

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Stand der Wissenschaft	7
2.1 Grundlagen	8
2.1.1 Boden als Dreiphasenmedium	8
2.1.2 Physikalisches Verhalten teilgesättigter Böden	10
2.2 Beanspruchungen des Untergrundes bei Radüberfahrt	21
2.3 Versickerungsfähige Verkehrsflächen	22
2.4 Fazit	25
3 Zielsetzung und Methoden	27
3.1 Zielsetzung	27
3.2 Methoden	27
4 Experimentelle Untersuchungen granularer Geomaterialien	29
4.1 Bodenmechanische Klassifizierung der Sande	31
4.1.1 Granulometrische und grundlegende bodenmechanische Eigenschaften	31
4.1.2 Mechanisches Verhalten der untersuchten Sande	31
4.1.3 Hydraulische Leitfähigkeit im wassergesättigten Zustand	31
4.2 Klassifizierung des PU-gebundenen Deckschichtmaterials (PUPM)	33
4.3 Experimentelle Untersuchungen zum Kapillardruck-Sättigungs-Verhalten .	35
4.3.1 Methoden zur experimentellen Bestimmung der Kapillardruck-Sättigungs-Beziehung	36
4.3.2 Ergebnisse der Laborversuche zur statischen Kapillardruck-Sättigungs-Beziehung	41
4.3.3 Ergebnisse der Laborversuche zum zyklischen Verhalten der Kapillardruck-Sättigungs-Beziehung	45
4.3.4 Abhängigkeit der Kapillardruck-Sättigungs-Beziehung von dem Verdichtungsgrad	48
4.4 Fazit	54
5 Modellierung teilgesättigter granularer Geomaterialien	55
5.1 Modellierung des mechanischen Verhaltens	55
5.2 Modellierung des hydraulischen Verhaltens	56
5.2.1 Modellierung der Kapillardruck-Sättigungs-Beziehung	56
5.2.2 Modellierung der Durchlässigkeit im teilgesättigten Zustand	61
5.3 Modellierung der hydraulisch-mechanischen Kopplung	64
5.3.1 Dreiphasen-Kontinuums-Formulierung	64

5.3.2	Erweiterungen der dynamischen Dreiphasen-Kontinuums-Formulierung	67
5.4	Validierung	68
5.4.1	Validierung des analytischen Modells	68
5.4.2	Verifizierung der Implementierung in die dynamische Dreiphasen-Kontinuums-Formulierung	71
5.5	Erweiterung des analytischen Modells	73
5.6	Teilgesättigte Ödometerversuche mit zyklischer mechanischer Belastung	74
5.6.1	Beschreibung	74
5.6.2	Simulation	75
5.6.3	Ergebnisse	77
5.7	Implementierung bewegter Flächenlasten	79
5.8	Zusammenfassung	82
6	Entwässerungsverhalten einer wasserdurchlässigen Straßenkonstruktion	83
6.1	Material in der Straßenkonstruktion	83
6.2	Experimentelle und numerische Untersuchungen	86
6.2.1	Experimentelle Untersuchungen	86
6.2.2	Numerische Untersuchungen	87
6.3	Ergebnisse	90
6.3.1	Experimentelle Untersuchungen	90
6.3.2	Numerische Untersuchungen	92
6.4	Fazit	92
7	Zyklische Belastungsversuche einer teilgesättigten Straßenkonstruktion	95
7.1	Material, Teststrecke und Instrumentierung	96
7.2	Mobiler Lastsimulator MLS30	98
7.3	Belastungsszenario	98
7.4	Ergebnisse der Feldversuche	99
7.5	Fazit	104
8	Simulation von Radüberfahrten teilgesättigter Straßenunterbauten	107
8.1	Belastungsszenarien	107
8.2	Numerische Modellbildung und Materialkennwerte	108
8.2.1	Numerisches Modell	108
8.2.2	Simulation	109
8.2.3	Modellparameter	111
8.3	Ergebnisse	112
8.3.1	Hamburger Sand	113
8.3.2	ISS-0 Sand	114
8.4	Fazit	119
9	Zusammenfassung und Ausblick	123
9.1	Zusammenfassung	123
9.2	Ausblick	125

Literatur	127
Anhang A: Notation	141
Anhang B: Modellierung des Verformungsverhaltens granularer Böden	149
Anhang C: Optimierung des Versuchsstands mit der hängenden Wassersäule	159
Anhang D: Implementierung des SWCC-Modells in MATLAB[®]	163