

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115 (1997)
Heft: 24

Artikel: Pfahl Nr. 118
Autor: Bacchetta, Aldo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-79259>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

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

samtvorlage hatte zudem inzwischen eine umfangreiche städtebauliche Auseinandersetzung entfacht. Es war nicht möglich, die Vorlage rechtzeitig auf die Fertigstellung der Brücke zu verabschieden; die Diskussion ist noch immer in Gang. Der Entscheid betreffend der Lage der Randsteine wurde immer dringender. In Absprache mit dem Kanton beschloss der Stadtrat, vier Radstreifen zu realisieren und damit die Gehwege in der schmälere Version auszuführen. Er berief sich dabei auf die seinerzeitige Projektgenehmigung mit variablen Trottoirbreiten.

Heute ist die Brücke erstellt und in Betrieb. Die Gesamtvorlage für den Abschnitt Bahnhof-Luzernerhof liegt im Entwurf vor und muss nun vom Kanton wahrscheinlich etappenweise weiterbearbeitet werden. Die im Strassenbereich vorgesehenen Änderungen werden voraussichtlich bezüglich Mehrverkehr und damit Mehrimmissionen als unwesentlich eingestuft. Hingegen sind grundsätzliche Diskussionen zu Verkehr und Städtebau zu erwarten.

Rückblickend bestätigt sich die Erkenntnis, dass Plangenehmigungsverfah-

ren sehr aufwendig und komplex sein können, und dass kein Fall dem anderen gleicht. Gesetze können, abhängig von der zuständigen Behörde, verschieden ausgelegt werden. Den Projektverantwortlichen und auch den Planern fehlt in Gesetzesfragen zudem oft die notwendige Erfahrung.

Adresse des Verfassers:

Peder Largiadèr, dipl. Ing. ETH/SIA, Stadtgenieur, Werkhofstrasse 7, 6005 Luzern

Aldo Bacchetta, Zürich

Pfahl Nr. 118

Bei den Pfählungsarbeiten für die Seebrücke Luzern traten bei einem der Pfähle unerwartet Sandeinschwemmungen auf, die durch Kernbohrungen und anschliessende Injektionen unterbunden werden mussten.

Wie im ersten Artikel bereits geschildert, ist die Seebrücke Luzern auf Bohrpfählen fundiert. Die betonierete Länge sämtlicher Pfähle beträgt rund 1150 m.

Die Pfähle wurden von der Fahrbahnplatte der bestehenden Seebrücke aus mit einer Verrohrung abgeteuft. Im stehenden Wasser und in den weichen Verlandungssedimenten wurden die Pfähle mit einem 13 m langen verlorenen Stahlrohr von 5 mm Wandstärke versehen, das das Ausschwemmen des frischen Betons nach dem Zurückziehen der Bohrverrohrung verhinderte (Bild 1).

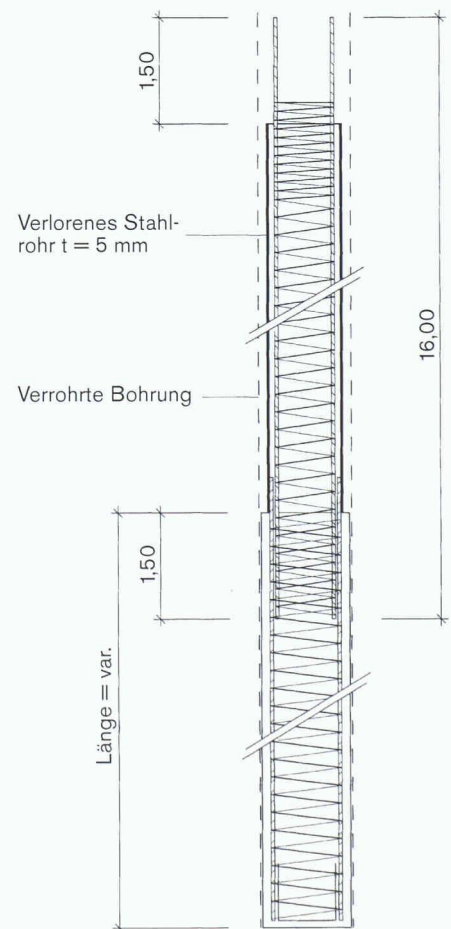
Aufgrund des vereinbarten QM-Konzepts musste der Unternehmer der Bauleitung ein Bohrdiagramm jedes fertig erstellten Pfahls sowie einen Pfahlrapport abgeben. Zudem wurde mittels Ultraschall- und Echomethode überprüft, ob in den Pfählen Unregelmässigkeiten bzw. Fehlstellen vorhanden waren. Zu diesem Zweck waren in jedem Pfahl vier 1,5"-Gasrohre einbetoniert.

