

Numerische Untersuchungen zum Tragverhalten von Zugpfählen in Sand

EINFÜHRUNG

Seit einigen Jahren werden bei Bauprojekten in Berlin tiefe offene Baugruben mit Aushubtiefen von mehr als 10 m, teilweise bis zu ca. 20 m, hauptsächlich in Sandböden hergestellt.

Diese werden überwiegend als Trogbaugruben mit Unterwasserbetonsohlen und Pfahlrückverankerung zur Auftriebssicherung geplant und ausgeführt (Bild 1).



Bild 1: Trogbaugrube mit Unterwasserbetonsohle und RI-Pfahl-Verankerung

PROBEBELASTUNGEN

Zur Dimensionierung dieser Verankerungspfähle und für den Ansatz einer reduzierten Auftriebssicherheit in den Standortsicherheitsnachweisen waren im Vorfeld Probebelastungen an Einzelzugpfählen und Zugpfahlgruppen in den verschiedenen Baufeldern durchzuführen (Bild 2).

Insgesamt wurden im Vorfeld der Baumaßnahmen zum VZB-Projekt 21 RI-Pfähle und

sieben GEWI-Pfähle in Einzelprüfungen untersucht. Des Weiteren wurde eine Pfahlgruppe mit fünf GEWI-Pfählen und zwei Pfahlgruppen mit jeweils fünf RI-Pfählen getestet.

Außerdem erfolgte eine Probebelastung an zwei Pfahlgruppen mit jeweils neun RI-Pfählen. Daraus ergibt sich eine Gesamtzahl von 61 Pfählen, deren Daten für die Auswertung zur Verfügung standen.

