

Pfahlprobelastungen

– geotechnische Notwendigkeit oder nur Erfüllung von normativen und vertraglichen Vereinbarungen ?

Dipl.-Ing. Heinz Steiger
Krebs und Kiefer
Beratende Ingenieure
für das Bauwesen GmbH
Hilpertstraße 20
64295 Darmstadt
sg@da.kuk.de

Dipl.-Ing. Christian Schmidt
Krebs und Kiefer
Beratende Ingenieure
für das Bauwesen GmbH
sc@da.kuk.de

Zusammenfassung

Bezüglich Durchführung von Pfahlprobelastungen sind in der Praxis verschiedene Vorgehensweisen üblich. Die maßgebenden Normen legen nur die Vorgehensweisen aber nicht den Zeitpunkt einer Probelastung, wann diese in den Bauablauf einzutakten ist, fest.

Sehr oft werden diese ohne zeitliche Trennung von den Bauarbeiten und an endgültigen Bauwerksteilen vorgesehen. Somit ist keine qualifizierte Berücksichtigung der Ergebnisse einer Probelastung in der normalerweise dem Bauen vorweglaufenden Planung möglich. Falle die Probelastungsergebnisse sehr ungünstig aus, ist oft mit nicht unerheblichem Stillstand zu rechnen. Notwendige Korrekturmaßnahmen sind dann nur sehr aufwändig bis nahezu gar nicht möglich. Zielführend ist daher nur eine in den Bauvertrag integriert aber zeitlich vorweggenommene Probelastung, deren Ergebnis in der Planung umgesetzt werden kann. Eine Durchführung um der Probelastung willen erzeugt nur Kosten!

1 Einführung

Pfahlgründungen stellen heutzutage Standardbauverfahren dar.

Sie werden in verschiedenen Methoden bei den unterschiedlichsten Bauwerken und in nahezu allen Bodenarten ausgeführt.

Die dabei gewonnenen Erfahrungen der Planer und Bauausführenden sind vielfältig und decken den gesamten Baubereich ab.

Dies trifft vor allen Dingen auf Bohrpfähle und Großbohrpfähle zu.

Bei diesen Pfählen fordern die Vorschriften demzufolge auch keine Bestätigung der Planung und damit der Rechenannahmen durch Probelastungen.

Ausgenommen hiervon sind Zugpfähle nach DIN 4014 Teil 1, 1975.

Trotzdem ist es in manchen Regionen üblich, Probelastungen auch bei Pfählen und Großbohrpfählen im Zuge der Ausführung per Ausschreibung anzuordnen.

Bohrpfähle mit kleinem Durchmesser nach DIN 4128 sind dagegen nicht so vielfältig in der Anwendung, es liegen folglich weniger Erfahrungen vor.

Demzufolge fordert die Norm generell in Ziffer 9.1 Probelastungen.

Über einige unterschiedliche Handhabungen wird berichtet, deren Praktikabilität hinterfragt sowie Vorschläge zu Änderungen unterbreitet.

2 Wann sind Probelastungen unumgänglich?

Pfähle sind als Bauteile Bestandteil des Gebäudes und gleichzeitig auch der Gründung, wobei ihre primäre Funktion in der Übertragung von Bauwerkslasten – vertikalen Einwirkungen - in den Baugrund besteht. Daneben werden auch Horizontallasten abhängig vom Pfahlsystem aber von geringerer Größe, abgetragen.

Dabei sind Belastungen - also **Aktionen/Einwirkungen** in Bodenbeanspruchungen - also **Reaktionen/Widerstände** statisch verträglich und verformungsverträglich umzuwandeln.

Für die Formulierung der zulässigen Bodenbeanspruchungen oder mobilisierbaren Widerstände sind umfangreiche Kenntnisse über Bodenaufbau und Bodenbeschaffenheit sowie das Verhalten der Pfähle unter Last erforderlich.

Sofern einem Baugrundgutachten nicht ein engmaschiges Untersuchungsraaster im Feld mit zugehörigen Laborversuchen zugrunde liegt, wird der Gutachter üblicherweise die Verifizierung seiner prognostizierten

Lastabtragung durch Probelastung in der Örtlichkeit dringend empfehlen.

Daneben fordern einzelne Normen Probelastungen, die wohl kaum umgangen werden können. Festgelegt ist allerdings nicht definitiv, diese Tests zeitlich unabhängig von den Bauleistungen, d.h. vorgezogen durchzuführen. Wenn hierfür aber Bauwerksteile verwendet werden, ist die Größe der Probelastung zu begrenzen oder örtlich Überdimensionierungen vorzusehen, damit unbeabsichtigte Vorschädigungen vermieden werden.

