

Bautechnik 2/2019

Zeitschrift für den gesamten Ingenieurbau

Anzeigenschluss:
18.1.2019

Druckunterlagenschluss:
21.1.2019

Erscheinungstermin:
15.2.2019



Produkte & Objekte

Firmen-Berichte zu Referenzobjekten, Produkten, Verfahren, Anwendungen, Dienstleistungen etc. zu den Themen:

Sonderverbreitung:

Brückenbausymposium 11.-12.März 2019

Pfahlsymposium 21.-22.2.2019



Brücken, Bau und Instandsetzung, Schwingungsisolierung + Schalungstechnik

Vorberichte zum Brückenbausymposium Brückenentwurf, Bauverfahren, Materialien: Stahl, Beton, Holz, Aluminium, neue Konstruktionen, Brückenlager, Brückenausrüstung, Monitoring von Bauwerken, Seile, Montage, Vorspannsysteme, Schwingungsisolierung, Dämpfer, Sanierungskonzepte und -methoden, Brückeninspektionen Erschütterungsüberwachung, Einsatzberichte zur Schalungstechnik bei Ingenieurbauprojekten, Brückenschalungen

Entwässerungssysteme für diverse Anwendungsbereiche

Straßen-, Brücken-, Flachdachentwässerungen

Pfahlsymposium TU Braunschweig

Vorberichte zum Pfahlsymposium TU Braunschweig – 21.- 22.02.2019

Aus der Industrie:

Hongkong-Zhuhai-Macau-Brücke dem Verkehr übergeben – Bauer stellte 230 Offshore-Pfähle für Megabrücke her

Durch die 55 km lange Brücke verkürzt sich die Reisezeit von Hongkong zum chinesischen Festland von viereinhalb Stunden auf gut 40 Minuten. Sie verbindet die Städte Hongkong, Macao und Zhuhai durch eine Reihe von Brücken, Tunneln und künstlichen Inseln. Der Hauptteil der Brücke ist knapp 30 km lang und in beide Fahrtrichtungen dreispurig. Ein 15 km langer Abschnitt gilt nun als längste Stahlbrücke der Welt und mit 6,7 km ist ein ebenfalls zum Projekt gehörender Unterwassertunnel nicht nur der Längste, sondern mit 48 m unter der Wasseroberfläche auch der am Tiefsten gelegene. Für das Teilstück „Hong Kong Link Road“ – einem 10 km langen Abschnitt von der Staatsgrenze zwischen China und Hongkong bis zum internationalen Flughafen Hongkong – beauftragte das Joint Venture Dragages-China Harbour-VSL BAUER Hong Kong Ltd. mit den notwendigen Bohrpfahlarbeiten. Das lokale Tochterunternehmen der BAUER Spezialtiefbau GmbH stellte zwischen April 2013 und Dezember 2014 insgesamt 230 Offshore-Bohrpfähle mit Längen von bis zu 115 m, maximal 2,5 m Durchmesser und mit bis zu 5 m Felseinbindung her. Eine besondere Herausforderung dabei war, dass sämtliche Pfahlbohrung. (Bauer Spezialtiefbau)

BIM-Lösung für die parametrische Brückenplanung

Die Digitalisierung der Bauindustrie befindet sich im Vergleich zu anderen Branchen wie dem Maschinenbau noch in der Anfangsphase. Selbst innerhalb der Baubranche gibt es erhebliche Unterschiede: Während BIM für die Planung von Gebäuden immer breitere Akzeptanz findet, steht es bei der Planung von Infrastrukturbauwerken noch ganz am Anfang. Die bestehenden Lösungen sind jedoch für die BIM-Projekte im Infrastrukturbereich nur bedingt geeignet. Besonders die Geometrie von anspruchsvollen Brücken, bei denen die Vorteile der BIM-Planung besonders offensichtlich wären, ist oft so komplex, dass der Einsatz der üblichen Werkzeuge für den Hochbau nicht mehr sinnvoll ist und spezielle Werkzeuge benötigt werden. Um diese Lücke zu schließen, hat ALLPLAN mit Allplan Bridge eine neue, speziell auf den Brückenbau zugeschnittene BIM-Lösung auf den Markt gebracht. Herausragendes Merkmal dieser Lösung ist die Kombination von parametrischer Modellie-