Erstellung

Der Pfahl Nr. 118 (die Pfähle waren von 100 bis 157 durchnummeriert) mit einem Durchmesser von 125 cm wurde in der Zeit vom 28. Juli bis zum 2. August 1995 gebohrt und am 3. August 1995 betoniert. Die Bohrarbeiten verliefen wie bei allen andern Pfählen problemlos. Der Pfahl durchfuhr die erwarteten Bodenschichten und erreichte auf einer Kote von 406,4 m ü.M. (d.h. in einer Tiefe von 30,5 m ab OK Fahrbahnplatte) den Fels. Der Pfahl wurde mit der Verrohrung rund 1,2 m in den anstehenden, beigefarbenen Sandstein der Unteren Süsswassermolasse eingebunden.

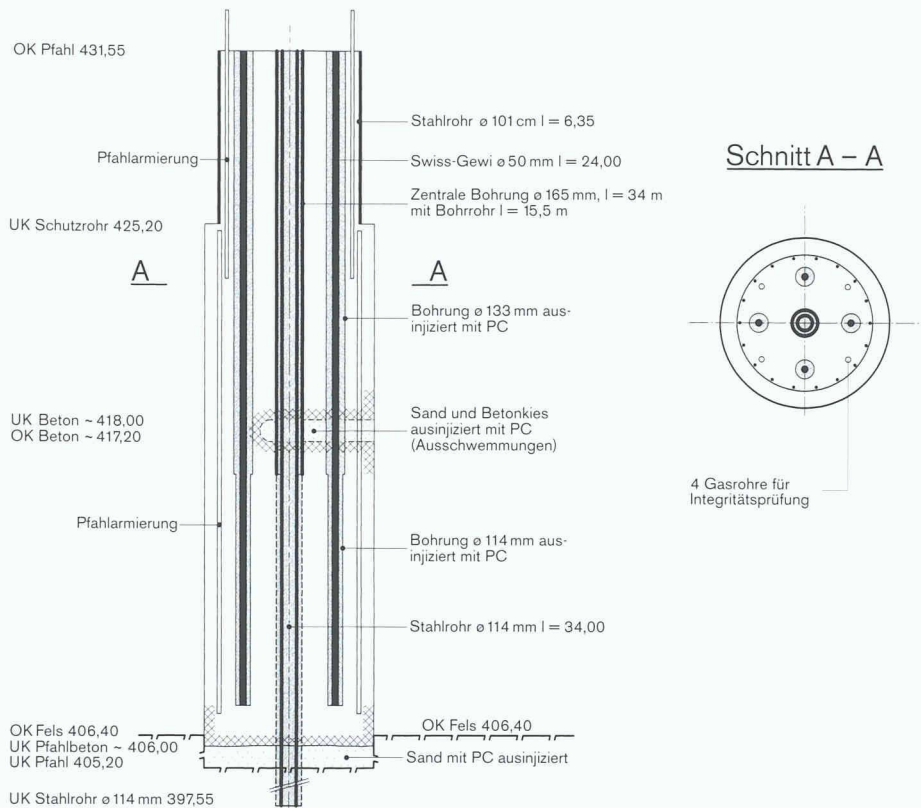
Beim Entsandern wurde im Bohrloch aber unüblich viel Sand festgestellt, der mit dem Greifer entfernt wurde. Beim Einbringen des Bewehrungskorbs und beim Einfahren des Schüttrohrs für das Betonieren stellte die Unternehmung wiederum Sandeinschwemmungen im Bohrloch fest.

