

Zeitschrift:	Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	97 (1979)
Heft:	44: SIA-Heft 5
Artikel:	Pfahlgründungen mittels Bentonitbohrung: Hauptstrassenbrücke über den Nidau-Büren-Kanal
Autor:	Fichtner, Klaus
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-85569

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: 30.01.2026

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



Bild 3. Baustelle Auslauf der Unterwasserkanäle zwischen Kantonstrasse (links) und Vorderrhein. Baubeginn: 21. Mai 1979. Bauzustand: 11. Sept. 1979



Bild 4. Ausbau der Strasse nach Ruen nach Panix. Ausweitung einer Wendeschleife oberhalb Ruen. Bauzustand: 11. Sept. 1979

Realisierung von Wasserkraftanlagen acht bis zehn Jahre benötigt.

Weiter war auch die Lage auf dem Bau- und Kapitalmarkt für den Baubeschluss von Bedeutung; das Investitionsvorhaben kommt im übrigen fast ganz der Binnengewerbe zugute.

Die Beeinträchtigung der Landschaft ist unseres Erachtens durchaus tragbar; es handelt sich in überwiegendem Massen um Stollenbauten. In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, dass die Stauanlagen unserer Kraftwerke im allgemeinen recht beliebte Ausflugsziele geworden sind.

Bedeutung für die Gemeinden

Für die betroffenen Gemeinden bedeutet der Kraftwerkbau eine grundlegende Verbesserung der wirtschaftlichen Existenzgrundlagen. Sie sind an der Abgabe von Gratis- und Vorzugsenergie sowie an den Wasserzinsen im Verhältnis der auf Gemeindegebiet genutzten Wasserkraft (ausgedrückt in sogenannten Bruttoferderstärken) beteiligt. Gesamthaft stehen den Gemeinden zur Verfügung:

- 537 000 kWh Gratisenergie
- 1 074 000 kWh Vorzugsenergie I; zu

Preisen von 1964

- 1 611 000 kWh Vorzugsenergie II; zu Preisen von 1964

An jährlichen Wasserzinsen sind aufgrund der gegenwärtig gültigen Ansätze je 450 000 Fr. für die Gemeinden und den Kanton zu erwarten. Ebenso sind von Bedeutung: der Ausbau der Straßen, die für den Kraftwerkbau verbessert oder neu angelegt werden müssen, die Verdienstmöglichkeiten während der Baujahre, wie auch die Steuereinnahmen von Gesellschaft und Personal.

Pfahlgründung mittels Bentonitbohrung

Hauptstrassenbrücke über den Nidau-Büren-Kanal

Von Klaus Fichtner, Renens



Die Überquerung des Nidau-Büren-Kanals bei Biel wurde zwischen den Jahren 1860 und 1870 für den Strassenverkehr mittels einer *Stahlkonstruktion* geschaffen. Um den modernen Transportnotwendigkeiten (Schiffsverkehr, Kanalüberquerung) Rechnung zu tragen, wurde im Jahre 1977 die Projektierung und 1978 die Ausführung einer *neuen Konstruktion in Verbundbauweise* in Auftrag gegeben. Die Submission dieser Arbeiten erfolgte getrennt für Phase I (Strassenbrücke) und Phase II (BTI-Bahnbrücke). Die folgenden Erläuterungen betreffen lediglich die Pfahlgründung der Hauptstrassenbrücke, die nach erfolgtem Submissionswettbewerb von der Firma SIF-Groutbor SA ausgeführt wurde.

Konzept der Ausführung

Die Submissionsunterlagen wurden so erstellt, dass von einem vorgängigen Abbruch der alten Stahlbrücke und dem anschliessenden Herstellen der neuen Fundationen von *schwimmenden Arbeitsplattformen* auszugehen war. Andere Ausführungsmöglichkeiten waren jedoch ausdrücklich offengelassen

und seitens des Projektionsingenieurs angelegt worden. Das Problem bestand in der Wahl einer geeigneten Arbeitsplattform und der entsprechenden Bohrgeräte für die Herstellung der Grossbohrpfähle Ø 1800 mm, insbesondere da aus Gründen der statischen Bemessung extrem hohe Anforderungen an die Qualität der Ausführung gestellt waren:

- Toleranz der Pfahlachse $\pm 2,5$ cm (üblich ± 10 cm)
- Betonfestigkeit BS 400 (üblich BH 300).