rung, intelligenter Datenbank und ingenieurgemäßer Benutzeroberfläche. Der Artikel erläutert, warum die Parametrik ein exaktes und zeitsparendes Modellieren ermöglicht und damit zum Treiber für BIM im Infrastrukturbau wird. (Allplan)

Signature Bridge über den Fluss Yamuna verbindet Delhi mit Wazirabad

Die neue Brücke im Norden von Delhi ist insgesamt 675m lang, 35m breit und hat eine Hauptspannweite von 251m. Mit je vier Fahrpuren pro Fahrtrichtung wird sie die weiter nördlich gelegene Wazirabad-Brücke entlasten. Die Signature Bridge wurde 2004 geplant und soll Ende Oktober eröffnet werden. Schon jetzt gilt sie als besonders schöne Brücke. Geneigter Pylon, asymmetrische Seilanordnung. Architektonische Besonderheit der Schrägseilbrücke ist ihr geneigter, 165 m (über Grund) hoher Pylon, dessen Spitze eine 30m hohe Stahl-Glas-Konstruktion bildet. Sie birgt den höchsten Aussichtspunkt von Delhi und wird beleuchtet in der Nacht weithin sichtbar sein. Die beiden geneigten Stützen vereinigen sich auf halber Höhe des Pylons. Oberhalb münden die Rückhalteseile und die Schrägseile. Letztere werden wie üblich aufgefächert, die Rückhaltseile auf der anderen Seite jedoch konzentriert in sogenannte Pendellager (pendulum bearings) eingeleitet. Da Schrägseilbrücken aber nur mit einem Kräftegleichgewicht funktionieren, wirkt der geneigte Pylon als Gegengewicht. Das reduziert die Zuglasten in den Pendellagern auf eine beherrschbare Größe. Allerdings erzeugt die Neigung sehr große Längskräfte an den Stützfußlagern. (Maurer Söhne)

Ersatzneubau der Lennetalbrücke

Auf der Autobahn A45 bei Hagen wird ein einzigartiges Projekt realisiert: Neben der bestehenden Brücke entsteht auf provisorischen Pfeilern eine neue Brücke. Sie wird später in einem Schritt quer verschoben und ersetzt so unmittelbar eine Richtungsfahrbahn der ehemaligen Brücke. Besondere Herausforderung: Die zu verschiebende Brücke ist zirka einen Kilometer lang. In dieser Größenordnung hat es einen solchen Quereinschub in Deutschland bisher nicht gegeben. Das besondere Bauverfahren trägt dazu bei, den Verkehr während der Bauzeit so wenig wie möglich zu beeinträchtigen. Hochtief errichtet den ersten Überbau (West) seitlich neben der vorhandenen Brücke auf Hilfspfeilern. Über diesen neuen Brückenteil läuft danach der Verkehr in beiden Fahrtrichtungen. Danach wird die alte Brücke abgerissen und die andere Seite der neuen Brücke in Fahrtrichtung Dortmund (Überbau Ost) gebaut. Anschließend wird der gesamte Verkehr auf die zweite neue Brückenhälfte umgelegt. Schließlich wird die rund einen Kilometer lange West-Brücke quer auf ihre endgültigen Stützen verschoben, und die provisorischen Pfeiler werden abgerissen. (Hochtief)

