

# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
KURZFASSUNG .....	I
VORWORT .....	III
INHALTSVERZEICHNIS .....	IV
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	VIII
TABELLENVERZEICHNIS .....	XIV
<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung .....	1
1.2 Zielsetzung und Arbeitsprogramm .....	2
<b>2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN .....</b>	<b>3</b>
2.1 Tone und Tonminerale .....	3
2.1.1 Einleitung .....	3
2.1.2 Struktur der Tonminerale .....	3
2.1.3 Wechselwirkungen zwischen Tonmineralen .....	6
2.1.4 Mikrogefüge .....	9
2.2 Stofftransport .....	14
2.2.1 Durchlässigkeit und Permeabilität .....	14
2.2.2 Transportmechanismen .....	17
2.3 Adsorptionstheorie .....	21
2.3.1 Adsorptionsenergie .....	21
2.3.2 Bindungskräfte der Physisorption .....	22
2.3.3 Adsorptionsisothermen .....	23
2.3.3.1 Adsorptionsisotherme nach LANGMUIR .....	24
2.3.3.2 Adsorptionsisotherme nach BRUNAUER, EMMETT & TELLER (BET) .....	26
2.3.3.3 Problematik der BET-Theorie .....	27
<b>3. UNTERSUCHUNGSMETHODEN .....</b>	<b>29</b>
3.1 Mineralogische Untersuchungen .....	29
3.1.1 Röntgen-Beugungsanalyse .....	29
3.1.1.1 Einführung .....	29
3.1.1.2 Probenpräparation und Auswertung .....	29

3.1.2	Quellfähige Tonminerale .....	30
3.1.3	Karbonatgehalt.....	31
3.1.4	Quarz- und Feldspatgehalt .....	31
3.1.5	Organische Substanz .....	32
3.1.6	Illit und Kaolinit.....	32
3.1.7	Kationenaustauschkapazität.....	32
3.2	Bodenphysikalische und -mechanische Kennwerte .....	33
3.2.1	Korngrößenverteilung .....	33
3.2.2	Konsistenzgrenzen.....	33
3.2.3	Korndichte, Trockendichte, Wassergehalt und Porosität ...	33
3.2.4	Wasserbindevermögen .....	34
3.3	Mikrogefügeuntersuchungen .....	34
3.3.1	Probenvorbereitung.....	34
3.3.2	Stickstoffporosimetrie.....	36
3.3.2.1	Meßmethodik .....	37
3.3.2.2	Spezifische Oberfläche nach BET.....	38
3.3.2.3	Grundlagen zur Bestimmung der Porenverteilung .....	40
3.3.2.4	Problematik der Stickstoffporosimetrie.....	41
3.3.2.5	Porenverteilung nach BARRETT, JOYNER & HALENDA.....	42
3.3.2.6	Porenverteilung nach INNES .....	43
3.3.2.7	Die t-Plot Methode.....	43
3.3.2.8	Problematik und Gültigkeitsbereiche der Stickstoffporosimetrie .....	45
3.3.3	Quecksilberporosimetrie .....	47
3.3.3.1	Grundlagen .....	47
3.3.3.2	Versuchsdurchführung.....	48
3.3.3.3	Problematik der Quecksilberporosimetrie.....	49
3.3.4	Vergleich von Stickstoff- und Quecksilberporosimetrie ...	50
3.3.5	Rasterelektronenmikroskopie .....	54
3.4	Chemische Untersuchungen .....	55
3.4.1	Gaschromatographie.....	55
3.4.2	Ionenaustauschchromatographie .....	56
3.4.3	Tensiometrie .....	57

<b>4. PROBENMATERIAL</b> .....	<b>59</b>
4.1 Geographische und geologische Einordnung .....	59
4.1.1 Keuper-Ton Gammesfeld/Franken .....	59
4.1.2 Kaolin Hirschau/Oberpfalz .....	60
4.1.3 Reintone Milos .....	60
4.2 Mineralogische Zusammensetzung .....	61
4.2.1 Mineralbestand .....	61
4.2.2 REM-Aufnahmen .....	62
4.3 Bodenphysikalische und -mechanische Kenngrößen .....	64
4.3.1 Standardwerte .....	64
4.3.2 Verdichtbarkeit .....	65
4.4 Bodenchemische Parameter .....	68
4.4.1 Kationenaustauschkapazität .....	68
4.4.2 pH-Wert .....	69
<b>5. TONE IM KONTAKT MIT UNPOLAREN ORGANIKA</b> .....	<b>71</b>
5.1 Kontaminationsflüssigkeiten .....	71
5.2 Fallbeispiele .....	73
5.3 Versuchsaufbau .....	75
5.4 Vergleich der Verdichtbarkeit in Abhängigkeit von Befeuchtungsmedium und Wassergehalt .....	80
5.5 Gefügeänderungen .....	87
5.5.1 Wassergesättigte Proben .....	87
5.5.2 Schadstoffgesättigte Proben .....	101
5.5.3 Teilgesättigte Proben .....	106
5.6 Untersuchungen zur Permeabilität .....	113
5.6.1 Wassergesättigte Proben .....	113
5.6.2 Schadstoffgesättigte Proben .....	118
5.6.3 Teilgesättigte Proben .....	121
5.6.4 Folgerungen für den Schadensfall .....	123
5.7 Adsorption aus der Gasphase .....	125
5.8 Kationenaustauschkapazität .....	129

<b>6. TONE IM KONTAKT MIT NICHTIONISCHEN TENSIDEN .....</b>	<b>132</b>
6.1 Sanierungsmöglichkeiten .....	132
6.2 Wirkungsweise von Tensiden .....	135
6.2.1 Micellbildung und Schadstoffaustrag .....	136
6.2.2 Das Niotensid BRIJ 35 .....	138
6.2.3 Mikrobieller Abbau .....	139
6.3 Adsorptionsmechanismen .....	140
6.4 Sedimentationsversuche .....	143
6.5 Permeabilität und Mikrogefüge .....	145
6.5.1 Referenzproben .....	145
6.5.2 Wassergesättigte, kontaminierte Tone .....	147
6.5.3 Schadstoffgesättigte Tone .....	152
6.6 Schadstoffaustrag .....	158
6.6.1 Wassergesättigte, kontaminierte Tone .....	158
6.6.2 Schadstoffgesättigte Tone .....	161
6.6.3 Folgerungen für die Sanierungspraxis .....	163
6.7 Durchbruchkurven und Retardation .....	164
<b>7. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>170</b>
<b>8. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>175</b>

## **ANHANG**