Die Wahl einer schwimmenden Arbeitsplattform stellte grundsätzlich folgende Probleme auf:

Versäkung der üblichen schwimmenden Plattformen, um eine sichere Verteilung der grossen Geräteleisten zu erreichen;

Ihre ständige *stabile Verankerung auf dem strömenden Kanal* (2 m/s) durch horizontale Abspaltung mit Zugseilen und durch vertikale Abstützung auf dem weichen Kanalboden.

Diese Schwierigkeiten führten dazu, die bestehende alte *Brückenkonstruktion* anstatt der schwimmenden Pontons als *Arbeitsplattform* zu benutzen. In diesem Falle mussten folgende Probleme untersucht und gelöst werden: die niedrige Tragfähigkeit des Oberbaus musste von 25 Tonnen auf 80 Tonnen erhöht werden. Einige Querträger der Brückenkonstruktion lagen im Bereich der zukünftigen Pfähle und mussten daher durchtrennt und die Kräfte umgeleitet werden. Vorgängige technische und finanzielle Vergleiche erwiesen eindeutig den Vorteil dieser Lösung. Die Unternehmervariante hatte außerdem den Vorteil, die Bauzeit erheblich zu verkürzen und die geforderten Toleranzen zu garantieren. Sie kam schliesslich zur Ausführung.

Ausführung

Um die Arbeitsplattform (Brückenoberbau) nicht noch weiter durch Rohrziehkräfte zu belasten und die Ausführungszeit abzukürzen, wurde von der Anwendung verrohrter Bohrungen abgesehen und die Pfähle mit Hilfe reiner Drehbohrgeräte und Bentonitstützflüssigkeit abgeteuft und sodann betoniert. Die hierbei ergriffenen Massnahmen werden im folgenden erläutert.

Vertikalität

Die geforderte extrem niedrige Toleranz der Pfahlachse bedingte die Anordnung eines Führungsrohres Ø 1850/1830, das am oberen Ende am Brückenoberbau mittels Stahlprofilen UPN 100 fixiert und befestigt wurde und am unteren Ende unmittelbar über dem Wasserspiegel mit Stahlseilen gegen die Strömung gehalten wurde. Das Führungsrohr reichte etwa 2,0 m in das strömende Kanalwasser hinein.