Weiterhin werden auch in Ausschreibungen Probelastungen aufgenommen, sodass damit die ausführende Seite vertraglich zur Durchführung verpflichtet wird.

3. Welche Regelungen enthalten Normen ?

DIN 1054 Zulässige Belastung des Baugrunds

Ziffer 5.4 Zulässige Belastung von Pfählen aus Probelastungen (Ermittlung der Grenzlast)

„Pfahlprobelastungen von Druckpfählen sind, falls keine vergleichbaren Belastungsergebnisse vorliegen, immer dann durchzuführen, wenn

- die Pfähle höher belastet werden sollen, als es die Bestimmungen über die zulässige Belastung von nach DINzulassen.
- der tragfähige Baugrund nicht in ausreichender Mächtigkeit ansteht;
- beim Einbringen der PfähleZweifel an der Tragfähigkeit des Baugrundes auftauchen.

Die Tragfähigkeit von Zugpfählen und Ankerpfählen ist – abgesehen von Fällen geringfügiger Beanspruchung – immer durch Probelastungen nachzuweisen (nach DIN 4014 usw.....)“.

Diese Forderungen gehen mit der allgemeinen Einschätzung konform, nämlich

wenn der Erfahrungsbereich verlassen wird, sind

Probelastungen erforderlich!

DIN 4014 Bohrpfähle

Herstellung, Bemessung und Tragverhalten

keine näheren Angaben

DIN 4026 Rammfähle

Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung Ziffer 8.4. Probelastungen

„Die zulässigen Belastungen für Druck- und Zugpfähle nach Abschnitt 8.1 dürfen überschritten werden, wenn die größere Tragfähigkeit durch Probelastungen auf der Baustelle nachgewiesen werden.“

DIN 4128 Verpresspfähle (Ortbeton und Verbundpfähle) mit kleinem Durchmesser Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung Ziffer 9.1 Nachweis der äußeren Tragfähigkeit

„.....Die zulässige Pfahlbelastung ist aufgrund von Probelastungen, welche nach DIN 1054, Ausgabe Nov. 1976, Abschnitt 5.8 und Anhang durchzuführen sind, festzulegen.“

Weitere Angaben beziehen sich auf die Ausführung und Auswertung. Der 6. Absatz enthält noch folgende Angaben:

„Werden Bauwerkspfähle als Probepfähle verwendet, so ist nachzuweisen, dass sie unter der Prüflast keine Einbuße ihrer Tragfähigkeit erleiden.“

Dies gilt für die äußere als auch die innere Tragfähigkeit. Eine Unschädlichkeit der Probelast bezüglich der äußeren Last kann jedoch nur nachgewiesen werden, sofern die tatsächliche Bruchlast oder Grenzlast bekannt ist.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass nur DIN 4128 generell eine Probelastung erfordert.

4. Welche Handhabungen sind in der Praxis üblich?

Variante 1

Probelastung als Vorwegmaßnahme

Es werden separate Probepfähle als Vorwegmaßnahme ausgeschrieben. Diese Maßnahmen sollten zeitlich so angeordnet werden, dass die Ergebnisse und Messwerte zur Weiterverarbeitung in der Ausführungsplanung auch rechtzeitig genug vorliegen.

Die Stelle der Probeeinrichtung muss im Bauwerksbereich dort angeordnet werden, wo dem unmittelbaren Gründungsbereich entsprechende Bodenverhältnisse vorliegen und nach Möglichkeit die geringste Tragfähigkeit erwartet wird.

Eine Vorwegmaßnahme bedeutet zwar, dass diese Leistungen entweder separat ausgeschrieben werden müssen oder der AN für das spätere Bauwerk vorab tätig werden muss. Vielleicht besteht auch die Möglichkeit, im Rahmen einer Nachbarmaßnahme (z.B. eines parallelen Streckenbaus) die Probelastung mit zu erledigen.

Vorteile dieser Variante sind:

- die Ergebnisse können für die Ausführungsplanung ohne späteren Änderungsaufwand verwendet werden,
- es entsteht kein Termindruck durch eine unterbrochene Baumaßnahme, kein weiterer Bauablauf hängt von den Auswirkungen der Untersuchungsergebnisse ab,

- es entsteht kein Gerätestillstand, wenn die Versuche nicht die erwarteten Ergebnisse liefern,
- die Versuche können immer bis zum Bruch gefahren werden, d.h. die Grenzlast kann im Versuch tatsächlich ermittelt werden,
- somit liegen immer eindeutige Versuchsergebnisse vor, das Bruchverhalten kann erkundet werden.