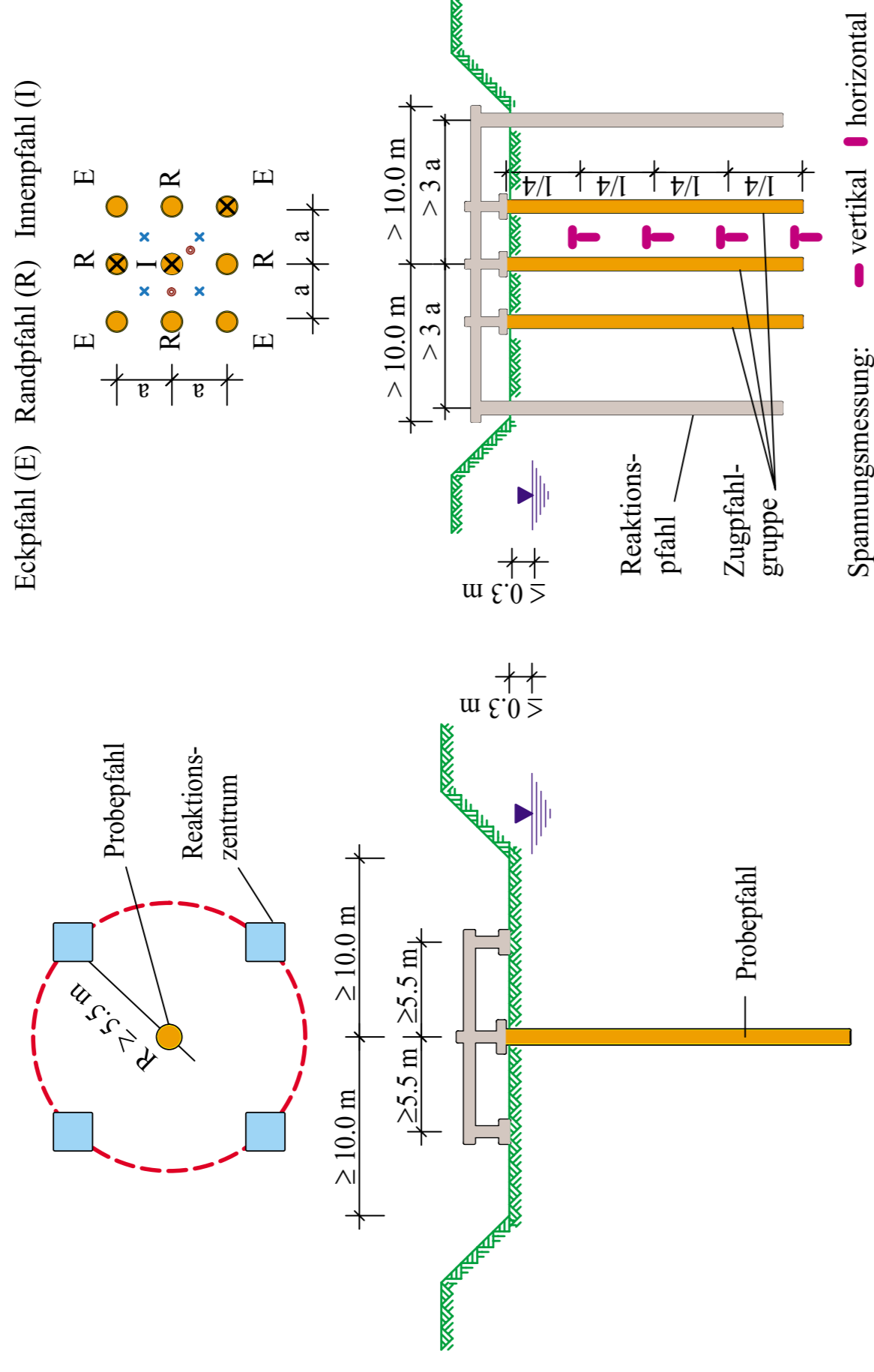


Bild 2: Pfahlzugversuche in situ (BORCHERT et al., 1998)

