Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 108 (1990)
Heft: 38

Artikel: Pfahlprüfung mit Ultraschall: Stellungsnahme zum Beitrag von H. Hürzeler und R. Wullimann
Autor: Steiger, Andreas
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-77511

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Pfahlprüfung mit Ultraschall

Stellungnahme zum Beitrag von H. Hürzeler und R. Wullimann, «Schweizer Ingenieur und Architekt» 108, Heft 19/90, Seiten 508–515

VON ANDREAS STEIGER, LUZERN

Im gut illustrierten Artikel [4] gehen die beiden Autoren anhand eines Beispieles sowie ergänzend durchgeführter Labor- und Feldversuche eingehend auf die Möglichkeiten und im besonderen auf die Grenzen der Ultraschallprüfung von Ortsbetonpfählen ein. Es ist zu begrüssen, dass im Zuge eines zunehmenden Qualitätsbewusstseins die Problematik der angewandten Prüfmethoden vermehrt diskutiert wird.

Die Pfahlprüfung steht im Zentrum des Artikels. Auch die Schlussfolgerungen nehmen wenig Bezug auf die Gesamtproblematik «Entwurf, Dimensionierung und Ausführung von Pfahlfundationen». Aufgrund von Erfahrungen mit der gleichen Prüfmethode versuche ich in dieser Stellungnahme, das Bauteil «Ortsbetonpfahl» gesamtheitlicher in die Beurteilung einzubeziehen.

Fundationskonzept und Pfahldimensionierung

Für Entwurf und Dimensionierung einer Pfahlfundation stützt sich der Ingenieur in der Schweiz auf die SIA-Normen 192 (1975), Pfahlfundationen, und 160 (1989), Einwirkungen auf Tragwerke. Auf die teilweise verwendeten DIN-Normen sowie auf die Probleme, die aus der Existenz zweier unterschiedlicher Normengenerationen entstehen, wird hier nicht näher eingegangen.

Ortsbetonpfähle – insbesondere auf Biegung beanspruchte – verdienen aufgrund der Herstellungsweise und der schwierigen Kontrolle kein unbegrenztes Vertrauen. Zum Zeitpunkt der Inkraftsetzung der SIA-Norm 192 war die Entnahme eines Bohrkernes aus dem Pfahlschaft die einzige Prüfmöglichkeit, die am fertiggestellten Pfahl durchgeführt werden konnte.

Den zahlreichen Schwierigkeiten begegnet die Norm mit einer scheinbar grosszügigen Reduktion der zulässigen Spannungen (im Vergleich zur «Betonnorm» SIA-Norm 162). Die Beurteilung des Gesamtsystems wird in der alten Normengeneration dem Ingenieur überlassen. Was in der neuen SIA-Norm 160 (1989) nun explizit gefordert wird – eine Beurteilung des gesamten Systems (Ziffer 2 21 3) – war für den sorgfältigen und verantwortungsbewussten Ingenieur schon immer eine Selbstverständlichkeit.

Wie die guten Erfahrungen mit zahlreichen ausgeführten Pfahlfundationen – nur selten war der Pfahl selbst die Ursache von Problemen – zeigen, hat sich die Pfahlnorm von 1975 gut bewährt.

Pfahlprüfung

Die altbekannte Pfahlprüfung mittels Entnahme eines Bohrkerns ist bereits genannt worden. Mit der vertikalen Durchschallung (Reflektionsmethode) und der Ultraschallprüfung sind dem projektierenden Ingenieur in den letzten Jahren zwei neue Prüfmöglichkeiten in die Hand gegeben worden. Es soll hier nicht weiter ins Detail der verschiedenen Prüfungen gegangen werden. Es ist aber anzufügen, dass keine dieser Prüfungen eine zuverlässige Aussage über die Qualität der Betonüberdeckung der Pfahlarmierung erlaubt.

Herstellungsfehler bei Ortsbetonpfählen

Die häufigsten Fehler entstehen beim Betonieren der Pfähle. Der Grund liegt meist darin, dass entweder das Betonierrohr oder die Pfahlverrohrung zu weit zurückgezogen wird. Die Folge ist in der Regel eine Diskontinuität mit teilweiser bis vollständiger Entmischung des Betons. Diese Fehler können durch sorgfältige Arbeit der Betonierequipe weitgehend vermieden werden. Auch das Einbrechen von Untergrundmaterial bis zur Armierung ist bei einem sorgfältigen, auf den Betonierfortschritt abgestimmten Rohrrückzug sehr unwahrscheinlich.