Parametrisches Modellieren von Brücken in Autodesk® Revit® 2019

Mit dem SOFiSTiK Bridge Modeler kommt erstmalig eine in Autodesk® Revit® integrierte Lösung zur achsbasierten parametrischen Modellierung von Brückenprojekten auf den Markt. Brückenplaner können damit ab sofort auf ein einfach verständliches, BIM-fähiges Konzept – wie im BIM-Stufenplan des BMVI sowie von der Bauindustrie dringlich und zunehmend gefordert – zurückgreifen. Durch die komplett parametrisierte Eingabe und eine teilautomatische RAB-ING konforme Planableitung sind Variantenuntersuchungen einfach möglich. (SOFiSTiK AG)

Fachaufsätze

Marc Wenner

Versuchsgestützte Ermittlung der Unterbausteifigkeit einer großen Eisenbahnbrücke

Wegen der großen Brems- und Anfahrkräfte sowie der Verbindung der durchgängig verschweißten Schienen mit dem Überbau spielt die Gleis-Tragwerks-Interaktion eine maßgebende Rolle beim Entwurf von längeren Eisenbahnbrücken. Ein wesentlicher Parameter beim Nachweis der Längskraftabtragung im Tragwerk ist die Längssteifigkeit der als Festpunkt ausgebildeten Unterbauten. Die horizontale Ersatzfedersteifigkeit, hier Unterbausteifigkeit genannt wird in der Regel rechnerisch über ein Pfahlrostmodell ermittelt. Im Fall der Itztalbrücke wurde die quasi-statische Unterbausteifigkeit über eine Probelastung und die „dynamische“ Unterbausteifigkeit über einen Bremsversuch experimentell ermittelt, um die Eingangsparameter für den Nachweis der Schienenspannungen und der Lager zu definieren. Zusätzlich zu den Versuchen wurden 3D-Finite-Elemente-Analysen der Tiefgründungssysteme bestehend aus Bohrpfehlen, Pfahlkopfplatten und Baugrund durchgeführt. Im Artikel werden die Versuchskonzeption, -durchführung und -auswertung für beide Versuche vorgestellt. Im Anschluss werden die Ergebnisse der Versuche mit den rechnerischen Prognosen verglichen. Diese Versuche im Realmaßstab ermöglichen wichtige Rückschlüsse auf die Qualität der rechnerischen Prognosen der Gründungsverformung zur Entwicklung eines besseren Verständnisses für das tatsächliche Verhalten des Tragwerks bei dem Längskraftabtrag.

Udo Hartwig

Statische und dynamische Reibwertermittlung an geschliffenen Segmentfugen

Die Entwicklung der Türme von Windenergieanlagen (WEA) hat eine Vielzahl von Konstruktionen hervorgebracht und bereits bestehende Konstruktionsarten wurden stetig weiterentwickelt. Eine dieser Konstruktionen ist die Segmentbauweise, welche

sich aufgrund der großen Anzahl an vorgefertigten Bauteilen für den Turmbau besonders gut eignet. Von besonderer Bedeutung bei dieser Konstruktion sind die entstehenden Segmentfugen, welche bereits im Brückenbau vielfach untersucht wurden. Als großen Unterschied zum Brückenbau werden die Segmente jedoch nicht mit Schubverzahnungen ausgeführt, sondern größtenteils als geschliffene Trockenfugen ausgebildet. Bei einer Vorspannung der Türme mit einer externen Vorspannung erfolgt die Kraftübertragung in den Segmentfugen somit ausschließlich über Reibung. Die in der Vergangenheit durchgeführten Untersuchungen von solchen „sehr glatten“ Fugen wurden in der Regel an glatt geschliffen Oberflächen und nicht an geschliffenen Proben durchgeführt. Es ist daher fraglich, in wieweit die derzeitigen Normenwerte zu der Konstruktionsart der geschliffenen Segmentfugen passen. Weiter handelt es sich bei den Türmen von WEA um hochdynamisch beanspruchte Konstruktionen. Somit gilt es zu klären, ob der in der Regel statisch ermittelte Reibbeiwert über die Dauer der dynamischen Lasten bestand hat. Die Ergebnisse der durchgeführten statischen als auch dynamischen Versuche zur Ermittlung des Reibbeiwertes werden ausgewertet und diskutiert.

