

Baukammer-Preis 2014

2. Preis an Leonie Heene in der Gruppe der Master-Arbeiten und Diplom-Arbeiten (TUB) für ihre Master-Arbeit:

Entwicklung eines vereinfachten Modells der Boden-Pfahl-Interaktion in Ton

ZUSAMMENFASSUNG

Diese Masterarbeit entstand im Zuge eines Kooperationsprojektes zwischen Professor A. Whittle vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Cambridge und Professor S. Savidis, von der Technischen Universität Berlin, aufgrund dessen ich ein Semester in den USA in Cambridge, Massachusetts verbracht habe. In der Masterarbeit wird ein numerisches Modell zur Simulation von Boden-Pfahl-Interaktionen in Ton entwickelt. Basierend auf den Ergebnissen des numerischen Modells, wird anschließend ein vereinfachtes nicht-lineares Winkler-Modell zur Vorhersage des Verhaltens des Boden-Pfahl-Systems unter zyklischen Belastungen formuliert.

Hintergrund der Arbeit ist die Problematik, dass es bisher noch kein allgemein anwendbares und ausreichend abgesichertes Berechnungsverfahren für Pfahlgründungen unter zyklischen Belastungen gibt. Ein Beispiel sind Monopile-Gründungen für Offshore-Windenergieanlagen (OWEA). Diese sind komplexen zyklischen Belastungen aus Wind, Wellen, Strömung und den Belastungen aus dem Betrieb der Anlage ausgesetzt. Die zyklischen Belastungen werden bei einem Großteil (wenn nicht sogar bei



allen) der momentan vorhandenen Modellen für Monopile-Gründungen durch sogenannte Last-Zyklus-Pakete vereinfacht. Dabei gehen eine Reihe von Informationen verloren, wie zum Beispiel die Frequenz und Reihenfolge der Belastung, sodass die Ergebnisse teilweise sehr stark von Versuchsergebnissen abweichen können. Im Rahmen der Masterarbeit wurde daher eine neue Herangehensweise gewählt, welche es ermöglicht die tatsächlich auftretenden

Preisträgerin Leonie Heene mit Dr.-Ing. Jens Karstedt, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stavros A. Savidis und Prof. Dr.-Ing. Udo Kraft

Foto: Christian Vagt

irregulären Belastungen zu verwenden, ohne diese in Pakete umwandeln zu müssen. Zum anderen wurde mit der Arbeit das Ziel verfolgt ein Modell zu finden, welches das Verhalten von Monopile-Gründungen möglichst realistisch und dennoch praktikabel prognostizieren kann.

Die Arbeit greift hierzu auf sogenannte Winkler-Modelle zurück, welche bereits für Boden-Pfahl-Systeme unter Erdbebenbelastungen formuliert wurden. Bei Winkler-Modellen handelt es sich im vereinfachten Sinne um nichtlineare Feder-Dämpfer-Modelle, die in Form von mathematische Differentialgleichungen die Interaktion zwischen Pfahl und Boden beschreiben. Winkler-Modelle können das Hysterese-Verhalten des Bodens für eine beliebige Spannungssituation des Bodens in einer beliebigen Tiefe simulieren. Unter Verwendung einer endlichen Anzahl von solchen Feder-Dämpfer-Modellen kann dann der gesamte Pfahl mit umliegenden Boden modelliert werden.

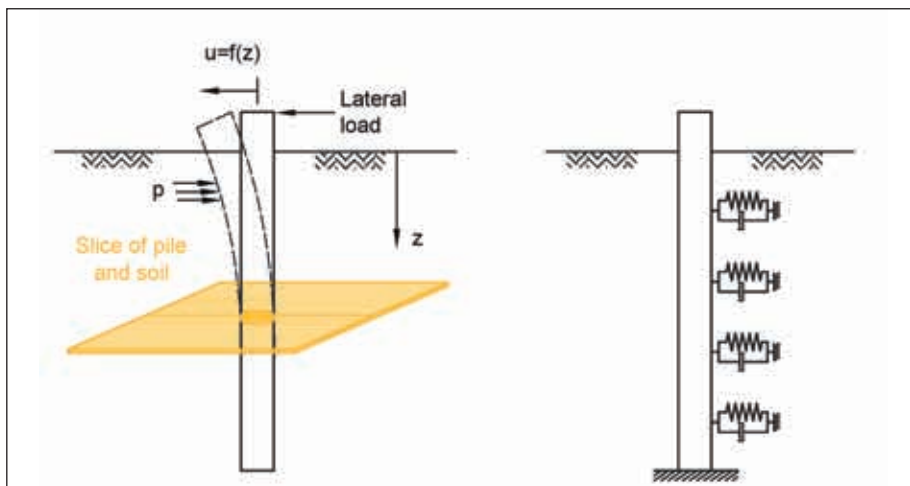


Abbildung 1:
3D FE-Modell entwickelt für einen horizontalen Schnitt durch Boden und Pfahl (links) und Visualisierung der Winkler-Modelle verlaufend über den gesamten Pfahl (rechts)