Ultraschallprüfung von Ortsbetonpfählen

Meine persönlichen Erfahrungen zeigen, dass die oben genannten, gefährlichen, aus einer unsorgfältigen Herstellung des Pfahles herrührenden Fehlstellen mit Hilfe der Ultraschallmethode erkannt werden können. Es handelt sich ja auch meist nicht um lokale, sondern um relativ ausgedehnte Fehler im Betongefüge, zudem liegt aufgrund der Entstehungsweise der Kern des Fehlers innerhalb des Armierungskorbes.

Noch wichtiger als die hohe Gewissheit, einen Fehler auch wirklich zu entdecken, scheint mir aber der Effekt der vorgesehenen Prüfung auf die ausführende Unternehmung. Ich bin überzeugt, dass diese in Anbetracht allfälliger Sanierungskosten beim Betonieren mit erhöhter Sorgfalt vorgehen wird.

Bemerkungen zur Ultraschallprüfmethode

Die Methode der Ultraschallprüfung ist seit mindestens zehn Jahren Gegenstand von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten [1, 2, 3]. Es ist bekannt, dass eine relativ kleine Fehlstelle je nach angewandter Wellenlänge nicht erkannt wird. Dies könnte allenfalls die Ursache für die Ergebnisse der ersten Messeinsätze der durchgeführten Laborversuche sein. Es ist auch bekannt, dass Amplituden- und Intensitätsmessungen gegenüber der Impulslaufzeitmessung eine höhere Messempfindlichkeit aufweisen. Auf diese Verfahren wurde im Artikel nicht eingegangen.

Zusammenfassung und Schlussbemerkung

Es ist die Aufgabe des projektierenden Ingenieurs, beim Entwurf und bei der

Literatur

[1] *Hillger W., Neisecke J.:* Ultraschallimpulstechnik zur automatischen, zerstörungsfreien Qualitätskontrolle von Fertigteilen aus Beton; Betonwerk + Fertigteiltechnik, 11/1984 p. 769ff. und 3/1985 p. 165ff.

[2] *Schaper H. et. al.:* Schadenanalysen mit Ultraschallverfahren; Zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen, Tagungsbericht ZfPBau-Symposium 2./3.10.1985, Berlin.

[3] *Neisecke J., Hillger W.:* Zerstörungsfreie Ultraschallprüfung von Beton – Erfahrungen aus der Praxis, Weiterentwicklungen im Labor; Zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen, Tagungsbericht ZfPBau-Symposium 2./3.10.1985, Berlin.

Dimensionierung einer Fundation die Risiken der gewählten Fundationsmethode angemessen zu berücksichtigen.

Das Ziel ist es, eine, unter Berücksichtigung aller Kosten- und Risikofaktoren, optimale und wirtschaftliche Lösung zu finden. Prüfmöglichkeiten erlauben dem Ingenieur eine Eingrenzung der Ungewissheit über das Ausmass möglicher Ausführungsfehler. Der Artikel [4] stellt diesbezüglich eine umfassende Informationsmöglichkeit dar.

Beim Entscheid, das ausgeführte Bauwerk einer Prüfung zu unterziehen, darf der Motivationseffekt auf die ausführende Unternehmung nicht unterschätzt werden. Es ist wichtig, die Unternehmung über die vorgesehene Prüfung und allfällige Massnahmen zu orientieren. Allein schon diese Massnahme wird zu einer Steigerung der Qualität führen.

Die häufigsten Fehler an Ortsbetonpfählen - Zonen mit teilweiser oder vollständiger Entmischung des Betons - können aufgrund ihres Ausmasses mit der Ultraschallmethode relativ zuverlässig geortet werden.

Abschliessend möchte ich die Frage aufwerfen, ob es nicht sinnvoll wäre, bei der Ultraschallprüfung (und bei anderen Prüfverfahren) Doppelmessungen vorzunehmen und damit Unsicherheiten, die von Messfehlern herrühren, zu vermeiden. Die Fehldiagnose bei Pfahl Nr. 33 (mittelschwere Anomalie in 0,7 bis 1,3 m Tiefe) hätte damit wahrscheinlich vermieden werden können. Da der Aufwand für das Einlegen der Messrohre und den Antransport der Messequipe in vielen Fällen höher ist als der Aufwand für die Durchführung der Messungen, wäre der Mehraufwand für die Doppelmessung relativ gering und damit sicher zu rechtfertigen.

