

Vorfabrizierte Schraube statt Ortbeton

Text: Hans-Peter Felder, Thomas Espinosa | Fotos: zvg

Das Gewinde der vorgefertigten Stahlbetonschraube führt zu einem optimalen Verbund zwischen Pfahl und Baugrund. Dabei können auch bei schwierigen Baugrundverhältnissen sehr hohe Druck- und Zugkräfte in den Boden übertragen werden.

Nur das Brummen des Drehbohrgerätes ist zu hören. Die Baustelle ist ungewöhnlich sauber und übersichtlich – keine Fahrmischer, keine Bewehrungskörbe. Auf dem ebenen Baugelände liegen rund zwei Dutzend KIDRILL-Pfähle – runde, vorgefertigte Stahlbetonpfähle mit einer schraubenförmigen Aussenoberfläche. Daneben steht ein imposantes Drehbohrgerät. Dieses dreht eine Betonschraube mit dem beachtlichen Durchmesser von 550 Millimeter leise und erschütterungsfrei in den anstehenden weichen Untergrund – pro Umdrehung genau

25 Zentimeter. Innert einer Minute verschwinden so rund acht Meter der Stahlbetonschraube im Boden. Anschliessend wird ein neues Pfahlelement aufgesetzt, die verbindenden Stahlringe miteinander verschweisst und das Drehen beginnt erneut. Die Länge variiert je nach geforderter Traglast und den vorhandenen Baugrundverhältnissen. Dieses neue und patentierte Pfahlsystem ist weltweit einzigartig und funktioniert einfach und effizient. Dank einer raffinierten Konstruktion werden die hohen Torsionskräfte, welche beim Eindrehen des Pfah-

les in den Baugrund entstehen, zu 100 Prozent vom Gestänge des Drehbohrgerätes aufgenommen. Die Geometrie von Pfahlhohlraum und Gestänge sind aufeinander abgestimmt – die Drehung erfolgt synchron. Pfahlbrüche sind damit ausgeschlossen. Die einzelnen Pfahlelemente aus hochfestem Beton werden im Werk vorgefertigt, zwischengelagert und in präziser Abstimmung mit dem Baufortschritt direkt auf die Baustelle geliefert. Bemerkenswert ist die aussergewöhnlich hohe Mantelreibung, welche im Rahmen



Stahlkonstruktion mit Press- und Messvorrichtungen für statische Pfahlbelastungsversuche der Schraubpfähle, Probepfählung ZüriBahn. Foto: EBP Schweiz AG, Zürich

Links: Pfählungsarbeiten auf dem Zürichsee. Schwimmender Ponton 21 x 30 Meter, Wassertiefe 10 Meter, Probepfählung ZüriBahn. Foto: KIBAG, Zürich



Positionierung Schraubpfahl auf dem Wasser per GPS, Probepfählung ZüriBahn. Foto EBP Schweiz AG, Zürich



Schraubpfahl mit Neigung, Probepfählung ZüriBahn. Foto: EBP Schweiz AG, Zürich

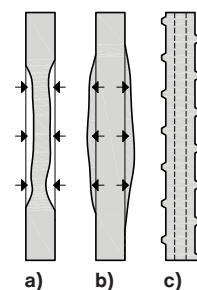
von dynamischen und statischen Belastungsversuchen immer wieder festgestellt wird. Der KIDRILL-Schraubpfahl ist ein sogenannter Verdrängungspfahl: Beim Eindrehen der Stahlbetonschraube wird der Baugrund durch die Volumenverdrängung verdichtet. Dabei entsteht ein extrem guter Verbund zwischen dem Pfahlgewinde und dem Bodenmaterial.

