von Filterkuchen	81
	4.2.8	Selektive Separation	82
5	Mag	netische Eigenschaften von Kompositpartikeln	88
	5.1	Abschätzung des magnetischen Potentials von Kompositpartikeln	88
	5.1.1	Intensität und Reichweite	88
	5.1.2	Demagnetisierungseffekte	90
	5.1.3	Magnetische Wechselwirkungen zwischen Kompositpartikeln	91
	5.2	Untersuchungen mit der Magnet-Analysenzentrifuge	92
6	Mag	netfeldeinflüsse auf den Filtrationsprozess: Experimentelle Untersuchung	95
	6.1	Visualisierung der Strukturbildung	95
	6.1.1	Partikelketten im Magnetfeld	95
	6.1.2	Schnittbildanalyse von Filterkuchen	95

	6.2	Magnet-Drucknutsche	98
	6.2.	l Kuchenbildung	98
	6.2.	2 Durchströmungsverhalten	104
	6.3	Magnet-Pressfilter	105
	6.4	Magnet-Handfilterplatte und Magnet-Trommelfilter	112
7	Mag	gnetfeldeinflüsse auf den Filtrationsprozess: Theoretische Untersuchung	118
	7.1	Erweiterung des modifizierten Ansatzes nach Yukawa	118
	7.2	DEM-Simulation	122
	7.2.	Simulationsparameter und resultierende Kräfte	122
	7.2.	DEM-Simulation der magnetfeldüberlagerten Kuchenfiltration	125
	7.2.	Wergleich mit experimentellen Ergebnissen	132
8	Mag	gnetfeldüberlagerte selektive Bioseparation	135
	8.1	Selektive Separation	135
	8.1.	l Filtermedienwahl	135
	8.1.	2 Magnetfeldeinfluss	139
	8.1	B Mehrstufige Separation	141
	8.1.	4 Kontinuierliche Separation	142
	8.2	Verfahrensnachweis der magnetfeldüberlagerten selektiven Bioseparation	144
	8.2.	Abtrennung von Lysozym	144
	8.2.	2 Verdrängungswäsche zur Elution von Lysozym	146
	8.2	Selektive Separation von Lysozym aus Hühnereiweiß	147
9	Sch	lussfolgerung und weiterführende Überlegungen	152
10	Lite	raturverzeichnis	157
11	Syn	bolverzeichnis	165
12	Anh	ang	172
Le	Lebenslauf		