Yingliang Wang

The Design and Construction of Cable-stayed Bridge over Bouregreg River, Morocco

Die Schrägseilbrücke Bourregreg befindet sich in Rabat-Salé-Kénitra, Marokko. Es ist Teil der neuen 41,5 km langen Autobahnumgehung Rabat rund um die Stadt Rabat und wird die Verkehrsstaus in Hay Riad, dem westlichen Vorort der Hauptstadt, verbessern. Diese Brücke hat eine Gesamtlänge von 951,66 m, von denen die Hauptbrücke eine Schrägseilbrücke mit einer Spannweite von $183 + 376 + 183$ m und einer Gesamtbreite von 29,82 m ist. Der Hauptträger der Schrägseilbrücke besteht aus doppelten Spannbeton-Randträgern, die mit Stahlquerträgern und Betonfertigteilen verbunden sind. Der Betonpylon besteht aus vier getrennten Kurvenbeinen, die auf der Spitze des Pylons einen traditionellen Spitzbogen bilden. Dieser Aufsatz beschreibt hauptsächlich die strukturellen Konstruktionsmerkmale und die Konstruktion der Schrägseilbrücke und hebt einige Neuerungen der Konstruktion hervor, wie die Verbindung zwischen Seil und Pylon, Stahlquerträger und Betonrandträger, die Betonierfolge von Hauptträger und Spannung von gebliebenen Kabeln.

Marc Wenner

Langzeitverhalten einer 170 m langen integralen Eisenbahnbrücke Messungen und Modellbildung zur Interaktion Boden-Bauwerk-lückenloses Gleis am Beispiel der Rednitztalbrücke

Die Rednitztalbrücke ist eine 170 m lange Eisenbahnbrücke. Sowohl die Pfeiler als auch die Widerlager sind monolithisch mit dem Überbau verbunden. Die im Jahr 1999 gebaute integrale Brücke stellt für das Netz der DB AG wegen der Konstruktionsart und der Länge eine Ausnahme dar. Die Bauweise hat sich jedoch in den letzten 18 Jahren durch den sehr geringen Instandhaltungsaufwand bewährt. Um diese Bauweise weiter zu etablieren und die Ansätze für die Berechnung langer integralen Brücken im Vergleich zu den heute üblichen und sehr konservativen Regeln zu verbessern, wurden am Beispiel dieses Bauwerks nähere Untersuchungen vorgenommen. Das tatsächliche Verformungsverhalten des integralen Tragwerks und die Beanspruchung des darauf liegenden durchgängigen Schotteroberbaus wurden mittels einer messtechnischen Langzeitüberwachung charakterisiert. Im Anschluss erfolgte ein Vergleich zu einem numerischen Modell. Es konnten aus den Betrachtungen wertvolle Rückschlüsse zur Aktivierung des Erdkörpers hinter dem Widerlager und zur Funktionsweise der Schleppplatte gezogen werden. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die Schienenbeanspruchung durch die Interaktion mit dem Hinterfüllbereich stark beeinflusst wird, insgesamt aber die zusätzlichen Schienenspannungen am Bauwerksende trotz der Bauwerkslänge von 170 m weit unterhalb der Grenzwerte bleiben. Die Ergebnisse zeigen in vielen Hinsichten ein vielversprechendes Potenzial für den Einsatz langer integraler Bauwerke bei der Eisenbahn.