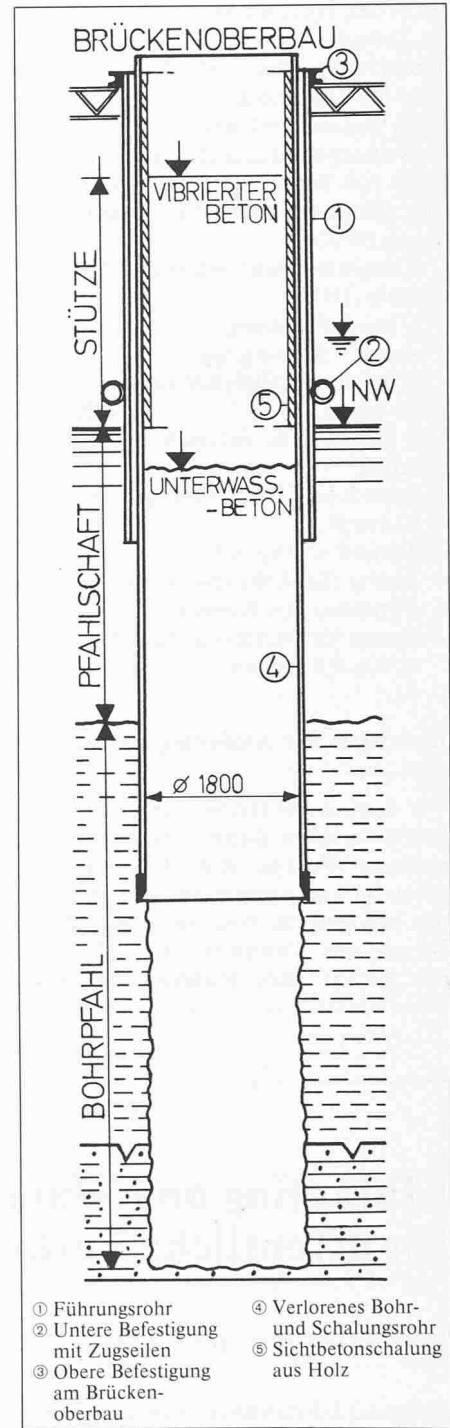
Pfahlschaft-Verrohrung

Der im Wasserbereich liegende Teil des Pfahles (Schaft) wurde mit einem verlorenen Stahlrohr Ø 1790/1774 verkleidet. Nachdem dieses Stahlrohr durch das Führungsrohr bis auf die Kanalbettsohle abgelassen war, wurde es mittels eines Fallgewichtes 3–4 m in den Seeton getrieben. Die Vertikalität wurde bei diesem Vorgang durch das Führungsrohr erzwungen. Die tiefe Einbindung in die Sohle war absolut notwendig, um beim anschliessenden Bohr- und Betoniervorgang des Pfahles einen hydraulischen Grundbruch im Pfahl zu vermeiden, da das Bohren des Pfahles ohne Verrohrung, jedoch unter Bentonitstützflüssigkeit, erfolgen sollte.

Bohrung mittels Bentonitstützflüssigkeit

Vor Beginn der Bohrung im Untergrund wurde die Bentonitstützflüssigkeit aufbereitet und in zwei Silos von 50 m³ gelagert und mindestens 24 Stunden gealtert. Um die Bohrungen ohne Risiko abteufen zu können, wurde davon ausgegangen, dass mindestens das 1,5fache Bohrpfahlvolumen (bis Kote NW) als Stützflüssigkeitsvorrat vorhanden sein muss. Die Stützflüssigkeit wurde während des gesamten Bohr- und Betonierungsvorgangs ständig kontrolliert, in einem geschlossenen Kreislaufsystem umgepumpt, mit Vibrationssieben und Zylklen entsandet und neu aufbereitet. Die verschiedenen Aufbereitungs- und Wiedergewinnungsanlagen waren in einer Container-Zentrale gruppiert. Folgende *Eigenschaften der Bentonitstützflüssigkeit* wurden mit Hilfe eines Baustellenlagers ständig überwacht und reguliert:

- Viskosität,
- Spezifisches Gewicht,



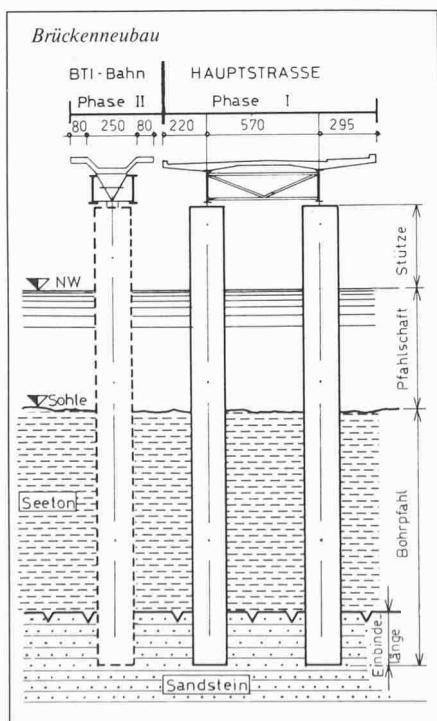
- ① Führungsrohr
- ② Untere Befestigung mit Zugseilen
- ③ Obere Befestigung am Brückenoberbau
- ④ Verlorenes Bohr- und Schalungsrohr
- ⑤ Sichtbetonbeschaltung aus Holz

- Sandgehalt,
- pH-Wert,
- Filterkuchendicke,
- Presswasser.

