

Inhalt

1	Motivation und Zielstellung des Projektes NanOnLine	4
1.1	Messen im Labor, messen und regeln im Prozess	4
1.2	Konzept und Vorgehen im Projekt NanOnLine	5
2	Materialien und Messverfahren	7
2.1	Verwendete Materialien	7
2.2	Messmethoden und -verfahren	10
2.2.1	Oberflächenladungsverhältnisse der Partikel	10
2.2.2	Fließverhalten der Suspensionen und Suspensionsstruktur	10
2.2.3	Partikelgrößenverteilungen	12
2.2.4	Weitere Analyseverfahren	12
2.2.5	Vorversuche zur Mahlbarkeit der Böhmit-Suspensionen	13
3	Online-Messsystem zur Nanopartikelcharakterisierung	13
3.1	Einleitung	13
3.1.1	Anforderungen an ein onlinefähiges Sondensystem	13
3.1.2	Vorstellung der Messverfahren	14
3.2	Theorie	16
3.2.1	Berechnung des Dämpfungskoeffizienten der Ultraschall-Spektroskopie	16
3.2.2	Inversionsalgorithmus zur Bestimmung der Partikelgrößenverteilung aus dem Dämpfungsspektrum	17
3.2.3	Der ESA-Effekt und das Zetapotential	20
3.3	Gesamtaufbau des Online-Demonstrator-Messsystems	22
3.4	Systemmodule	26
3.4.1	ESA-Modul	26
3.4.2	FastSizer-Modul	27
3.4.3	Datentransfer-Modul	30
3.4.4	Leistungsmerkmale des Messsystems	30
3.4.5	Einzelaspekte zu akustischen Messverfahren in der Prozessumgebung	35
3.5	Laborversionen für Sonderanwendungen	36
3.5.1	Aggregationssensor	36
3.5.2	Formfaktoranalyse	39
3.6	Zusammenfassung	39
4	Stabilisierung von Suspensionen	40
4.1	Anforderungen besonders aus Sicht der Nanomahlung	40
4.2	Elektrosterische Stabilisierung von Böhmit in Wasser	42
4.3	Elektrostatische Stabilisierung von Böhmit in Wasser	46
4.4	Schlussfolgerungen	48

5	Feinstmahlung in Rührwerkskugelmöhlen	49
	5.1 Grundlagen der Mahlung bzw. Dispergierung	49
	5.1.1 Allgemeine Betrachtungen	49
	5.1.2 Mahlmechanismen	49
	5.2 Technik der Alpine-Rührwerkskugelmöhlen	51
	5.2.1 Prozessraum	51
	5.2.2 Mahlkörper	53
	5.2.3 Verschleißschutz	53
	5.2.4 Kühlung	54
	5.2.5 Messtechnik	55
	5.3 Betrieb von Rührwerkskugelmöhlen	56
	5.3.1 Betriebsparameter und ihre Wirkung	56
	5.3.2 Verweilzeit und Betriebsweise	57
	5.4 Beschreibung der Laboranlage 90 AHM	59
	5.5 Auswahl von Mahlkugeln für die Aufbereitung von Böhmit	62
	5.6 Ergebnisse zur Aufbereitung von Böhmit in der Laboranlage	69
	5.7 Zusammenfassung	74
6	Messtechnisch überwachte Herstellung von Nano-Böhmit	75
	6.1 Berechnungen und Scale-Up der Mahlanlage	75
	6.2 Beschreibung der Demonstratoranlage 200 AHM	76
	6.2.1 Technischer Aufbau	76
	6.2.2 Messdatenerfassung an der Mühle	79
	6.3 Online-Messungen während der Aufbereitung	80
	6.3.1 Messdatenerfassung durch den FastSizer	80
	6.3.2 Einbindung des FastSizer in die Mahlanlage	81
	6.4 Ergebnisse zur Aufbereitung von Böhmit in der Demonstratoranlage	83
	6.4.1 Mühlen- und Suspensionsparameter	83
	6.4.2 Ergebnisse der Mahlversuche	84
	6.4.3 Vergleich der Zerkleinerungsergebnisse von Labor- und Technikumsanlage	88
7	Regelungskonzept für die Mahlanlage	90
	7.1 Stell- und Regelgrößen	90
	7.2 Ablauf eines geregelten Mahlprozesses	91
	7.3 Entwicklung der Regelungsstrategie	92
	7.4 Umsetzung der Regelung in der Mahlanlage	95
	7.4.1 Der Regler	95
	7.4.2 Das Regelungskonzept	95
	7.4.3 Der Regelalgorithmus	96
	7.5 Zusammenfassung	98
8	Anwendungen von Nano-Böhmit	99
	8.1 Anforderungen an Nano-Böhmit	99
	8.2 Produktion von Submikron-großen Böhmitpartikeln als Rohstoff	103
	8.2.1 Eigenschaften der Böhmit-Partikel aus der Mahlung im Labormaßstab	103
	8.2.2 Eigenschaften der Böhmit-Partikel aus der Mahlung im Pilotmaßstab	107

8.3	Nano-Böhmmit als mineralischer Flammhemmer	108
8.4	Zusammenfassung	116

9	Zusammenfassung	117
10	Tabellenverzeichnis	118
11	Abbildungsverzeichnis	119
12	Abkürzungsverzeichnis	122
13	Literaturverzeichnis	123
14	Projektpartner	126