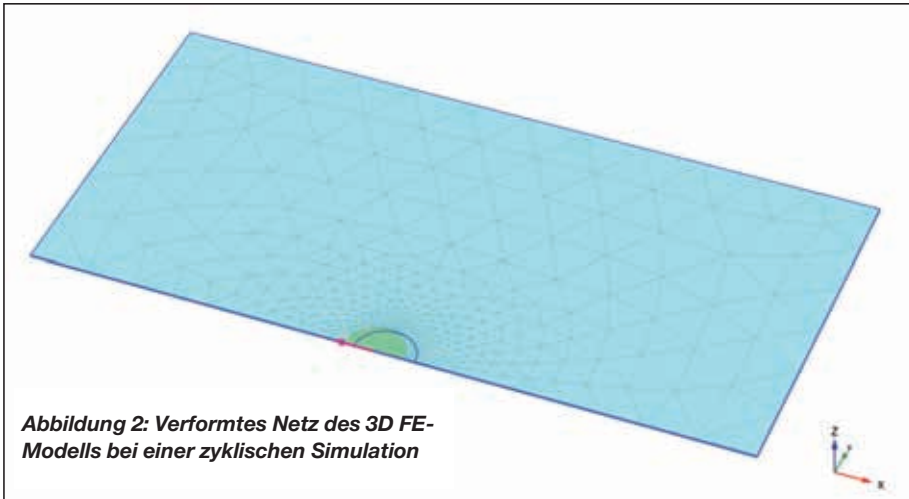


Abbildung 2: Verformtes Netz des 3D FE-Modells bei einer zyklischen Simulation

Zur Entwicklung eines solchen Winkler-Modells wurde ein numerisches 3D Modell entwickelt, welches einen horizontalen Schnitt durch einen vertikalen Pfahl mit umgebenden Boden simuliert um Last-Verschiebungs-Kurven (sogenannte „p-y“-Kurven) in einer bestimmten Tiefe zu generieren. Das Modell wurde mit der Finite Elemente (FE) Software PLAXIS erstellt. Als Referenzboden wur-

de ein K_0 -normalkonsolidierter Ton, der Boston Blue Clay (BBC), gewählt, welcher mit dem Bodenmodell MIT-E3 (Whittle and Kavvas, 1994) unter undrainierten Bedingungen modelliert werden konnte. Dieser Boden wurde am MIT, auch in dessen zyklischen Verhalten, durch zahlreiche Laborversuche untersucht. Vergleiche der numerischen Simulationen ergaben für statische Bela-

stungen gute Übereinstimmungen mit analytischen Lösungen. Anschließend wurden zyklische FE-Simulationen für eine Sinusförmige Wechsellast mit unterschiedlicher Amplitude durchgeführt. Im Anschluss wurde das Winkler-Modell so formuliert, dass es den Festigkeits- und Steifigkeitsverfall des Bodens infolge der zyklischen Belastung berücksichtigen kann. Die sich ergebenden p-y-Kurven der FE-Simulationen wurden mit dem Prognosen des Winkler-Modells verglichen und zeigten gute Übereinstimmungen. Dennoch sind für das Modell Weiterentwicklungen und weitere Untersuchungen notwendig, damit es sich für die Anwendung von Monopiles oder anderen Boden-Pfahl-Interaktions-Systemen eignet und auch praktikabel wird.

Immer mehr Fakultäten stellen ihr Benotungssystem auf die relative Benotung um, damit sie international vergleichbar wird. Was bedeutet das für uns in Deutschland? Notensprünge um bis zu zwei Noten hin zu besseren Noten. Die Studierenden werden nicht sprunghaft besser, sondern nur anders bewertet.

INGENIEURE BEEINDRUCKT WENIG. HÖCHSTENS DIE ATTRAKTIVEN TARIFE DER PRIVATEN GRUPPENVERSICHERUNG FÜR INGENIEURE.

Krankentagegeldversicherung
ab **46,00** EUR
mtl. Beitrag für eine(n) 35-jährige(n)
Ingenieur/-in nach Tarif KGT1
für 3.000 EUR Krankentagegeld mtl.
ab dem 29. Tag

Ich vertrau der DKV

Der Gesundheitsversicherer der ERGO

Gestalten Sie als Ingenieur Ihre Gesundheitsvorsorge und die Ihrer Familie jetzt noch effektiver. Die DKV bietet Ihnen Krankenversicherungsschutz mit einem Höchstmaß an Sicherheit und Leistung. Nutzen Sie die günstigen Konditionen des Gruppenversicherungsvertrages mit der Baukammer Berlin K.d.ö.R.:

ATTRAKTIVE BEITRÄGE, ANNAHMEGARANTIE FÜR VERSICHERUNGSFÄHIGE PERSONEN, SOFORTIGER VERSICHERUNGSSCHUTZ OHNE WARTEZEITEN BEI TARIFEN MIT GESUNDHEITSPRÜFUNGEN.

Ja, ich interessiere mich für die DKV Gruppenversicherung für Ingenieure. Bitte nehmen Sie Kontakt mit mir auf.

Ich willige ein, dass meine personenbezogenen Daten aus dieser Anfrage an einen für die DKV tätigen Vermittler zur Kontaktaufnahme übermittelt und zum Zwecke der Kontaktaufnahme von der DKV und dem für die DKV tätigen Vermittler erhoben, verarbeitet und genutzt werden.

Einfach ausschneiden und faxen: **02 21 / 5 78 21 15**

Oder per Post an: DKV AG, VUAC K, 50594 Köln. Telefon: 02 21 / 5 78 45 85
Internet: www.dkv.com/ingenieure, E-Mail: ingenieur@dkv.com

Name

Straße

PLZ, Ort

Geburtsdatum

Telefon privat/beruflich

E-Mail

Unterschrift

Angestellt Selbstständig

180069807/3.15

DKV
Deutsche Krankenversicherung