Abschliessend möchte ich den beiden Autoren für den wertvollen und anschaulichen Beitrag zum Thema der Qualitätskontrolle im Tiefbau meine Anerkennung aussprechen.

Adresse des Verfassers: *A. Steiger*, dipl. Ing. ETH, Beratender Ingenieur, Pilatusstrasse 30, 6003 Luzern.

Replik des Verfassers

Wie gut sind die Erfahrungen?

Zur Stellungnahme von Herrn Steiger «Die guten Erfahrungen mit zahlreichen ausgeführten Pfahlfundationen zeigen, dass sich die Norm SIA 192/1975 (Pfahlnorm) gut bewährt hat und nur selten die Pfähle Ursache von Problemen waren» muss erneut eine Frage gestellt werden: Wer kann aufgrund der bisher geführten Messungen mit absoluter Sicherheit sagen, dass die positiven Ergebnisse auch tatsächlich mit einwandfreien Biegepfählen - ohne Armierung im Erdreich und/oder Wasser - gleichzusetzen sind? Zur Feststellung, es seien bisher gute Erfahrungen gemacht worden, muss daher korrekterweise ein Vorbehalt angebracht werden; die Langzeiterfahrung kann erst in späterer Zeit beurteilt werden (Verlust an Tragfähigkeit infolge Durchrostung der Bewehrung).

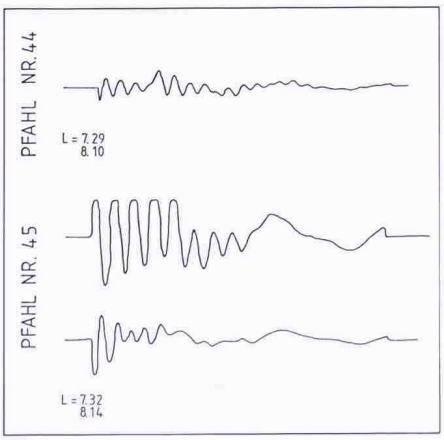

Bild 1. Messergebnisse der Echomethode von zwei Pfählen in Menziken, an welchen Doppelmessungen ausgeführt wurden

Pfahlprüfung

Für die Qualität von Biegepfählen ist die Betonüberdeckung der Armierung entscheidend. Herr Steiger stellt ebenfalls fest, dass beide heute verfügbaren Prüfmethoden, die vertikale Durchschallung (Reflektionsmethode) und die Ultraschallprüfung, keine zuverlässigen Aussagen erlauben.

Der eingebrachte Vorschlag mit den aussenliegenden Messrohren bei gleichzeitig grosser Betonüberdeckung und die ebenfalls beschriebenen, damit in Waltenschwil gemachten Erfahrungen zeigen einen Ausweg aus dieser nicht befriedigenden Situation.

Ultraschallprüfung bei Ortbetonpfählen

Unsere Erfahrungen zeigen, dass nicht mit Sicherheit festgestellt werden kann, ob das Mess-Signal durch Beton oder ein anderes leitendes Medium, z.B. Lehm (Pfahl Nr. 39 in Menziken), gegangen ist - es wird ja nur die Laufzeit gemessen.

Schlussbemerkungen

Bei einer Pfahlprüfung mit Ultraschall weiss der Unternehmer, dass seine Arbeit geprüft wird, er muss durch das Einlegen der Messrohre die Prüfmöglichkeit selber vorbereiten. Die Motivation des Unternehmers darf somit bei allen nach dieser Methode geprüften Pfählen vorausgesetzt werden.

Das Durchführen von Doppelmessungen kann sicher zu einer Verbesserung der Aussage führen. Fraglich ist hier allerdings, ob der Bauingenieur die Ergebnisse der Durchschallung (Reflektionsmethode) selber beurteilen kann. Im Unterschied zu den Ultraschall-Messergebnissen (vergleiche Bilder 2 und 19 im SIA-Heft 19/90), die eine einfache Orientierung bezüglich des geprüften Pfahles und der dabei gemessenen Laufzeiten gestatten, ist die Interpretation der Ergebnisse nach der Reflektions- oder Echomethode schwieriger, wie das beiliegende Bild zeigt.

Hans Hürzeler, Aarau