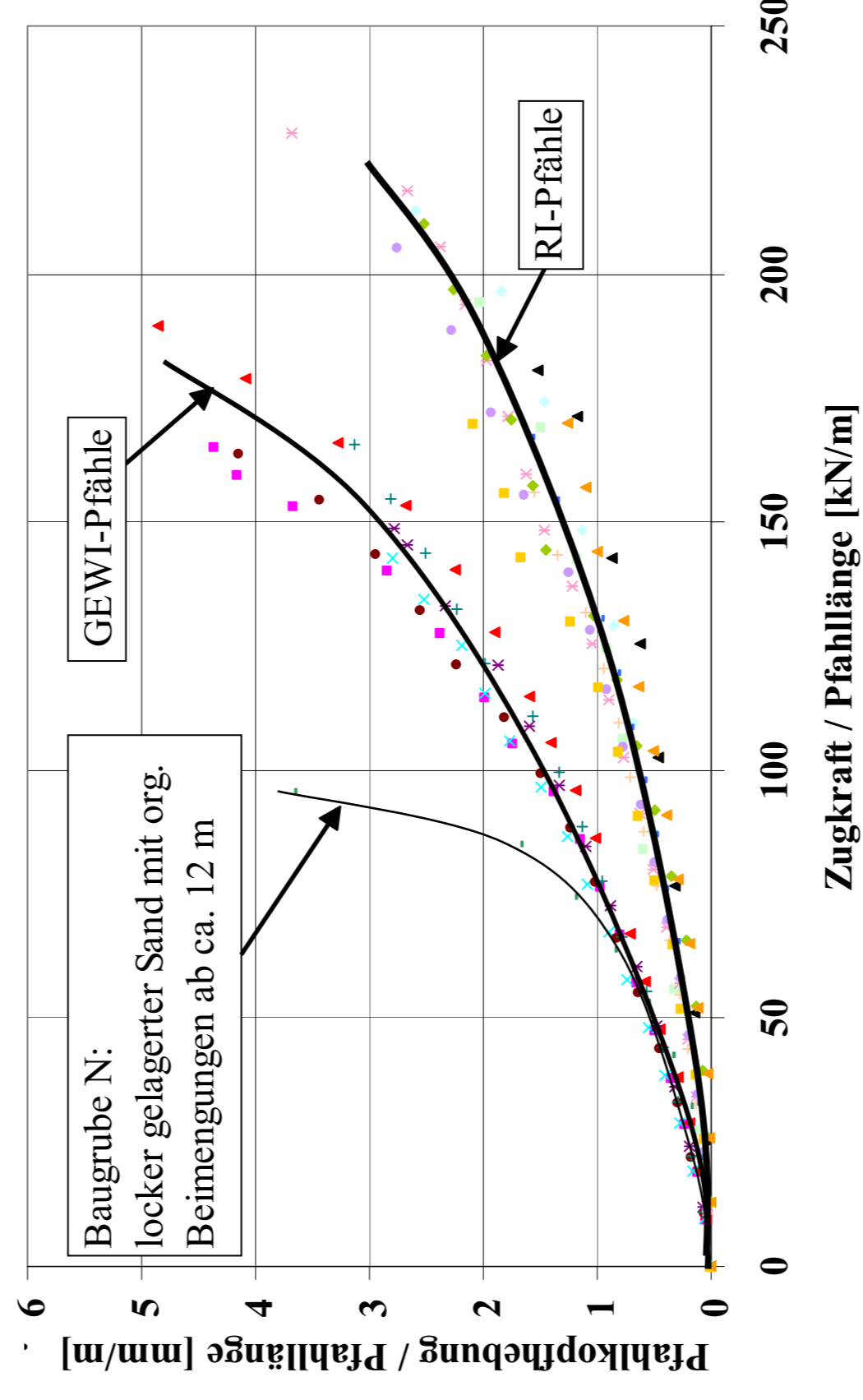


Bild 3: GEWI- und RI-Einzelpfähle (Pfahlänge $L > 15$ m)

NUMERISCHE BERECHNUNGEN

Ein wichtiger Teilaspekt besteht in der Auswahl eines geeigneten Materialmodells zur Beschreibung der nichtlinearen Baugrundeigenschaften im numerischen Modell. Nach der Simulation bodenmechanischer Elementversuche (Triaxial- und Ödometerversuche) wurde das hypoplastische Stoffgesetz in der Version nach VON WOLFFERSDORFF (1996) in den Berechnungen verwendet. Hierzu