Untersuchungen zum Tragverhalten von Schraubpfählen

Das Institut für Bauingenieurwesen (IBI) der Hochschule Luzern, Technik & Architektur untersucht derzeit unter der Leitung von Dr. André Arnold und in Zusammenarbeit mit Dr. Amin Askarnejad von der Technischen Universität Delft das Tragverhalten von vorfabrizierten Schraubpfählen aus Beton im Hinblick auf den

äußeren Tragwiderstand und das Verformungsverhalten von Einzelpfählen anhand von Modellversuchen. Die Pfahlmodelle im Massstab 1:100 werden in ein Tonsediment eingedreht und in der Armzentrifuge der TU Delft unter 100-facher Erdbeschleunigung getestet. Vorderhand wird der Unterschied eines Schraubpfahles zu einem glattwandigen Pfahl gleichen Aussendurchmessers untersucht, um relevante Unterschiede der beiden Pfahlsysteme im gleichen Boden sichtbar zu machen. Erste Resultate zeigen einen klar höheren Tragwiderstand der Schraubpfähle gegenüber glattwandiger Pfähle. Detaillierte Ergebnisse zu den Untersuchungen werden nach Abschluss der Modellversuche publiziert.

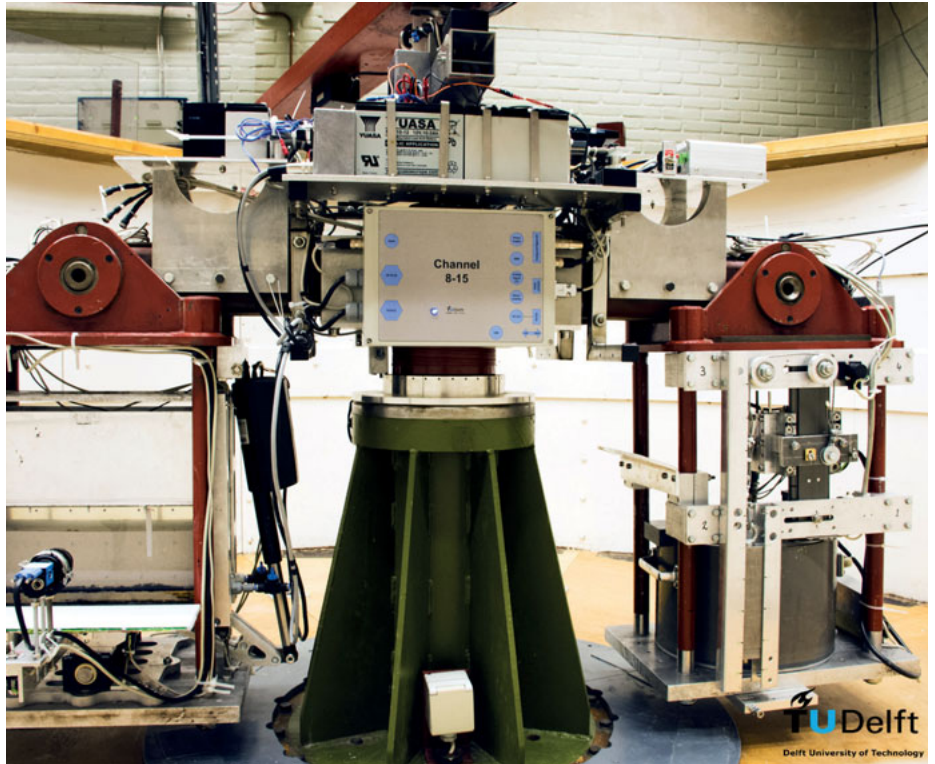
Die Wirtschaftlichkeit der Schraubpfähle



- Ortbetonpfahl mit Einschnürungen – Traglast wird nicht erreicht, Zusatzpfahl erforderlich, das bedeutet Mehrkosten
- Ortbetonpfahl mit Ausbauchungen im weichen Untergrund – infolge dessen höherer Betonverbrauch, das bedeutet Mehrkosten
- Vorfabrizierter KIDRILL-Schraubpfahl mit konstantem Querschnitt – auch in sehr schlechtem Baugrund, das ergibt Kostensicherheit



Modellaufbau: Tonmodell L x B ca. 200 x 150 mm; Modelltiefe 120 mm; Pfahl-Aussendurchmesser Schraubpfahl 5,5 mm, glatter Pfahl 5,5 mm; Pfahllänge 90 mm.
Foto HSLU, Horw / TU Delft



