

# Grossbohrpfähle, Sonderausführungen im Brückenbau

Autor(en): **Ledergerber, Rudolf**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **88 (1970)**

Heft 26

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-84550>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

km festgelegt, im ersten Abschnitt des Rhein-Rhone-Kanals dagegen 360 l/s und km für tragbar erachtet. Die Probleme, die sich bei der Anwendung von Hydraton, Ton, Ton-Sand-Zement-Mischungen, Kunststoffolien, Asphaltmatten, Betonfertigteplatten und Asphaltbeton als Dichtungsmaterial ergeben, werden vom Autor ausführlich behandelt. Wenn das Kanalbett in einer Auftragsstrecke geschüttet wird, dann müssen Dichtung und Deckwerk den unvermeidlichen, ungleichmässigen Setzungen Rechnung tragen. Schroffe Anschlüsse beim Übergang vom Einschnitt zum Auftrag werden abgeflacht zu langsam auskeilenden Übergängen. In einem setzungsgefährdeten Bereich ist grundsätzlich eine flexible Dichtung einzubauen.

Als Deckwerke werden die verschiedensten Konstruktionen angewendet. Neben der Standsicherheit ist vor allem der Durchlässigkeit besondere Beachtung zu schenken. Ein hoher  $k$ -Wert (Gesetz von Darcy) wird bei offenem Deckwerk angestrebt, dessen Durchlässigkeit notwendig ist, um einen stand-

sicherheitsgefährdenden Wasserdruck auf der Unterseite zu vermeiden. Andererseits bringt jede Durchlässigkeit des Deckwerkes die Gefahr einer Erosion des darunterliegenden Bodens mit sich. Daher gehört unter die eigentliche Deckwerksschicht eine Filterschicht. Sofern es die Untergrundverhältnisse und die gewählte Dichtung gestatten, werden möglichst steile Böschungen (1:2 bis 1:1,5) angestrebt, die, wie der Autor eingangs darlegt, höhere Schiffsgeschwindigkeiten bei gleicher Propellerdrehleistung ergeben. Die wirtschaftliche Bedeutung des Deckwerkes für die Wettbewerbsfähigkeit einer Dichtung geht aus einer Gegenüberstellung der Angebote für die Haltung Hausen des Main-Donau-Kanals hervor (Bild 1). Dabei sind die Kosten, bezogen auf den Gesamtpreis der ausgeführten Asphaltabdichtung als 100%, aufgegliedert in die Anteile für die Dichtung und für die Überdeckung. Die billigste Dichtung, nämlich Ton, kostet einschliesslich Überdeckung das 1½fache von dem an sich teureren Asphalt zusammen mit einem billigeren Deckwerk. Dipl.-Ing. H. D. Kunath, Herisau

## Grossbohrpfähle, Sonderausführungen im Brückenbau

DK 624.154.34:624.21

Von Rudolf Ledergerber, dipl. Ing. ETH, Bern

Vortrag, gehalten an der Studientagung der SIA-Fachgruppe der Ingenieure für Brückenbau und Hochbau (FGBH)

Im folgenden Referat werde ich Probleme und Sonderausführungen bei Bohrpfaahlfundationen im Brückenbau behandeln. Dies geschieht durch die Beschreibung einzelner ausgeführter Bauwerke. Folgende Themenkreise werden erläutert: Aufnahme von Horizontalkräften, negative Mantelreibung, Bohrpfähle im offenen Wasser, Verhinderung der Grundwasserverschmutzung, besondere Baumethoden.

### Horizontalkräfte

Die Aufnahme grösserer Horizontalkräfte bietet bei Pfahlfundationen oft Schwierigkeiten. Die Lösung kann gefunden werden durch die Anordnung von Schrägpfählen, Zugbändern oder Ankern. Bei günstigem Verhältnis der Grösse der Horizontalkraft zum Pfahlquerschnitt genügen oft auch vertikale Pfähle, um die Horizontalkräfte sicher in den Baugrund zu leiten.