Hector Beade Pereda

St. Philips Footbridge in Bristol

The transformation of an area originally used for railway maintenance into a new neighbourhood in the city centre is one of the most important urban development projects being carried out in Bristol. The new St Philips footbridge spans the River Avon contributing to provide the needed accessibility for development to a site previously isolated by several infrastructures and the watercourse. The footbridge is an innovative solution to a complex crossing problem: the connection of two banks with a significant elevation and appearance difference and one of them being developed to high architectural standards faster than the other. The design should be appropriate for both immediate and medium-term scenarios and to harmoniously coexist with the close existing bridges and the future buildings. The bridge is a 50m-span and 4-m wide steel beam with a forked geometry, hosting a ramp for disabled and cyclists and a staircase as part of its own structure to maximise functionality. The design approach to generate its shape was at the same time structural, aesthetical, and functional. Thanks to this holistic approach, the bridge is compact, simple, elegant and clearly legible for both footbridge and river path users.

Markus Gabler, Abdalla Fakhouri, Katrin Baumann

Zur Gestaltung von Fertigteilbrücken

Fertigteilbrücken reduzieren die Bauzeit um bis zu 75% gegenüber herkömmlicher Bauweise, was sie besonders für den Ersatz baufälliger Überführungsbauwerke attraktiv macht. Denn dadurch kann die Sperrung der überführten Straße auf ein Minimum reduziert werden. In Deutschland spielt die Fertigteilweise bislang jedoch fast keine Rolle, wenn überhaupt, kommen nur Halbfertigteile zur Anwendung. Daher muss der Blick zunächst auf die Praxis in anderen Ländern gerichtet werden.

Die Gestaltung von Fertigteilbrücken leidet häufig unter der Prämisse, auf wenige einheitliche Bauteile zurückgreifen zu müssen. Dabei wird meist auf einen streng rechteckigen Grundriss und einen orthogonalen Kreuzungswinkel der Unterbauten zurückgegriffen, was solche Bauwerke häufig besonders groß und plump werden lässt. In diesem Artikel sollen verschiedene Bauweisen aus den Niederlanden und Irland kurz analysiert und die Folgerungen für den werden. Arup hat zusammen mit Straßen NRW auf Grundlage dieser Erkenntnisse eine neue Fertigteilbauweise entwickelt, welche im Jahr 2018 mit zeit Pilotprojekten erstmals umgesetzt wurde. Neben der Sicherstellung einer kurzen Bauzeit lag dabei ein wesentlicher Fokus auf der Gestaltung der Brücken. Die entwickelte Bauweise und die beiden Überführungsbauwerke bei Werne / NRW werden in diesem Beitrag ausführlich erläutert. Zuletzt wird die Frage diskutiert, wie die Fertigteilindustrie in Deutschland reagieren muss, um diese neue Bauweise hierzulande auch salonfähig zu machen.

Torsten Wichtmann

Validierung eines hochzyklischen Akkumulationsmodells anhand von Modellversuchen und Messungen an realen Bauwerken

Der vorliegende Beitrag fasst langjährige experimentelle und numerische Arbeiten am Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik (IBF) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) zusammen, mit denen das Ziel verfolgt wurde, das hochzyklische Akkumulationsmodell von Niemunis et al. (2005) für Sand zu validieren. Zunächst wird die zutreffende Wiedergabe der Ergebnisse dräniert zyklischer Triaxialversuche durch das Akkumulationsmodell demonstriert. Anschließend werden Finite-Elemente-Nachrechnungen von Modellversuchen an Monopile-Gründungen für Offshore-Windenergieanlagen mit unterschiedlichen Maßstäben beschrieben. Für eine Validierung im Maßstab 1:1 wurde zunächst der Versuch der Ed. Züblin AG nachgerechnet, bei dem ein Prototyp einer aufgelösten Flachgründung für Offshore-Windenergieanlagen durch simulierte Sturmereignisse zyklisch beansprucht wurde. Als weiteres gut dokumentiertes Randwertproblem im Maßstab 1:1 wurde die Schleuse Uelzen I betrachtet, bei der die zyklische Beanspruchung des Untergrundes aus den wechselnden Füllständen innerhalb der Schleusenkammer resultiert. Für alle untersuchten Randwertprobleme wird die Ermittlung der Eingangsgrößen der Simulationen, d.h. der Stoffkonstanten und der Zustandsparameter des Bodens erläutert, welche auf der Basis von Labor- bzw. Felduntersuchungen erfolgte. Die Ergebnisse der Finite-Elemente-Simulationen der verschiedenen Randwertprobleme werden den jeweiligen Labor- bzw. Feldmessungen gegenübergestellt.

