

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	III
Abstract.....	IV
Inhaltsverzeichnis.....	V
Abbildungsverzeichnis.....	IX
Tabellenverzeichnis.....	X
Danksagungen.....	XII
1 Aufgabenstellung und Zielsetzung.....	1
2 Einführung.....	2
2.1 Rekultivierungsschicht (Wasserhaushaltsschicht).....	2
2.2 Entwässerungsschicht (Flächendränage).....	2
2.3 Kunststoffdichtungsbahn (KDB).....	3
2.4 Mineralische Dichtungsschicht.....	3
2.5 Gasdränschicht.....	4
2.6 Dichtungsaufleger (Ausgleichsschicht).....	4
3 Grundlagen.....	5
3.1 Die Wasserbewegung im Boden.....	5
3.1.1 Einteilung des Bodenwassers.....	5
3.1.2 Potentiale des Bodenwassers.....	6
3.1.3 Einfluß der Poren auf den Wassertransport.....	9
3.1.4 Der kapillare Aufstieg von Wasser im Boden.....	10
3.1.5 Einfluß der Temperatur auf die Wasserbewegung im Boden.....	11
3.1.6 Gesättigte und ungesättigte Durchlässigkeit von Böden.....	12
3.2 Grundlagen der Kapillarsperre.....	15
3.2.1 Aufbau und Funktionsweise.....	15
3.2.2 Günstige Bodenkennwerte und Dimensionierung von Kapillarsperren.....	15
4 Geotextilien.....	20
4.1 Gewebe.....	20
4.2 Vliesstoffe.....	21
4.3 Verbundstoffe.....	21
4.4 Hydraulische und mechanische Eigenschaften von Geotextilien.....	21
4.4.1 Eigenschaften von Geotextilien.....	21
4.5 Dimensionierung geeigneter geotextiler Trennlagen.....	22
5 Untersuchte Sickerwasserinhaltsstoffe.....	24
5.1 Tenside.....	24
5.1.1 Allgemeiner Überblick.....	24
5.1.2 Vorkommen in der Natur.....	25
5.2 Dünger.....	26
5.2.1 Stickstoff.....	26
5.2.2 Phosphor.....	27

5.2.3	Kalium	27
5.3	Huminstoffe	28
5.4	Einfluß von Lösungsinhaltsstoffen auf die Oberflächenspannung	29
5.5	Sorption	30
5.5.1	Sorptionsisothermen	30
5.6	Sorptionsversuche von Sickerwasserinhaltsstoffen an Kapillarschichtmaterialien	30
6	Bodenmechanische, bodenphysikalische und geochemische Untersuchungen	32
6.1	Bodenmechanische Untersuchungen	32
6.1.1	Korngrößenverteilung nach DIN 18123	32
6.1.2	Bestimmung der Korndichte ρ_s im Luftpyknometer (DIN 18121 T 2)	32
6.1.3	Bestimmung der Grenzen der Lagerungsdichte (DIN 18126)	32
6.1.4	Bestimmung der gesättigten Durchlässigkeit (k_r -Wert)	33
6.2	Petrographische Zusammensetzung	33
6.2.1	Dünnschliffe	33
6.2.2	Untersuchungen mit dem Röntgendiffraktometer	35
6.3	Geochemische Untersuchungen	36
6.3.1	Eluierbarkeit der Kapillarschichtmaterialien nach DIN 38414 T 4 (DEV-S 4)	36
6.4	Säulenversuche	36
6.4.1	Bestimmung der kapillaren Steighöhe h_K und Ableitung der Wasserspannungskurve	36
6.4.2	Fehlerabschätzung	38
6.4.3	Säulenversuche zur Bestimmung des Einflusses von Lösungsinhaltsstoffen auf die kapillare Steighöhe	39
7	Anwendung von Recyclingmaterialien in Kapillarsperren	44
7.1	Umweltverträglichkeit	44
7.1.1	Einflußgrößen auf das Auslaugungsverhalten	44
7.1.2	Elutionstests	45
7.2	Wasserwirtschaftliche Bewertung und Einbaukriterien	47
7.2.1	Zuordnungswerte nach LAGA	47
7.2.2	Bayerisches Bauschuttdeponiemerkblatt	48
7.3	Mögliche Recyclingmaterialien und Reststoffe als Kapillarsperrenmaterialien	49
7.3.1	Baurestmassen	49
7.3.2	Schlacken aus Müllverbrennungsanlagen	50
7.3.3	Stahlwerkschlacken	52
7.4	Untersuchungen an Elektroofenschlacken	54
7.4.1	Bodenmechanische und hydraulische Eigenschaften der EOS	54
7.4.2	Untersuchungen zur chemischen Stabilität der Elektroofenschlacke	55
8	Tankversuche	59
8.1	Beschreibung der Versuchsanlage	59
8.1.1	Geräte	59
8.1.2	Kalibrierung der Meßgeräte und Sonden	61
8.1.3	Ermittlung der Einflußgrößen auf die Wasserbilanz	61
8.1.4	Materialien und Versuchsanordnung	62
8.2	Versuch 1: Düngemittel- und Huminstoffe	63
8.2.1	Ergebnisse	63
8.3	Versuch 2: Tenside in Kapillarsperren	66

