

**Ein methodischer Bemessungsansatz
zur Abschätzung des Tragverhalten von Pfahlgründungen
in weichem kalkigem Sedimentgestein**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor - Ingenieur

an der Fakultät Bauingenieurwesen
der
Bauhaus-Universität Weimar

vorgelegt von
Dipl.-Ing. Thomas Wolff
aus Treuen (Vogtland)

Weimar 2009

Gutachter:

1. Prof. Dr.-Ing. Karl Josef Witt
2. Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach
3. Prof. Dr.-Ing. habil. Tom Schanz



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation.....	1
1.2	Ziele	2
1.3	Untersuchungsstrategie und Methoden.....	3
2	Pfahlgründungen in karbonatischen Sedimenten	5
2.1	Allgemeines	5
2.2	Stand der Forschung und Technik	7
2.2.1	Last-Setzungsverhalten	7
2.2.2	Berechnungsverfahren	17
2.2.3	Geomesstechnik	25
2.3	Fazit und Forschungsansätze	36
3	Experimentelle Untersuchungen	39
3.1	Testprogramm	39
3.2	Baugrund	40
3.2.1	Genese	40
3.2.2	Ingenieurgeologie	40
3.3	Boden- und felsmechanische Untersuchungen	42
3.3.1	In-situ Tests	42
3.3.2	Laborversuche	47
3.4	Standortspezifisches Baugrundmodell.....	56
3.5	Belastungsversuche.....	63
3.5.1	Allgemeines	63
3.5.2	Verwendete geotechnische Messelemente	63
3.5.3	Pfahlherstellung und Versuchsdurchführung	71
3.6	Messergebnisse	73
3.6.1	Last-Setzung	73
3.6.2	Lastabtrag längs der Pfahlachse	75
3.6.3	Lastabtrag am Pfahlfuß	79

3.6.4	Tragverhalten	80
3.6.5	Spannungen im Baugrund neben dem Testpfahl	82
3.6.6	Messabweichungen und Messunsicherheiten	84
3.6.7	Vergleich faseroptischer mit Schwingsaiten Dehnungssensoren	88
3.7	Fazit der experimentellen Untersuchungen.....	92
4	Numerische Modellierung	95
4.1	Vorbemerkungen.....	95
4.2	Strukturmodell.....	96
4.3	Stoffmodell.....	99
4.3.1	Allgemeines	99
4.3.2	Hardening-Soil-Modell	101
4.4	Parameteridentifizierung.....	106
4.4.1	Generelle Betrachtungen	106
4.4.2	Konzeptioneller Ansatz und Grundlagen der Optimierung	107
4.5	Kalibrierung des Strukturmodells.....	114
4.5.1	Validierung des Stoffmodells	114
4.5.2	Verifikation des Strukturmodells	120
4.5.3	Modellkalibrierung (Kalibrierung des Strukturmodells)	126
4.5.4	Einfluss variierender Randbedingungen auf die Systemantwort	133
4.6	Anwendung des Strukturmodells auf einen Bauwerkspfahl.....	138
4.6.1	Geotechnische Verhältnisse, Pfahlgeometrie und Versuchsdurchführung	138
4.6.2	Test- und Simulationsergebnisse	139
4.7	Fazit.....	141
5	Zuverlässigkeitsanalyse	143
5.1	Allgemein.....	143
5.2	Geostatistische Kennwerte der Basisvariablen.....	144
5.2.1	Basisvariablen	144
5.2.2	Autokorrelation	145
5.2.3	Räumliche Mittelung als Funktion des stationären Zufallsfeldes	147
5.3	Versagenswahrscheinlichkeit.....	150
5.3.1	Definition und geometrische Deutung	150
5.3.2	Ermittlung der Versagenswahrscheinlichkeit, Verfahren	152
5.3.3	Vorgehensweise und Annahmen am Bsp. des Einzelpfahles	153
5.3.4	Ergebnisse der Zuverlässigkeitsbetrachtungen der eigenen Probelastung	158

5.4	Fazit.....	162
6	Zusammenfassung und Ausblick	164
6.1	Zusammenfassung.....	164
6.2	Ausblick.....	171
7	Verzeichnisse	173
7.1	Literaturverzeichnis	173
7.2	Vorschriftenverzeichnis	198
Anlage A		201
Anlage B		211
Anlage C		213
Anlage D		217
Anlage E		219