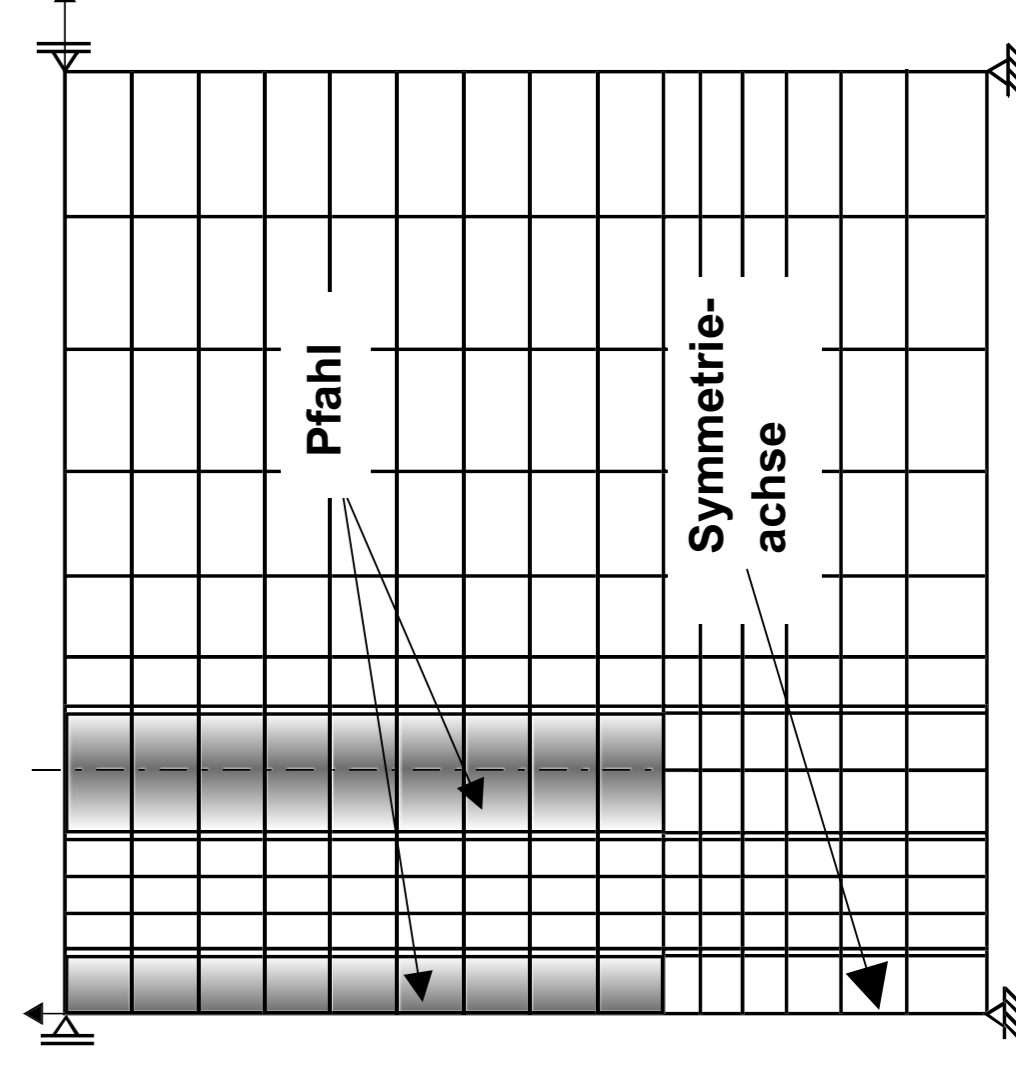


Bild 4: 3D-FE-Modell (Vertikalschnitt)

erfolgte die Bestimmung der Materialparameter für Berliner Sand.

Die numerischen Berechnungen wurden mit dem FEM-Programmsystem ANSYS durchgeführt. ANSYS verfügt über Programmierschnittstellen,

die dem Benutzer das Ankopeln eigener Materialgesetzroutinen ermöglichen. Die FE-Berechnungen der Einzelpfähle konnten mit axialsymmetrischen Modellen durchgeführt werden. Die Zugpfahlgruppen wurden mit 3D-Modellen simuliert.