Die Anordnung von *geneigten Grossbohrpfählen* hat sich im Brückenbau bestens bewährt. Trotzdem begegnet man immer wieder der irrigen Ansicht, es sei ausführungstechnisch nicht möglich, Schrägpfähle im Bohrverfahren herzustellen. Dies mag für gewisse Systeme gelten wie zum Beispiel für unverrohrte Bohrungen unter Bentonitsuspension, allgemein jedoch nicht, wie die folgenden Beispiele zeigen.

Bei Lenzburg führt die Autobahn über das Tal des Aabaches, getragen von einer vorgespannten Betonbrücke

über neun Felder (Projekt des Ingenieurbüros Rothpletz, Lienhard & Cie. AG, Aarau und Bern). Fundiert ist das Bauwerk in die Molasse und im Niederterrassenschotter, teils mittels Bohrpfählen  $\phi$  125 cm, teils als Flachfundation. Beim Widerlager waren grössere Horizontalkräfte infolge Erddruck der Anschlussdämme aufzunehmen. Eine Neigung der Bohrpfähle System HW<sup>1)</sup> von 1:5 (Bild 1) genügte, um diese Kräfte sicher in die Molasse zu leiten.

Interessant sind die Ergebnisse der Setzungsmessungen dieses Bauwerkes (Bild 2). Die Fundationen A bis D liegen in Niederterrassenschotter, diejenigen von E bis K in der Molasse. Im Durchschnitt betragen in der Molasse die Setzungen der Flachfundamente 11,8 mm, diejenigen der Pfahlbankette 2,5 mm. Die geringere Einsenkung der Pfähle ist bedingt durch die grössere Einbindetiefe von rund 2,5 m in die Molasse. Dabei beträgt theoretisch die zentrische spezifische Bodenpressung unter dem Pfahlfuss rund 50 kg/cm<sup>2</sup> gegenüber 7 kg/cm<sup>2</sup> der Flachfundation. Das Beispiel zeigt einmal mehr, dass die bei den Flachfundationen üblichen Grössenordnungen der Bodenpressungen für den Tragfähigkeitsnachweis von Pfählen nicht verwendet werden können.

Als weiteres Beispiel für die Aufnahme horizontaler Kräfte durch geneigte Bohrpfähle sei die Fundation der

<sup>1)</sup> Einlässliche Beschreibung dieses Systems siehe SBZ 1961, H. 7, S. 108.

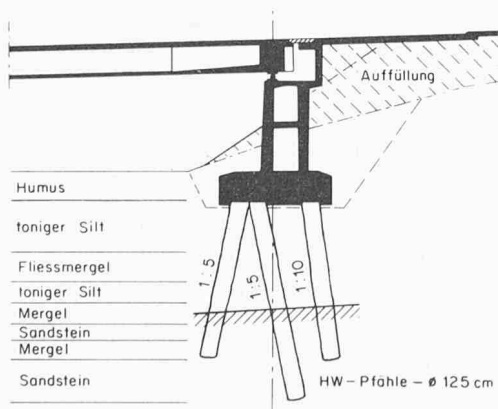
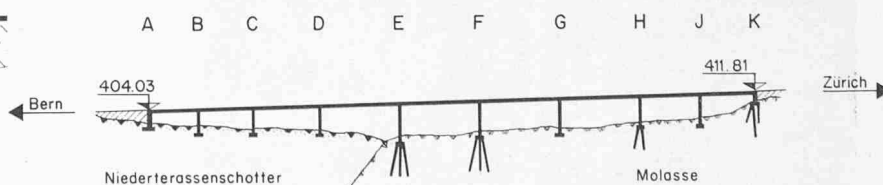


Bild 1. Aabachviadukt der N 1 bei Lenzburg, Fundation des Widerlagers Seite Zürich mit geneigten Bohrpfählen



	Flach	Flach	Flach	Flach	Pfähle	Pfähle	Flach	Pfähle	Flach	Pfähle
Süd s =	1,5	2,0	5,5	12,5	5,0	2,5	18,5	2,5	5,0	2,0
Nord s =	2,5	3,5	5,5	14,0	3,5	2,5	18,5	2,5	5,0	0,0

Bild 2. Aabachviadukt der N 1 bei Lenzburg, Ergebnisse der Setzungsmessungen in mm