8.3.1	Versuchsdurchführung	66
8.3.2	Permeat	66
8.3.3	Versuchsergebnisse	66
8.3.4	Einfluß der Tenside auf Kapillarsperren	71
8.4	Tankversuche mit Kapillarsperrenelementen aus Reststoffen	73
8.4.1	Versuch 3: EOS als Kapillarbruchsicht	73
8.4.2	Tankversuch mit Residualsanden aus der Schwerspatindustrie	76
8.4.3	Schlußfolgerungen	77
9	Einfluß von Geotextilien auf die Kapillarsperrenwirkung	78
9.1	Bodenmechanische und hydraulische Eigenschaften	78
9.2	Tankversuche	79
9.2.1	Versuchsdurchführung	79
9.2.2	Ergebnisse	80
9.3	Einfluß von Geotextilien auf die Kapillarsperrenwirkung bei Starkregenereignissen	82
9.3.1	Versuchsdurchführung	82
9.3.2	Ergebnisse	82
9.3.3	Schlußfolgerungen	85
10	Vorgehensweise bei der Materialauswahl für Kapillarsperren	86
10.1	Vorauswahl:	87
10.1.1	Bodenphysikalische Parameter	87
10.1.2	Geochemische Stabilität	87
10.1.3	Sonstige Kriterien	87
10.2	Optimierung der ausgewählten Materialien	87
10.3	Endkontrolle	88
10.4	Gütekriterien für Kapillarsperrenmaterialien	91
10.5	Kostenaspekte	92
11	Betrachtungen zur Gleichwertigkeit von Kapillarsperren mit dem Regelsystem nach TA-Siedlungsabfall	92
12	Zusammenfassung	95
13	Literaturverzeichnis	102
14	Anhang	112
14.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	112
14.1.1	Probenliste	112
14.1.2	Bodenmechanische Kennwerte	113
14.2	Kornverteilungsdiagramme nach DIN 18123	119
14.2.1	Kapillarsperrenmaterialien	119
14.2.2	Kornverteilungsdiagramme untersuchter Sande nach DIN 18123	120
14.3	Wasserspannungskurven	123
14.3.1	Kapillarsperrenmaterialien	123
14.3.2	Wasserspannungskurven untersuchter Natursande	124
14.4	Zusammenstellung der Materialien für die Versuchsaufbauten	128
14.4.1	Versuchsaufbau für die Ableitung der Kapillardruckkurven	128
14.4.2	Zusammenstellung der Materialien zum Tankversuch	129
14.5	Analytik	130

14.5.1	Düngerinhaltsstoffe.....	130
14.5.2	Tenside.....	130
14.5.3	Huminstoffe.....	130
14.6	Kalibrierung der Drucksonde	131
14.7	Verlaufskurven der Matrixpotentiale während der Tankversuche.....	132
14.7.1	Versuch 1: Düngemittel und Huminstoffe	132
14.7.2	Versuch2: Tenside	133
14.7.3	Versuch 3: KS aus Brechsand 0/2, KBS aus Elektroofenschlacke 2/16.....	136
14.7.4	Versuch 5: Einfluß von Geotextilien auf Kapillarsperren.....	137
14.7.5	Versuch 6: Einfluß von Geotextilien auf Kapillarsperren.....	139
14.7.6	Versuch 7: Einfluß von Geotextilien auf Kapillarsperren.....	141
14.8	Kennwerte des Geotextils DEPOTEX 755 GG (Naue Fasertechnik):.....	142