

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Einleitung und Vorstellung des neuen Verfahrens	1
2	Ausgangssituation und Umfang der Arbeit	3
2.1	Ausgangssituation	3
2.2	Umfang und Abgrenzung der Arbeit	6
3	Material und Methoden	8
3.1	Versuchsmaterialien	8
3.1.1	Modellsubstanzen	8
3.1.2	Mineralische Aufbereitungsprodukte	10
3.1.3	Kommunale Abwasserschlämme	14
3.2	Beschreibung der Laborapparaturen und der Experimentiertechnik	19
3.2.1	Die Versuchsanlage I	19
3.2.1.1	Methoden zur Aufnahme der Entfeuchtungskinetik	20
3.2.1.2	Temperaturmessungen im Haufwerk	22
3.2.1.3	Druckmessungen im Haufwerk	23
3.2.1.4	Sondervorrichtungen zur Unterbindung von Randeffekten	24
3.2.2	Die Versuchsanlage II	25
3.2.2.1	Die Kuchenbildung	27
3.2.2.2	Die Versuchsgefäße	27
3.2.2.3	Der Heiz/Preß-Stempel	27
3.2.2.4	Die Meßwerterfassung	28
3.2.2.5	Verschiedene Versuchsanordnungen	30
3.2.3	Magnetische Resonanz-Tomographie (MRT)	31
3.2.3.1	Grundlagen der MR-Tomographie	32
3.2.3.2	Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung	36
4	Experimentelle Ergebnisse - Modellsubstanzen -	40
4.1	Zum Sättigungsverlauf	40
4.2	Zum axialen Temperaturverlauf im Haufwerk	48
4.3	Zum Druckverlauf im Haufwerk	50
4.4	Zur Entfeuchtungs- und Trocknungsfront	51
4.5	Vergleich zwischen Versuchsanlage I und II	56

4.6	Dampfdruckentwässerung von untersättigten Filterkuchen	60
4.7	Visualisierung der Vorgänge durch MR-Imaging	62
4.8	Schlußfolgerungen aus den Untersuchungen	70
5	Theoretische Beschreibung der Dampfdruckentwässerung	74
5.1	Phänomenologie des Entfeuchtungsvorgangs	74
5.2	Die qualitative Modellvorstellung	78
5.3	Tauglichkeit von Ansätzen zur Beschreibung artverwandter physikalischer Vorgänge	80
5.4	Näherungsgleichungen zur Beschreibung der Entfeuchtungskinetik	83
5.4.1	Berücksichtigung von Wärmeübergangswiderständen zwischen Heizquelle und Haufwerk	86
5.4.2	Ergebnisse	88
5.5	Physikalische Modellierung der Dampfdruckentwässerung	93
5.6	Numerische Simulation der Dampfdruckentwässerung	95
5.6.1	Numerische Lösung von Differentialgleichungen	96
5.6.2	Das Differenzenverfahren	97
5.6.3	Realisierung	101
5.6.4	Sicherstellung der Validität	109
5.6.5	Parameterstudien	112
5.7	Vereinfachte modellgestützte Anpassungsgleichungen	116
6	Vergleich zwischen Theorie und Experiment	118
6.1	Zusammenhang zwischen Temperatur- und Sättigungsverlauf	118
6.2	Vorausbestimmung des Zeitpunktes t_0	119
6.3	Vorausbestimmung des Zeitpunktes t_1	121
6.4	Vorausbestimmung der gesamten Entfeuchtungskinetik	122
7	Experimentelle Ergebnisse - Aufbereitungsprodukte -	127
7.1	Schwach kompressible mineralische Aufbereitungsprodukte	127
7.2	Stark kompressible mineralische Aufbereitungsprodukte	132
7.3	Kommunale Abwasserschlämme	140
8	Wirtschaftlichkeit des neuen Verfahrens	152
8.1	Energetische Betrachtung	152
8.2	Einsparung an Filterfläche	159

9	Die Anwendung der Dampfdruckentwässerung zur Ermittlung von Kapillardrücken in Haufwerken	160
10	Technische Umsetzung der Dampfdruckentwässerung	163
10.1	Die "Heiße Filterpresse"	163
10.2	Weitere Vorschläge zur apparativen Umsetzung	172
11	Zusammenfassung und Ausblick	174
Anhang		178
A1	Partikelgrößenverteilungen	179
A2	Kapillardruckkurven	180
A3	Wärmeleitfähigkeit von Schüttungen	182
A4	Kontaktwiderstand zwischen Gefäßboden und Schüttung	188
A5	Kondensationsanteil	190
A6	Berechnung des Realgasfaktors	192
A7	Wärmeübertragung durch Dampfdiffusion	194
A8	Berechnung des Gauß'schen Fehlerintegrals	197
A9	Berechnung des Temperaturprofils eines halbumendlichen Körpers mit Deckschicht (Randbedingung 3. Art) nach Tautz [71]	198
A10	Berechnung von Verdunstungseffekten	200
A11	Abschätzung von Reibungsdruckverlusten	202
A12	Temperaturprofile (Diagramme und Meßdaten)	203
A13	Abschätzung des thermo-mechanisch entfernbareren Flüssigkeitsanteils für den stationären Zustand nach Schlünder [73]	216
Bezeichnungen		217
Abkürzungen		217
Formelzeichen		217
Indizes		221
Literaturverzeichnis		222