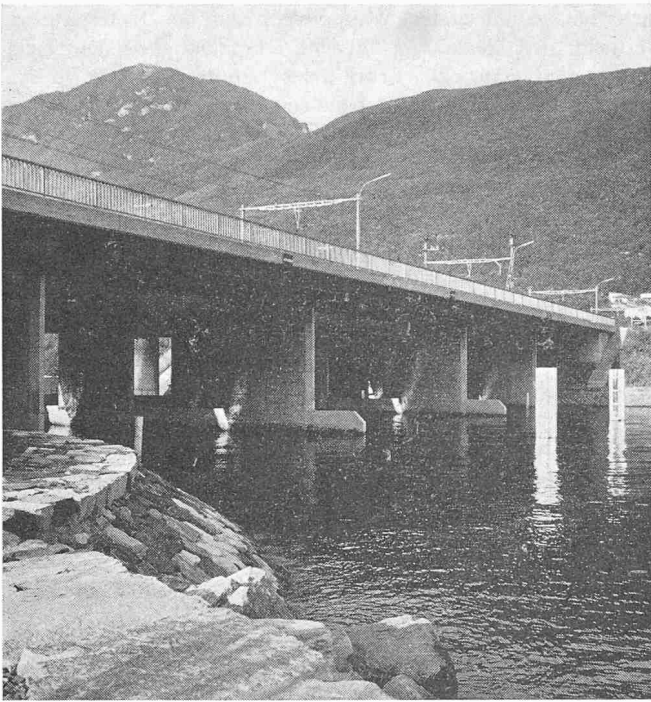


Bild 3. Schiffahrtsöffnung Seedamm Melide, Brückenansicht

neuen Brücken über die Schiffahrtsöffnung im Damm von Melide (Bild 3) erwähnt. Es handelt sich um vier teils vorgespannte Eisenbetonbrücken von je fünf Feldern für die Autobahn, die Gotthardlinie der SBB und die Kantonsstrasse, ein Projekt des Ingenieurbüros der Firma *Locher & Cie. AG* in Zürich. Sämtliche Brücken sind mittels 20 m