Geotechnische Armzentrifuge der TU Delft (stehend) – Foto TU Delft

Statische Belastungsversuche im Seebecken von Zürich

Die schwierigen Baugrundverhältnisse (nicht tragfähige, sehr weiche Schichten bis 30 Meter unter OK Seespiegel, Wassertiefe von 10 Meter und damit Pfählungsarbeiten auf einem schwimmenden Ponton) und die hohen Anforderungen an zentraler Lage in der Stadt Zürich (lärm- und erschütterungsfreies Bauverfahren, keine Verschmutzung durch Zementwasser) erforderten eine innovative Lösung für die Mastfundamente der geplanten ZüriBahn. Die Projektverantwortlichen der EBP Schweiz AG unter der Leitung von Thomas Espinosa entschieden sich deshalb für eine Tiefenfundation mit vorgefertigten KIDRILL-Schraubpfählen. Im Herbst 2018 und Anfang 2019 erfolgten die ersten Probepfählungen. Im Februar 2019 wurden zwölf Pfähle, welche aus einer Spitze aus bis zu drei KIDRILL-Elementen und aufgesetzten Stahlrohren bestehen, bis auf eine Tiefe von rund 48 Meter unter OK Seespiegel in die tragfähigen, eiszeitlichen Seeablagerungen eingedreht. Mit den zwei anschliessend durchgeführten statischen Pfahlbelastungsversuchen (Druckpfahl und Zugpfahl) konnte nachgewiesen werden, dass die erforderlichen Tragwi-

derstände mit der Schraubpfahlfundation gewährleistet werden können.

In der Praxis bewährt

Bis heute wurden bereits über 40 000 Laufmeter Schraubpfähle für Tiefenfundationen in den Baugrund eingedreht. Nachfolgend einige kürzlich ausgeführte Bauprojekte mit Begründungen der Projektverantwortlichen, warum sie sich für den Schraubpfahl entschieden haben.

- **EWL Zentrale See-Energie, Horw (2019): Schwimmende Pfahlfundation mit verlängerter Pfahllänge.**
 - Hohe Sicherheit bei der Pfahlherstellung (Baugrund mit mehreren gespannten Grundwasserleitern)
 - Gewindefilierung verhindert aufsteigendes Grundwasser entlang des Pfahles
 - Optimale Verankerung der Zugpfähle im Baugrund infolge Gewinde
 - Eindrehen der Schraubpfähle auf genaue Kote (ca. –6,00 Meter unter Rammplanum).
 - Keine Behinderung während der Aushubarbeiten durch vorstehende Pfähle
 - Abspitzen der Pfahlköpfe entfällt
 - Einbindung des Schraubpfahlprofils

in die massive Bodenplatte (Zugverankerung)

- **Anbau HLM Event Panorama, Einsiedeln (2019): Schwimmende Pfahlfundation im sogenannten Einsiedlerlehm mit darunter anstehendem, stark artesisch gespanntem Grundwasserleiter.**
 - Sichere Pfahlherstellung mit Vorfabrikation (kein Ortbeton)
 - Verhindern von aufsteigendem Grundwasser entlang des Pfahlschaftes.
- **Neubau Tücheliweg, Lachen (2019): Schwimmende Pfahlfundation an unmittelbarer Lage des Zürichsees. An- und Abtransport des Drehbohrgerätes mit Ponton (nur vom See her zugänglich).**
 - Erschütterungsfreies und geräuscharmes Pfählungsverfahren im Wohnquartier
 - Eindrehen der Pfähle auf die genaue Kote (ca. –4,00 Meter unter Rammplanum)
 - Keine Behinderung während der Aushubarbeiten durch vorstehende Pfähle
 - Abspitzen der Pfahlköpfe entfällt
 - Einbau von Erdsonden in den Pfahlhohlraum (Energiepfähle)

www.alphabeton.ch ■