

# Axial zyklisch belastete Mikropfähle in bindigen Böden

**T 3253**

T 3253

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2011

ISBN 978-3-8167-8478-4

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

## **Schlussbericht**

zum Forschungsvorhaben ZP 52-5-11.48.1-1273/07

### **Axial zyklisch belastete Mikropfähle in bindigen Böden**

Sachbearbeiter:

Dipl.-Ing. Jennifer Baumbach (geb. Kleih)

Projektleiter:

Dr.-Ing. Peter Schwarz

Lehrstuhl und Prüfamnt für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau der  
Technischen Universität München

Leiter:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. N. Vogt, Ordinarius

Dezember 2010

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>1.1</b>
<b>2</b>	<b>Literaturrecherche</b> .....	<b>2.1</b>
2.1	Axial zyklische Pfahlversuche im Maßstab 1:1 in bindigen Böden.....	2.1
2.1.1	Mikropfähle.....	2.1
2.1.2	Pfähle mit Durchmesser > 300 mm.....	2.4
2.1.3	Verpressanker.....	2.6
2.2	Kleinmaßstäbliche Modellversuche mit Pfählen.....	2.13
2.3	Zyklische Laborversuche an bindigen Böden.....	2.15
2.3.1	NGI.....	2.17
2.3.2	MIT.....	2.21
2.3.3	Post-zyklische statische Einzelscherversuche.....	2.25
2.4	Numerische Modellierung.....	2.26
2.5	Abschließende Bewertung der ausgewerteten Arbeiten .....	2.26
2.5.1	Feld- und Modellversuche.....	2.26
2.5.2	Laborversuche .....	2.27
<b>3</b>	<b>Pfahlversuche</b> .....	<b>3.1</b>
3.1	Versuchsgelände.....	3.1
3.1.1	Geologie.....	3.1
3.1.2	Baugrunderkundung.....	3.1
3.2	Klassifizierende Laborversuche .....	3.3
3.3	Vorbereitung der Pfahlversuche.....	3.3
3.3.1	Ausstattung der Bewehrungsstäbe mit Dehnmessstreifen.....	3.3
3.3.2	Kalibrierung der Dehnmessstreifen.....	3.5
3.3.3	Test der Versuchseinrichtung in der Versuchsrube am Zentrum Geotechnik.....	3.6
3.4	Pfahlherstellung und Erstellung Arbeitsplanum.....	3.6
3.5	Versuchsaufbau mit Belastungseinrichtung und Messbrücke.....	3.9
3.6	Statische Pfahlprobelastungen.....	3.11
3.6.1	Versuchsablauf .....	3.12
3.6.2	Versuchsauswertung.....	3.13
3.6.3	Verteilung der Mantelreibung über Pfahltiefe.....	3.17
3.7	Zyklische Pfahlversuche.....	3.20
3.7.1	Schematischer Versuchsablauf und Versuchsübersicht.....	3.21
3.7.2	Versuchsauswertung.....	3.23
3.8	Statische Pfahlprobelastungen nach zyklischer Belastung .....	3.30

<b>4</b>	<b>Einfachscherversuche (Simple Shear Versuche) an Bodenproben des Versuchsgeländes.....</b>	<b>4.1</b>
4.1	Versuchstechnik und Probeneinbau.....	4.1
4.2	Monotone Einfachscherversuche .....	4.5
4.3	Zyklische Einfachscherversuche .....	4.12
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Feld- und Elementversuchen und Vergleich mit Literaturquellen .....</b>	<b>5.1</b>
<b>6</b>	<b>Nachweisführung axial belasteter Mikropfähle im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit.....</b>	<b>6.1</b>
6.1	Nachweisführung bei statischer Belastung nach DIN 1054:2010-12 .....	6.2
6.1.1	Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	6.2
6.1.2	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	6.3
6.2	Nachweisführung unter axial zyklischer Belastung .....	6.4
6.2.1	Bisherige Regelungen für Mikropfähle in DIN 1054:2005 .....	6.4
6.2.2	Nachweiskonzept nach Mittag/Richter (2005).....	6.5
6.2.3	Nachweiskonzept aus Grundbau-Taschenbuch .....	6.5
6.3	Vergleich der unterschiedlichen Bemessungsansätze bei Mikropfählen unter statischer und zyklischer Belastung .....	6.7
6.3.1	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit unter zyklischer Belastung.....	6.7
6.3.2	Nachweis der Tragfähigkeit unter zyklischer Belastung.....	6.8
<b>7</b>	<b>Ansätze zur Abschätzung der Pfahlverformungen und zur Pfahlbemessung.....</b>	<b>7.1</b>
7.1	Abschätzung der Pfahlverformungen .....	7.1
7.1.1	Rechenmodell nach Schwarz (2002) (Kriechanalogie) .....	7.1
7.1.2	Pfähle A und H.....	7.3
7.1.3	Pfähle C, D und G .....	7.4
7.2	Pfahlbemessung.....	7.7
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>8.1</b>
<b>9</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>9.1</b>
<b>10</b>	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>10.1</b>
<b>11</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>11.1</b>
	<b>Anlage 1 – Lage des Versuchsfelds .....</b>	<b>A.1.1</b>
	<b>Anlage 2 – Ergebnisse Drucksondierungen .....</b>	<b>A.2.1</b>
	<b>Anlage 3 – Herstellprotokoll Fa. Bauer Spezialtiefbau .....</b>	<b>A.3.1</b>