Aus Sicherheitsgründen (Grundbruchgefahr) wurde entschieden, den Pfahl sofort zu betonieren. Der Rückzug der Verrohrung während des Betonierens gestaltete sich wesentlich schwieriger als bei den andern Pfählen. Zudem musste das Schüttrohr, da es in einer Tiefe von 16 m verstopft war, gezogen und wieder eingebracht werden.



1

Prinzipische Skizze des Bohrpfahls



2

Ausführung der Injektionsarbeiten (verkürzte Darstellung)

Mögliche Ursachen

Üblicherweise sind Sandeinschwemmungen, wie sie beim Bohrpfahl Nr. 118 auftraten, in feinsandigen und sandigen Böden zu erwarten, falls deutliche hydraulische Druckunterschiede im Bereich des Pfahlfusses vorhanden sind. Im vorliegenden Fall sind aber weder Druckunterschiede vorhanden (der Wasserspiegel im Bohrrohr entsprach demjenigen des Sees), noch liegen grundbruchgefährdete Bodenmaterialien vor. Der Pfahlfuss musste mit Meisseln in den harten (aber zerklüfteten) Fels eingebunden werden.

Das Eindringen von Sand kann demzufolge nur durch einen Grundbruch im Bereich des Pfahlfusses durch spröde nachbrechendes Felsmaterial entstanden sein. Begünstigt wurde dieser Mechanismus auch dadurch, dass auf der Felsoberfläche im Bereich des Pfahls Nr. 118 keine abdichtende Moräne ansteht.

Sondierungen

Aufgrund der geschilderten Vorkommnisse und der Ergebnisse der Ultraschall- und Reflexionsprüfungen wurde entschieden, mit einer zentralen, verrohrten Sondierbohrung die Verhältnisse im Bereich des Pfahlfusses sowie einige Metern darüber

abzuklären. Es wurde ein durchgehendes Bohrprofil im Pfahlzentrum erstellt:

- 00,00 bis 15,50 m: guter Beton
- 15,50 bis 16,90 m: «Betonkies»
- 16,90 bis 27,50 m: Beton
- 27,50 bis 29,00 m: Sand
- ab 29,00 m: Molasse

Obwohl die Ausbreitung der Störung im Pfahlquerschnitt in etwa 16 m Tiefe (ausgewaschener Beton) nicht bekannt war, musste davon ausgegangen werden, dass sich diese über die ganze Querschnittsbreite erstrecken konnte.

Instandsetzungskonzept

Um die volle Tragfähigkeit des Pfahls wiederherzustellen, musste der Pfahl einerseits kraftschlüssig mit dem Untergrund verbunden und andererseits in der Störungszone von 16 m Tiefe der volle Querschnittswiderstand gewährleistet werden. Wie der Pfahl 118 instandgesetzt wurde, wird kurz beschrieben (Bild 2).

Von der zentralen Sondierbohrung aus wurde der Pfahl ausinjiziert. Die Länge der zentralen Bohrung betrug 36 m; sie war durch ein Stahlrohr geschützt. Die gesamte Bohrlänge wurde ausinjiziert. Zudem wurde das äussere Bohrröhr mit einem Durchmesser von 165 mm auf einer Länge von 15,5 m über den ganzen Bereich

der Fehlstelle im Pfahl belassen. Innerhalb der bestehenden Pfahlbewehrung wurden vier zusätzliche Bohrungen bis in eine Tiefe von 26 m erstellt. In den Löchern wurde je ein Gewi-Stab ($\varnothing 50$ mm) versetzt. Anschliessend wurde wieder die ganze Länge ausinjiziert. Mit den zusätzlichen Bohrungen konnte gleichzeitig die Grösse des Sandeinbruchs verifiziert werden. Es zeigte sich, dass nicht der ganze Querschnitt betroffen war.

Durch die bewehrten und ausinjizierten Kernbohrungen konnte der erforderliche Pfahlwiderstand erzielt werden.

Adresse des Verfassers:

Aldo Bacchetta, dipl. Ing. ETH/SIA, Bänziger + Bacchetta + Partner, Engimattstrasse 11, 8027 Zürich