

M. Sc. Qian Zhu, Karlsruhe

**Eindickung  
hochkonzentrierter  
Suspensionen im  
Hyperkonzentrator**

Reihe **3**: Verfahrenstechnik

Nr. **518**

# INHALT

	Seite
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Einleitung	1
1.2 Ziele der Arbeit	4
<b>2. Grundlagen und Stand des Wissens</b>	<b>6</b>
2.1 Modellvorstellungen zur Sedimentation im Erdfeld	7
2.1.1 Ungestörte Sedimentation	7
2.1.2 Schwarmsedimentation	9
2.1.3 Zonensedimentation	9
2.1.4 Kompression und Kompressionspunkt	11
2.1.4.1 Methode nach Roberts	11
2.1.4.2 Methode nach Freidinger	13
2.2 Stand des Wissens	15
2.2.1 Vibrator	16
2.2.2 Ultraschall	16
2.2.3 Deep Bed Thickener	17
2.2.3.1 National Coal Board's Deep Cone Thickener	18
2.2.3.2 Alcan International Limited Deep Thickener	20
2.2.3.3 EIMCO Hi-Density Thickener	22
2.2.3.4 Supaflo High Compression Thickener	24
2.2.3.5 AKASET	25
2.2.4 Annahmen nach Flory	26
<b>3. Versuchsmaterialien</b>	<b>28</b>
3.1 Modellsubstanz	28
3.2 Mineralische Aufbereitungsprodukte	29
3.2.1 Zinkerz	29
3.2.2 Kaolin	30
3.3 Abwasserschlämme	32
3.3.1 Papierschlamm	32
3.4 Sonstige Materialien	34

---

<b>4.</b>	<b>Experimentelle Voruntersuchungen</b>	<b>36</b>
4.1	Energieeintrag im Standzylinder	36
4.2	Konzentrations- und Feststoffdruckverteilung über der Höhe des Sediments	37
4.3	Bestimmung der Permeabilität $P_c$ des Haufwerks mit Hilfe der Drucknutsche	41
<b>5.</b>	<b>Labor Hyperkonzentrator</b>	<b>44</b>
5.1	Konstruktion und Bau	44
5.2	Funktionsweise und Versuchsdurchführung	46
5.3	Ergebnisse mit dem Labor-Hyperkonzentrator	46
5.3.1	Ergebnisse mit Glaskugeln	46
5.3.2	Ergebnisse mit mineralischen Stoffen	47
5.3.3	Ergebnisse mit Schlämmen	50
5.4	Der optimale Startpunkt des Energieeintrages	54
<b>6.</b>	<b>Physikalisches Verständnis</b>	<b>56</b>
6.1	Entwässerung durch Kanalbildung	56
6.2	Überprüfung der Annahme von Flory	59
6.2.1	Vorbereitung von Proben zur REM-Untersuchung	59
6.2.2	Brückenzerstörungsmodell	60
6.2.3	Homogenisierungsmodell	64
<b>7.</b>	<b>Diskontinuierliche Pilot-Anlagen</b>	<b>66</b>
7.1	Diskontinuierlicher Pilot-Hyperkonzentrator	66
7.2	Diskontinuierlicher Pilot-Eindicker mit Krählerwerk	70
7.3	Ergebnisse mit den Pilot-Anlagen	70
7.3.1	Versuche mit Zinkerz	73
7.3.2	Versuche mit Kaolin	76
	7.3.2.1 Präparation der Kaolin-Wasser-Suspension	76
	7.3.2.2 Versuche mit Kaolin	78
7.3.3	Versuche mit Papierschlamm	79
7.4	Diskussion	82
7.5	Ergebnisvergleich zwischen Hyperkonzentrator und Eindicker mit Krählerwerk	84

<b>8.</b>	<b>Kontinuierliche Anlage</b>	<b>86</b>
8.1	Sedimentation mit unterschiedlichen Behälterformen	86
8.2	Bau- und Funktionsweise der kontinuierlichen Pilot-Anlage	88
8.3	Ergebnisse	92
8.3.1	Variation des Energieeintrags	92
8.3.1.1	Einfluß der Drehzahl	92
8.3.1.2	Einfluß der Exzentrizität	94
8.3.2	Konzentrationsverteilung über der Höhe im kontinuierlichen Hyperkonzentrator	95
8.3.3	Vergleich zwischen Hyperkonzentrator und Eindicker mit Krählerwerk	97
8.4	Der Einsatzbereich des Hyperkonzentrators	100
8.4.1	Spezifischer Massendurchsatz von Zinkerz	100
8.4.2	Spezifischer Massendurchsatz von Kaolin	102
<b>9.</b>	<b>Druckverhältnisse im Hyperkonzentrator – Messung und Berechnung der Drücke</b>	<b>105</b>
9.1	Hydrostatischer Druck des Feststoffes	107
9.2	Druck durch Taumelbewegung $P_T$	112
9.3	Die Kennzahl $\beta$	119
<b>10.</b>	<b>Scale - Up und Betrachtung der Wirtschaftlichkeit</b>	<b>121</b>
10.1	Normierung der gesamten Ergebnisse	121
10.2	Scale – Up	127
10.2.1	Durchsatzerhöhung des Apparates	127
10.2.2	Betrieb mit optimalen Einstellparameterkombinationen	130
10.3	Betrachtung der Wirtschaftlichkeit	135
10.3.1	Vergleich der Betriebskosten zwischen Hyperkonzentrator und Vakuumtrommelfilter	135
10.3.2	Vergleich des Flockungsmittelbedarfes zwischen Hyperkonzentrator und Deep-Bed-Thickener mit Krählerwerk	136
10.3.3	Vergleich mit der Preßfiltration	138
<b>11.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>141</b>
	<b>Anhang</b>	<b>146</b>

**Symbolverzeichnis** 150

**Literaturverzeichnis** 153