Dank kompletter und moderner Bentonitanlagen konnten die Grosspfahlbohrungen ohne Grundbruch durch den Seeton abgeteuft werden. Der Bentonitspiegel im Schalungsrohr des Pfahlschaftes wurde während der Bohrung immer auf dem Niveau des Kanalwassers gehalten, um einen Über- oder Unterdruck im Bohrpfahl zu vermeiden.

Dosierung des Pfahlbetons

Ein Pfahlbeton, besonders wenn er unter Wasser oder Bentonit eingebracht wird, ist immer ein Spezialbeton und entspricht in seiner Zusammensetzung



nicht den Richtlinien des SIA 162. Diese Gründe und die hohen verlangten Druckfestigkeiten (BS 400) veranlassten die Unternehmung, mit dem örtlichen Betonlieferanten vorgängige Betonversuche durchzuführen. Nach einer Serie von Versuchen gelang es schliesslich, die gewünschten Betoneigenschaften zu erhalten:

- Konsistenz sehr plastisch, Ausbreitmaß (DIN):
 - bei Anlieferung ≥ 40
 - nach Verflüssigung > 52
 - Würfeldruckfestigkeit nach 28 Tagen $\geq 400 \text{ kg/cm}^2$
- Der Beton hatte folgende **Zusammensetzung**:
- Sand-Kies: 0-30 mm gerollt, SIA Kurve B
 - Zement: 450 kg/m³
 - Zusatz für Abbindeverzögerung von 4 Stunden: 0,4 Prozent
 - Zusatz für Verflüssigung auf Baustelle: 0,4-0,6 Prozent

Einbringen der Armierung und des Betons

Vor Beginn der Betonierung wurde die Stützflüssigkeit durch 2ständiges Umpumpen (Pumpe 60 m³/h) vom Sand gereinigt und regeneriert oder vollständig neu ersetzt. Nur auf diese Weise konnte ein einwandfreies Einbringen des Betons vom Pfahlfuß aus nach

oben ohne Sandeinschlüsse- bzw. Einbrüche gewährleistet werden. Die vormontierten Armierungskörbe wurden in die mit Bentonitsuspension gestützten Bohrungen eingesetzt. Diese Armierungskörbe waren in Längsrichtung mit Rohren versehen, welche die spätere Kontrolle des Pfahlbetons mittels *Ultraschallmessungen* erlauben sollten. Der Beton wurde mit Mischfahrzeugen angeliefert und über ein Betonierungsrohr Ø 300 von unten nach oben eingebracht, wobei die nach oben verdrängte Bentonitstützflüssigkeit abgepumpt wurde. Das Betonierungsrohr wurde mit dem Betonieren in der Weise hochgezogen, dass es ständig 2-3 m im Beton lag. Dadurch wurde das Abreissen der Betonsäule vermieden. Der Unterwasserbeton wurde bis etwa 1,0 m unter dem Wasserspiegel innerhalb der Pfahlschaftverkleidung eingebracht, im oberen Stützenbereich wurde sodann innen mit einer Sichtbetonschalung verkleidet und anschliessend mit vibriertem Beton (BS 400) bis zur planmässigen Auflagerkote ausbetoniert. Das Führungsrohr konnte jetzt entfernt und beim nächsten Bohrpunkt angebracht werden.

Das Stahlschalungsrohr im Stützen- und Schaftbereich wurde später etwa 1,0 m unter dem Wasserspiegel von Tauchern abgebrannt und in der Stützenlänge aufgeschnitten. Stahlrohr und

Holzschalung konnten entfernt werden und machten einem einwandfreien Sichtbeton Platz.