Nachteile dieser Variante sind:

- möglicherweise Mehrkosten durch eine separate Ausschreibung oder mehrfache Baustelleneinrichtung bzw. Unterbrechung der Präsenz auf der Baustelle,
- bei stark wechselnden Bodenverhältnissen müssen die Ergebnisse an die konkreten Bauwerksstandorte angepasst werden,
- wenn die Probelastung und die späteren Bauwerkspfähle von unterschiedlichen Auftragnehmern ausgeführt werden, besteht die Möglichkeit, dass Herstellungsunterschiede die Ergebnisse beeinflussen.

Variante 2

Durchführung der Probelastung an Bauwerkspfählen

Es werden min. 3 Bauwerkspfähle als repräsentative Probepfähle für die Probelastung ausgesucht.

Diese Pfähle müssen für die Probelast = $f \times$ Gebrauchslast ausgelegt werden. Dies ist besonders bei der Ausschreibung zu berücksichtigen, außerdem ist dort anzugeben, dass die Bauarbeiten bis zum Vorliegen der ausgewerteten Ergebnisse unterbrochen werden müssen. Sofern im gesamten Bauwerksbereich einheitliche Baugrundverhältnisse vorliegen, kann an den zuerst fertiggestellten Pfählen die Prüfung vorweggenommen werden.

Vorteile dieser Variante sind:

- die Bauleistungen Probelastung und Bauwerkserstellung können in einer Ausschreibung zusammengefasst werden,
- die Herstellung der Probepfähle und Bauwerkspfähle werden mit der gleichen Geräteeinheit und von der gleichen Mannschaft hergestellt.

Nachteile dieser Variante sind:

- die Probelastung kann nicht bis zur Grenzlast gefahren werden, da die
- Bauwerkspfähle und der sie umgebende Baugrund keine Vorschädigung erleiden dürfen,
- wenn das Bruchverhalten im anstehenden Boden nicht eindeutig bekannt ist, liegt keine genaue Kenntnis über den Abstand der Probelast von der Grenzlast vor,

- die Probelastung gibt möglicherweise nur Aufschluss über das Bodenverhalten unter der Probelast,
- wenn die Probelastungsergebnisse keine ausreichenden Werte liefern,
- muss die Planung überarbeitet werden und die bis dahin bereits ausgeführten Pfähle möglicherweise verstärkt werden,
- Stillstand ist in diesen Fällen oft nicht zu vermeiden.

Sofern für eine ordentliche Planung Probelastungsergebnisse notwendig sind, können diese nur vorab ermittelt werden, werden diese erst nachträglich gewonnen, sind meistens keine Ausführungskorrekturen mehr möglich!

Die Sinnhaftigkeit der Investition in die Probelastung ist dann in Frage zu stellen!

5. Empfehlungen, resultierend aus praktischen Erfahrungen.

Die Situation aller am Bau Beteiligten, die wirtschaftlichen Randbedingungen und damit auch die Honorare der Ingenieure sind heute nahezu an der Grenze des gerade noch Erträglichen angelangt.

Ein Auftrag kann somit nur dann wirtschaftlich abgewickelt werden, wenn die Leistung in der kalkulierten Zeit und ohne unnötige Störungen erbracht, d.h. begonnen und zügig beendet wird.

Hierfür ist es wichtig, dass alle Randbedingungen für die Planung bereits zu Beginn vorliegen und sich nicht während der Bearbeitung ändern oder sogar erst ergeben.

Eine nachträgliche Änderung von Vorgaben, verbunden mit Mehrarbeit, führt heute nicht automatisch zu einer adäquaten und zusätzlichen Vergütung.

Das Bestreben aller Planer kann daher nur sein, von Ausschreibenden zu fordern, jegliche Probelastungen zeitlich vor den eigentlichen Pfahlarbeiten durchzuführen und damit die Möglichkeit zu gewährleisten, Probelastungsergebnisse in die Bauwerksplanung von Anfang an einzuführen.

Vertraglich verlangt dies ein gewisses Geschick, da in einigen Fällen der Beginn der eigentlichen Bauarbeiten nicht unabhängig von dem durchaus fraglichen Ende der Vorarbeiten sein kann.

Sollte sich die möglicherweise erforderliche aber dann vertraglich fixierte Unterbrechung verlängern und damit nachterminierte Arbeiten erst später begonnen werden können, hat dies in diesem Falle sicher geringere Auswirkungen, als wenn die dann sowieso unvermeidbare Unterbrechung dem Auftragnehmer jede Möglichkeit der Nachtragsforderung eröffnet.

Unumgängliche Probelastungen sollten immer innerhalb des Bauvertrages als zeitlich vorgezogene Vorwegmaßnahmen und nicht an endgültigen Bauwerksteilen vorgenommen werden. Werden Probelastungen planmäßig an endgültigen Bauwerksteilen durchgeführt, besteht ein nicht unerhebliches Risiko, dass die Bauarbeiten mit unkalkulierbaren finanziellen Folgen unterbrochen werden müssen.