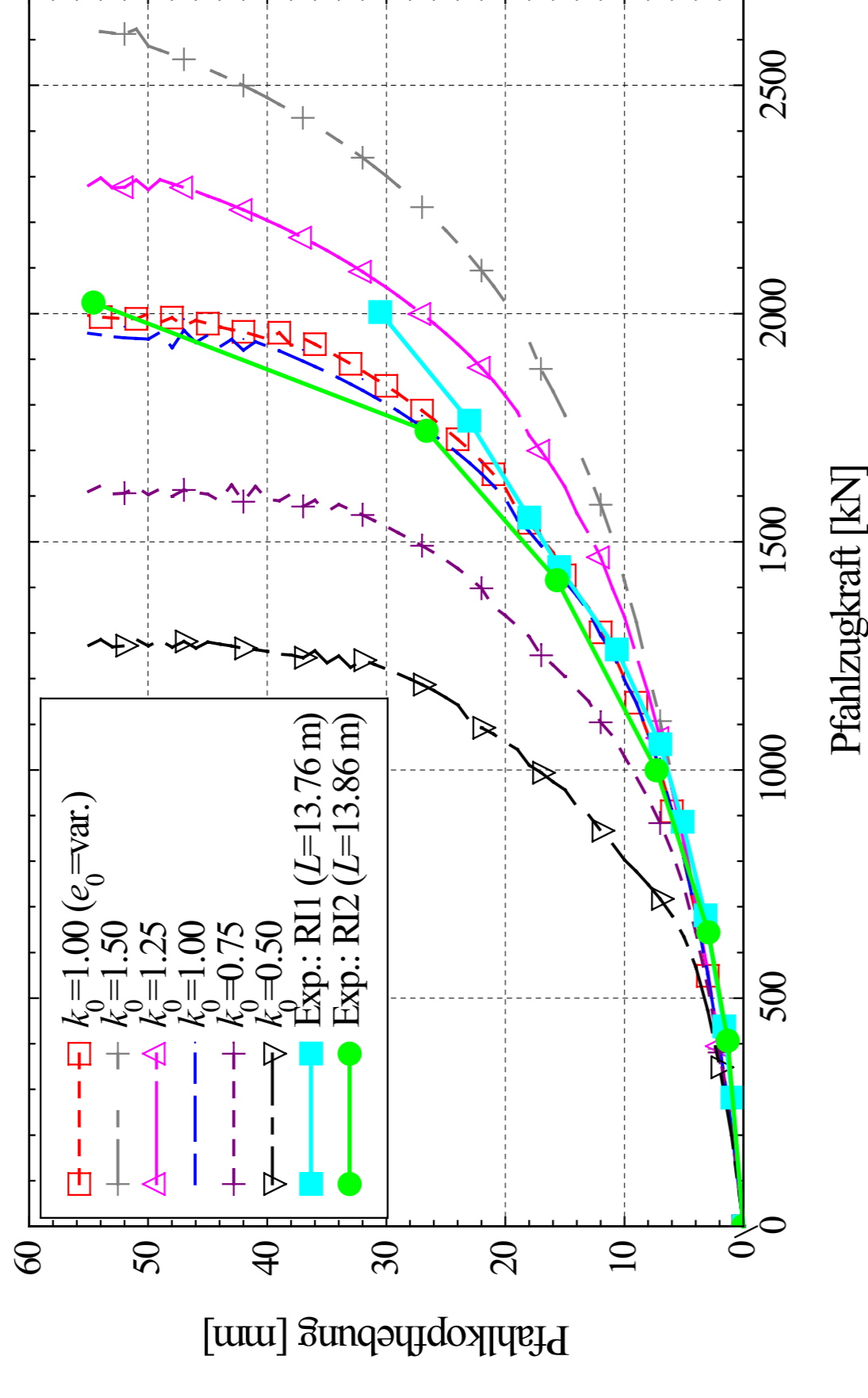


Bild 5: RI-Einzelpfahl (Los 2): k_0 -Variation

ZUSAMMENFASSUNG

Die Ergebnisse von Zugpfahlprobebelastungen werden als Grundlage für numerische Berechnungen zur Analyse des Tragverhaltens von Zugpfählen und Zugpfahlgruppen verwendet. Aus der Auswertung der Unterlagen zur Pfahlherstellung sowie aus den indirekten Baugrunduntersuchungen ergeben sich die Ausgangsparameter für die numerischen Berechnungen.

Die Berechnungsergebnisse zeigen den erheblichen Einfluss des angenommenen Ausgangszustands im Baugrund auf das prognostizierte Tragverhalten.

Die Berechnungsergebnisse zeigen den erheblichen Einfluss des angenommenen Ausgangszustands im Baugrund auf das prognostizierte Tragverhalten.

Die Ergebnisse der Berechnungen mit dem hypoplastischen Stoffgesetz bestätigen auch die Qualität des ermittelten Parametersatzes für Berliner Sand. Sie belegen, dass es offensichtlich möglich ist, mit einem einzigen Parametersatz die Baugrundverhältnisse an verschiedenen Orten innerhalb des Projektgebiets und auch über ca. 25 m Tiefe zutreffend zu beschreiben.

Die Berechnungsergebnisse zeigen den erheblichen Einfluss des angenommenen Ausgangszustands im Baugrund auf das prognostizierte Tragverhalten.

Projekträger: DFG

Bearbeiter/Kontakt:

Dipl.-Ing. Frank Rackwitz
Technische Universität Berlin
Grundbau und Bodenmechanik
Sekt. TIB1-B7
Gustav-Meyer-Allee 25
13355 Berlin

Frank.Rackwitz@tu-berlin.de

Fax: +49-30-314 72343
Tel.: +49-30-314 72350