Pfahlkontrollen

Die während und nach der Pfahlherstellung durchgeföhrten verschiedenen Kontrollen zeigten einen vollständigen Erfolg der Arbeiten. Die *Würfeldruckfestigkeiten* des Betons gaben Werte von 430 kg/cm² bis 530 kg/cm² nach 28 Tagen an. Die *Genauigkeit der Pfahlachsen* lag innerhalb der vorgegebenen Toleranzen. Die In-situ Versuche zur Kontrolle des Betons auf der ganzen Pfahllänge, durchgeföhr mit Ultraschallmessungen, ergaben ein durchlaufend positives Ergebnis.

Beteiligte Ämter und Firmen

Bauherrschaft:
Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieur des Kreises III, Biel

Projekt/Statik:
Ch. Zingg, Biel

Bauleitung:
R. Schmid AG, Nidau

Spezialtiefbau (Fundationen):
SIF-Groutbor SA, Renens

Adresse des Verfassers: *K. Fichtner, c/o SIF-Groutbor SA, 14, Av. du Tir Fédéral, 1020 Renens.*

Marketing und Managementinformation für öffentliche Verkehrsunternehmen

Von Johan Hartman, Zürich

Während Jahrzehnten verfügen mittlere und grosse Unternehmen in der Privatwirtschaft über *Marketingstrategien und Management-Informationssysteme* zur Beherrschung des Marktes und zur Planung und Überwachung ihrer Kosten- und Leistungsentwicklung. In letzter Zeit wenden sich in zunehmendem Masse auch öffentliche Institutionen, Verwaltungen und politische Organisationen dem Thema Marketing und der Managementkontrolle zu. Diese mussten feststellen, dass die Bevölkerung und im weitesten Sinne ihr Konsument ihren Tätigkeiten oft indifferent oder gar feindlich gegenüber stehen.

Nun haben neuerdings, die SBB voran, auch die öffentlichen Verkehrsunternehmen trotz ihres beschränkten Spielraums das Marketing und die Managementkontrolle entdeckt. Gemäss Aussage des Bundesrates lassen die hohen Fehlbeträge eine Politik des Abwartens

nicht mehr zu. Die Zeit des «überforderten Managements» mit einer Verharmlosung der Fehlentscheide ist heute endgültig vorbei. Auch kann der *Prügelknafe Rezession* nicht mehr herhalten.

Seit Jahren rollen die öffentlichen Verkehrsunternehmen (SBB, Privatbahnen, städtische und regionale Verkehrsbetriebe) mit einigen Ausnahmen immer tiefer in die roten Zahlen. Für das Jahr 1979 wird eine Teuerung von rund 5 Prozent erwartet, und für die nächsten Jahre ist die Tendenz steigend. Diese Situation zwingt nicht nur in der Schweiz zum Handeln; vielmehr zeigt sich dieses Problem auch auf internationaler Ebene. Es hat wenig Sinn, an dieser Stelle weitere Tatsachen und Hintergründe zu beleuchten, oberflächliche Kritik zu äussern oder Werbeslogans zum besten zu geben. Um die Übersicht über die Defizite bei den öffentlichen Verkehrs-

unternehmen zu erlangen und diese zu reduzieren, bedarf es zuerst einer übergeordneten, nationalen Verkehrspolitik, welche die Zielsetzungen für den öffentlichen Verkehr in allen Bereichen im Rahmen des Gesamtverkehrs klar darlegt. Ein solches verkehrspolitisches Konzept ist heute vorhanden. Eine «Verwässerung» dieses GV-CH Massnahmenpaketes, analog des Raumplanungsgesetzes und ein Hinauszögern der empfohlenen Teilrevision der Bundesverfassung und Reorganisation der Bundesverwaltung, können wir uns wegen *interessenpolitischer Auseinandersetzungen* nicht mehr leisten. Jede Blockierung der Details gefährdet das Ganze und ein Rückfall in sektorielles Denken ist die Folge.

Marketing als Instrument zur Beeinflussung der verkehrswirtschaftlichen Marktprozesse

In der verkehrspolitischen Auseinandersetzung stossen die Unternehmensleitungen der Bundesbahnen, der Privatbahnen und der Verkehrsbetriebe