Bild 5. Schiffahrtsöffnung Seedamm Melide, Ausführung eines geneigten HW-Pfahles

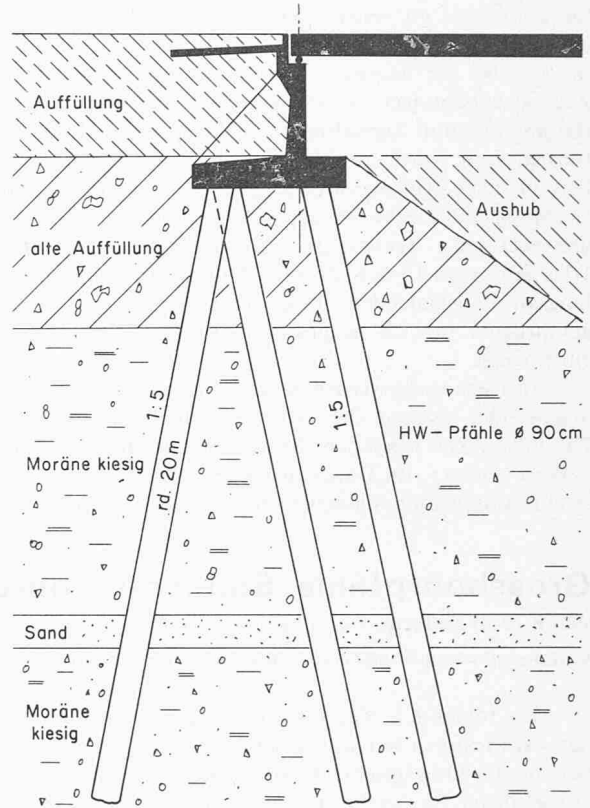
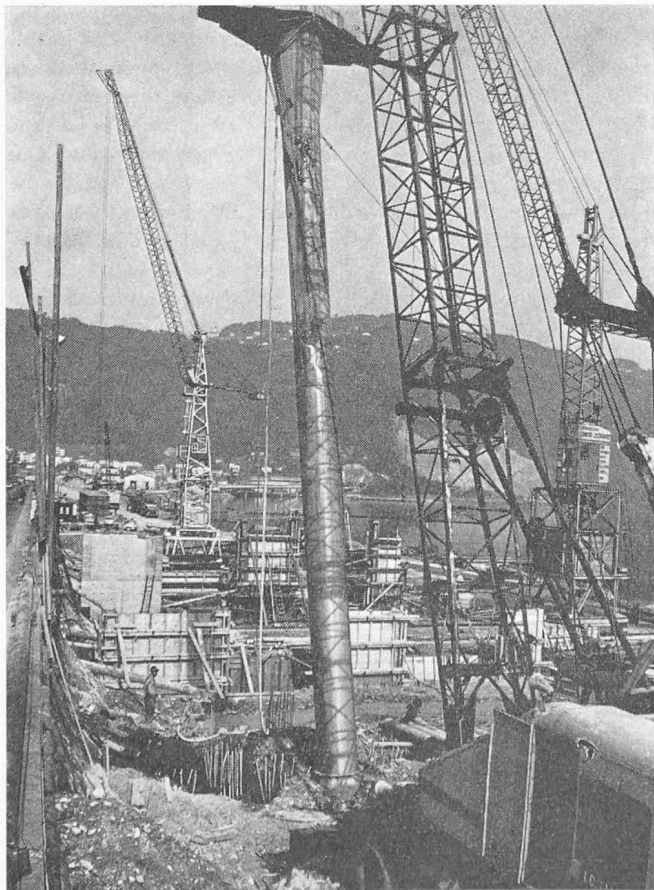
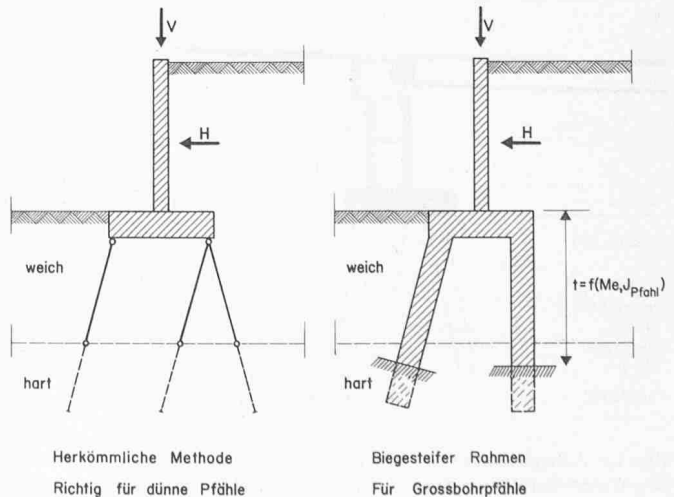


Bild 4. Schiffahrtsöffnung Seedamm Melide, Fundation des Widerlagers mit geneigten Bohrpfählen

langen Bohrpfählen  $\phi$  90 cm in einer kiesigen Moräne fundiert. Bedingt durch eine 4 m hohe Auffüllung auf dem alten aufgeschütteten Damm wirken in den Widerlagern beträchtliche Horizontalkräfte. Diese werden durch die 1:5 geneigten Bohrpfähle (Bild 4) aufgenommen. Die Ausführung der 20 m langen Schrägpfähle in der teils harten Moräne bot keine besonderen Schwierigkeiten. Durch das Versetzen des geschweissten Bohrrohres in einem einzigen Stück konnte die Beibehaltung der Pfahlneigung bis zum Pfahlfuss garantiert werden (Bild 5).

Unsere nördlichen Nachbarn gehen in der Pfahlneigung noch etwas weiter als wir, indem sie Bohrpfähle bis zu einer Neigung von 1:4 ausführen. Allerdings beschränken sie dann die Pfahllänge auf 12 bis 15 m.

