

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	ix
Abstract	xi
1 Einführung	1
1.1 Thematik	2
1.2 Stand der Wissenschaft	4
1.3 Ziel der eigenen Untersuchungen	9
2 Verhalten teilgesättigter Böden	11
2.1 Aufbau und Zusammensetzung	11
2.2 Phänomenologisches Verhalten	16
2.2.1 Hydraulische Effekte	16
2.2.2 Mechanische Effekte unter monotoner Beanspruchung	23
2.2.2.1 Elastizität	24
2.2.2.2 Scherfestigkeit	26
2.2.2.3 Volumenänderungsverhalten	30
2.2.2.4 Spannungs-Verformungsverhalten	32
2.2.3 Mechanische Effekte unter nicht monotoner Beanspruchung	35
2.3 Versuchs- und Messtechnik	43
2.3.1 Messung der Saugspannungen im Boden	43
2.3.1.1 Tensiometer	44
2.3.1.2 Axis-translation Methode	46
2.3.2 Messung des Spannungs-Verformungsverhaltens	48
2.3.2.1 Zyklischer Triaxialversuch	48
2.3.2.2 Resonant-Column-Test	50
2.4 Zustandsgrößen und Materialfunktionen	52
2.4.1 Konzept der effektiven Spannungen	52
2.4.2 Unabhängige Spannungszustandsgrößen	55
2.4.3 Weitere Zustandsgrößen	57
2.4.4 Kopplungsmechanismen	58

	2.4.4.1	Volumenänderungen durch hydraulische Effekte	58
	2.4.4.2	Änderung des hydraulischen Flusses	59
2.5		Materialbeziehungen und Stoffmodelle	60
	2.5.1	Zur Verwendung von Tensoren und Invarianten	61
	2.5.2	Nicht gekoppelte Stoffmodelle	65
	2.5.2.1	Elastoplastizität (Hyperplastizität)	66
	2.5.2.2	CamClay Theorie	73
	2.5.2.3	Hypoplastizität	77
	2.5.3	Gekoppelte Stoffmodelle	79
	2.5.3.1	Theorie poröser Medien (TPM)	79
	2.5.3.2	Das Barcelona Basic Model (BBM)	82
	2.5.4	Modellierung zyklischer Einwirkungen	89
	2.5.4.1	Elastoplastische Mehrflächenmodelle	89
	2.5.4.2	Hypoplastisches Stoffgesetz	92
	2.5.4.3	Weitere Modellansätze	93
2.6		Folgerungen für die experimentellen Untersuchungen	94
3		Experimentelle Untersuchungen zum Materialverhalten	95
	3.1	Untersuchungskonzept	95
	3.2	Bodenmaterial und Probenvorbereitung	99
	3.3	Ermittlung der Saugspannungscharakteristik	102
	3.3.1	Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung	102
	3.3.2	Versuchsparameter	103
	3.3.3	Ergebnisse	103
	3.4	Statische und zyklische Triaxialversuche	108
	3.4.1	Versuchsstand und Versuchsdurchführung	108
	3.4.2	Versuchsparameter und Regelspannungspfade	114
	3.4.3	Ergebnisse	118
	3.5	Ödometerversuche	124
	3.5.1	Versuchsstand und Versuchsdurchführung	124
	3.5.2	Versuchsparameter und Regelspannungspfade	125
	3.5.3	Ergebnisse	126
	3.6	Direkte Scherversuche	129
	3.6.1	Versuchsdurchführung und Versuchsparameter	129
	3.6.2	Ergebnisse	129
4		Stoffmodell und Darstellung der Versuchsergebnisse	133
	4.1	Phänomene der Versuchsergebnisse	136
	4.2	Elasto-plastisches Stoffmodell	143
	4.3	Parameterwerte und Funktionen des Stoffmodells	147
	4.3.1	Pseudo-elastische Parameter K und G	147

4.3.2	Parameter der Fließfunktion	152
4.3.2.1	Parameter m und B	153
4.3.2.2	Parameter A	155
4.3.3	Dilatationsverhalten	160
5	Zyklische Belastungsphase der Triaxialproben	167
5.1	Phänomene der zyklischen Einwirkungen	168
5.2	One-way-Versuche	171
5.2.1	Deviatorische Verformungen	171
5.2.1.1	Maximale deviatorische Verformungen	171
5.2.1.2	Amplitudenwerte der dev. Verformungen	176
5.2.2	Volumetrische Verformungen (Volumenänderungen)	178
5.2.2.1	Funktion f_0 : Einfluss der Zyklenzahl N	178
5.2.2.2	Maximale Volumenänderung	179
5.2.2.3	Amplituden der zyklischen Verformungen	179
5.3	Two-way-Versuche	181
5.3.1	Deviatorische Verformungen	181
5.3.1.1	Maximale deviatorische Verformungen	181
5.3.1.2	Amplitudenwerte der dev. Verformungen	186
5.3.2	Volumetrische Verformungen (Volumenänderungen)	187
5.3.2.1	Funktion f_0 : Einfluss der Zyklenzahl N	187
5.3.2.2	Maximale Volumenänderung $I_{\varepsilon_z, max}$	188
5.3.2.3	Amplituden der zyklischen Verformungen	188
5.4	Porendrücke (Wasser-/ Saugspannungen)	190
5.5	Zusammenstellung der Parameterfunktionen	195
5.6	Erforderliche Versuche	197
	Zusammenfassung und Ausblick	199
	Literaturverzeichnis	200
	Notation	213
	Anhang	215