Theodoros Triantafyllidis

Zur numerischen Modellierung von Vibrationsrammung im gesättigten Boden

Im vorliegenden Beitrag wird der Vorgang der Vibrationsrammung im gesättigten nichtbindigen Boden mit Hilfe numerischer Simulationen untersucht. Hierfür werden zwei axialsymmetrische Modelle auf Grundlage unterschiedlicher Modellierungsansätze im FE-Programm ABAQUS/STANDARD erstellt. In beiden Modellen erfolgt die dynamische Analyse für einen wassergesättigten Boden unter Annahme einer u-p Formulierung durch Verwendung eines benutzerdefinierten Elementes. Um das mechanische Verhalten des Bodens zu beschreiben, wird ein hypoplastisches konstitutives Modell mit der Erweiterung der intergranularen Dehnung ausgewählt. Eine begrenzte Anzahl von Zyklen wird betrachtet und der Schwerpunkt liegt vorwiegend in der Pfahlumgebung auf der Entwicklung von Spannungen und Verschiebungen im Boden.

Die quantitative Überprüfung der verwendeten numerischen Modellierungsansätze erfolgt anhand von Vergleichen mit hochwertigen Modellversuchen. Die umfangreiche und anspruchsvolle Instrumentierung der Modellversuche eröffnet umfassende Vergleichsmöglichkeiten. Es werden die Pfahlbewegung, der Verlauf des Eindringwiderstands und die Bodenverschiebungen in der Pfahlumgebung gegenübergestellt. Die gute Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen bestätigt, dass die verwendeten Simulationsmethoden in der Lage sind, die wesentlichen Aspekte des Mechanismus der Vibrationsrammung realistisch abzubilden.

Klaus Thieken

Bewertung statischer p-y-Ansätze für lateral belastete Pfähle in weichem Ton

Für die Bemessung lateral belasteter Offshore-Pfähle kommt üblicherweise die in den Offshore-Richtlinien empfohlene p-y-Methode zur Anwendung. Die hierin beschriebenen p-y-Kurven für weichen Ton basieren auf einem exponentiellen Ansatz nach Matlock, wobei jeweils unterschiedliche Linearisierungen in den Richtlinien der API und des DNVGL empfohlen werden. Verschiedene experimentelle und numerische Untersuchungen zeigen jedoch relevante Unzulänglichkeiten der beschriebenen Grundfunktion insbesondere im Hinblick auf deren Gültigkeit für Pfähle großer Durchmesser. Aus diesen Untersuchungen sind in der Vergangenheit bereits mehrere alternative p-y-Ansätze entstanden, welche explizit den Einfluss des großen Pfahldurchmessers berücksichtigen sollen. Der vorliegende Artikel beinhaltet eine umfassende Bewertung von insgesamt sechs statischen p-y-Methoden für weichen Ton basierend auf mehr als 300 dreidimensionalen Simulationen mit der Finite Elemente-Methode. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass sowohl der Ansatz nach Matlock, die linearen Approximationen des Matlock-Ansatzes gemäß der API und des DNVGL als auch drei alternative Ansätze als nicht generell gültig für beliebige Bodenbedingungen und Pfahlgeometrien zu bewerten sind. Die gewonnenen Erkenntnisse werden abschließend zur Definition von Anforderungen an einen neuen, generell anwendbaren p-y-Ansatz genutzt.

Jahresbericht der EA Pfähle

(Änderungen vorbehalten)