Bild 6. Schema zur Berechnung einer Pfahlfundation mit geneigten Pfählen



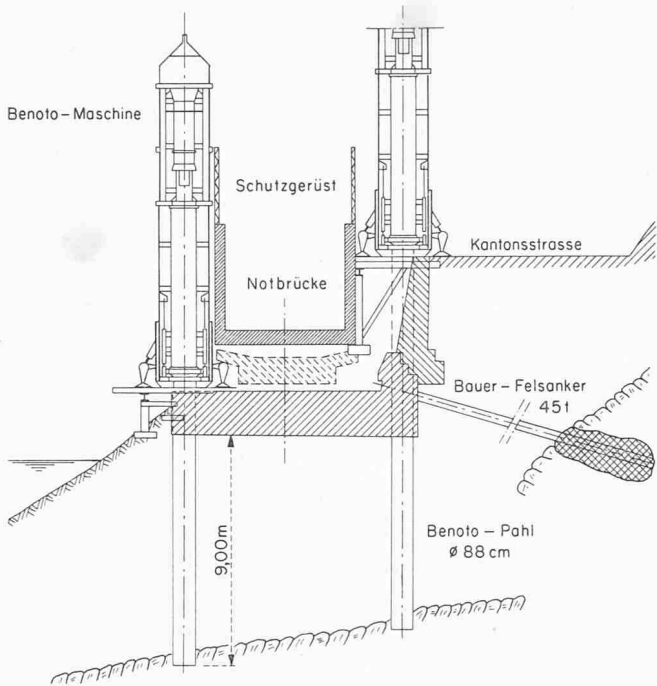


Bild 7. Eisenbahnbrücke Roccabella bei Tenero TI, Querschnitt 1:300 mit Pfahlfundation und Felsankern

Für die Berechnung einer Pfahlfundation mit Schrägpfählen wird in Lehrbüchern meist die in Bild 6 links dargestellte sogenannte Pfahlrostberechnung beschrieben. Diese nimmt eine gelenkige Lagerung der Pfähle im Pfahlbankett und im Übergang zum festen Baugrund an. Sie gilt daher näherungsweise nur für schlanke Pfähle. Für Bohrpfähle von grösserem Durchmesser, welche wesentliche Biegemomente übertragen können, ist die Fundation als biegesteifer Rahmen zu rechnen. Der Einspannpunkt der Pfähle als Funktion des horizontalen  $M_E$ -Wertes des Bodens und des Trägheitsmomentes des Pfahles kann näherungsweise nach der Theorie des elastisch gebetteten Balkens bestimmt werden.

Eine weitere Möglichkeit, Horizontalkräfte aufzunehmen, ist durch die Anwendung von vorgespannten *Fels- oder Alluvialankern* gegeben. Diese Lösung hat zur Bedingung, dass die Horizontalkraft konstanter Richtung und einigermaßen konstanter Grösse ist. Andernfalls könnte durch die Ankerkraft der Pfahl unerwünschte Biegemomente

