

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
KURZFASSUNG	I
VORWORT	III
INHALTSVERZEICHNIS	IV
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VIII
TABELLENVERZEICHNIS	XIV
1. EINLEITUNG	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung und Arbeitsprogramm	2
2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN	3
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
3. UNTERSUCHUNGSMETHODEN	29
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

4. PROBENMATERIAL	59
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
5. TONE IM KONTAKT MIT UNPOLAREN ORGANIKA	71
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

6. TONE IM KONTAKT MIT NICHTIONISCHEN TENSIDEN	132
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
7. ZUSAMMENFASSUNG	170
8. LITERATURVERZEICHNIS	175

ANHANG