Bild 9. Autobahnbrücke im Grüeblichachen über die Reuss bei Luzern

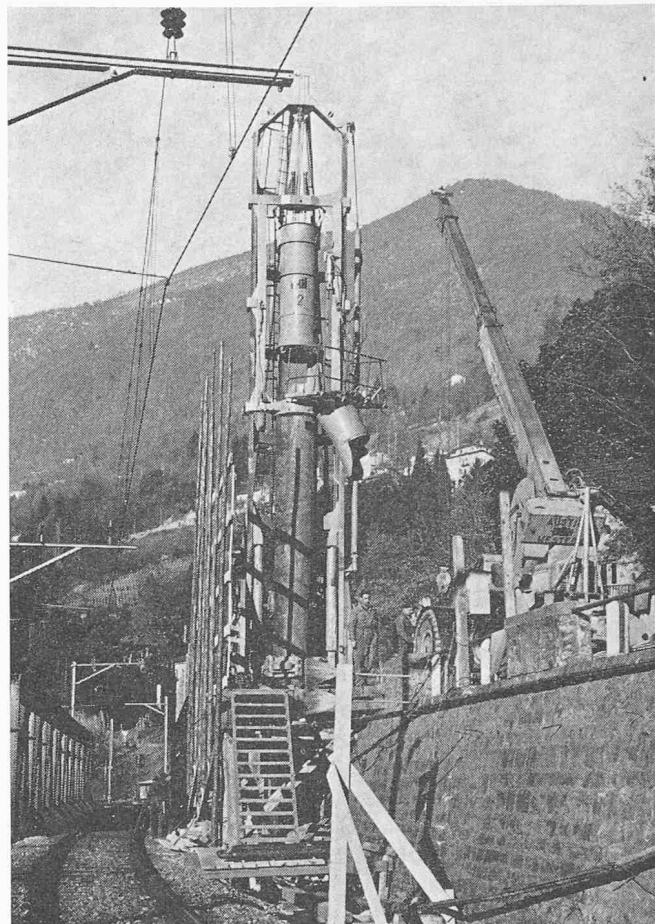
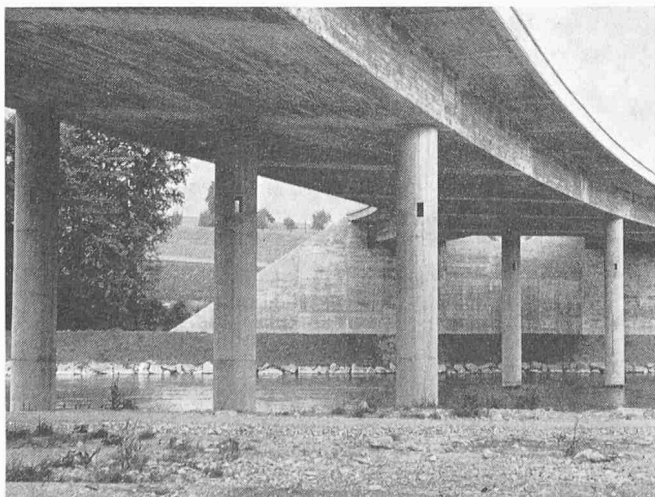


Bild 8. Eisenbahnbrücke Roccabella, Ausführung der Benoto-Pfähle bei beengten Platzverhältnissen

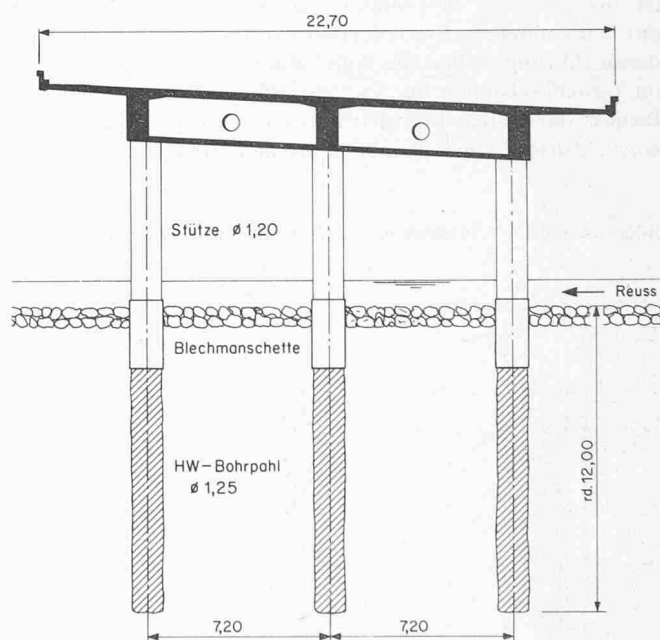


Bild 10. Grüeblichachen, Brückenquerschnitt 1:300 mit Pfahlfundation

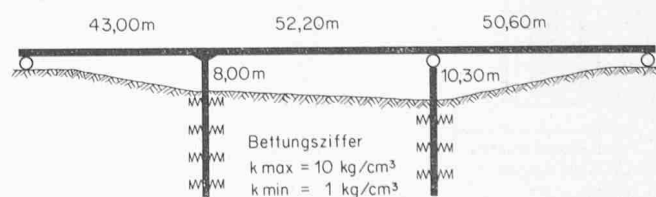


Bild 11. Statisches System der Autobahnbrücke im Grüeblichachen



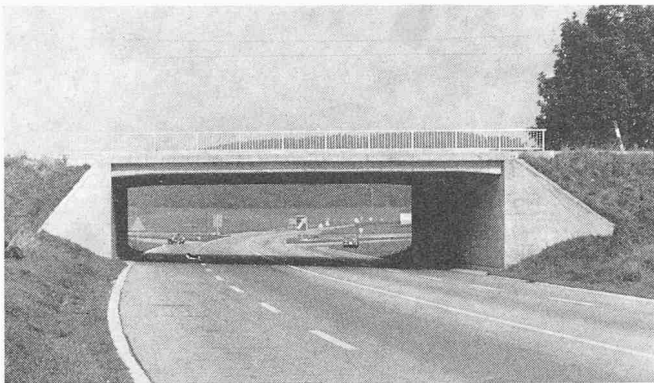


Bild 12. Eisenbahnüberführung Moosmatten bei Bern

mente erleiden. Die Foundation der Eisenbahnbrücke Roccabella im Tessin zeigt eine Konstruktion mit Felsankern (Bild 7). Hier wurde das ursprüngliche Bahntrasse durch einen Erdbeben zerstört. Eine 50 m lange Notbrücke half, den Bahnverkehr rasch wieder aufzunehmen. Die definitive Spannbetonbrücke wurde hierauf unter der Notbrücke hindurch im vollen Betrieb der Bahnlinie erstellt. Sie ist abgestützt auf kräftigen Querträgern, welche ihrerseits auf Benotpfählen  $\phi$  88 cm gegründet sind. Bedingt durch den steil abfallenden Fels hangseits, auf welchem das rutschgefährliche Material ruht, war mit erheblichen Kriechdrücken zu rechnen. Diese werden mit vorgespannten permanenten Felsankern aufgenommen. Das Brückenprojekt stammt vom Ingenieurbüro *Stucki & Hofacker* in Zürich. Bild 8 zeigt die Benoto-Maschine beim Abteufen der Bohrröhre.

Am einfachsten werden Horizontalkräfte direkt durch vertikale Pfähle grossen Durchmessers aufgenommen. Dies ist bis zu einer bestimmten Grösse der Horizontalkraft durchaus möglich. Ein bemerkenswertes Beispiel einer Sonderausführung stellen die Autobahnbrücken über die Reuss im Grüeblichachen bei Luzern (Bilder 9 bis 11) dar, ein Projekt der beiden Ingenieurbüros *E. Toscano* und *B. Bernardi*, Zürich. Die Spannbetonbrücken sind abgestützt auf

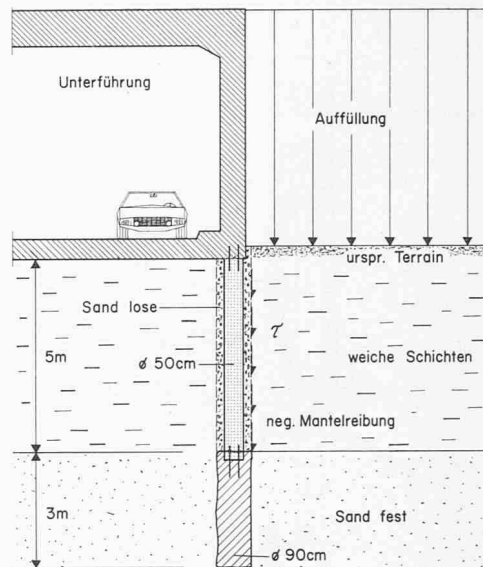


Bild 13. Überführung Moosmatten, kombinierter Pfahl zur Verminderung der negativen Mantelreibung

Säulen  $\phi$  120 cm, welche sich in Einzelpfählen  $\phi$  125 cm fortsetzen, ohne Zwischenschaltung eines Bankettes. Diese Lösung war wirtschaftlich vorteilhafter als eine konventionelle Flachfundation im Flussbett, obwohl der Baugrund eine Flachfundation erlaubt hätte. Im Bereich der Flusssohle wurden in den Pfählen Blechmanschetten (Teil des Bohrröhres) versetzt, in deren Schutz die Pfeiler durch den Pfählungsunternehmer aufbetoniert werden konnten. Besonders wichtig ist in diesem Fall eine masslich exakte Ausführung der Bohrpfähle. In die statische Berechnung des Brückenüberbaues haben die Ingenieure die Foundation miteinbezogen, indem sie Stütze und Pfahl zusammen als ein Element in ihr statisches System einführen (Bild 11). Zur Aufnahme der horizontalen Kräfte und der Momente infolge Pfeilerkopfverdrehungen wurden die Pfähle als

Bilder 14 und 15. Ausführung von Bohrpfählen im offenen Wasser

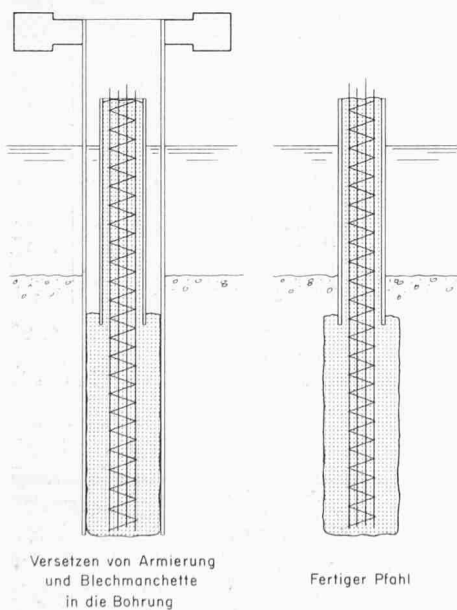


Bild 14. Schalung im Wasser mit Blechmanschette

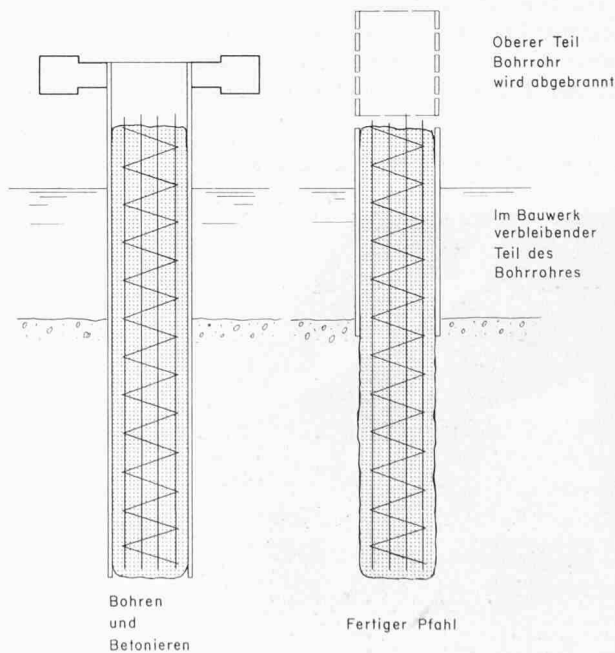


Bild 15. Schalung im Wasser mit verlorenem Bohrröhr

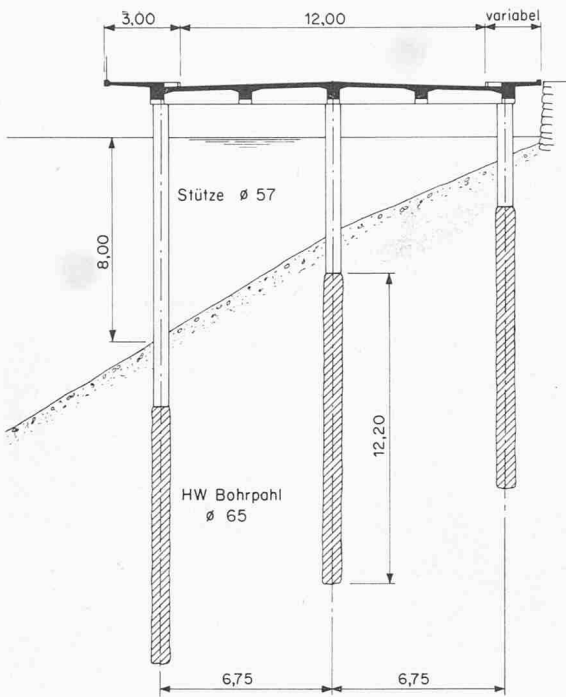


Bild 16. Lungo-Lago Ponte Tresa, Brückenquerschnitt 1:300

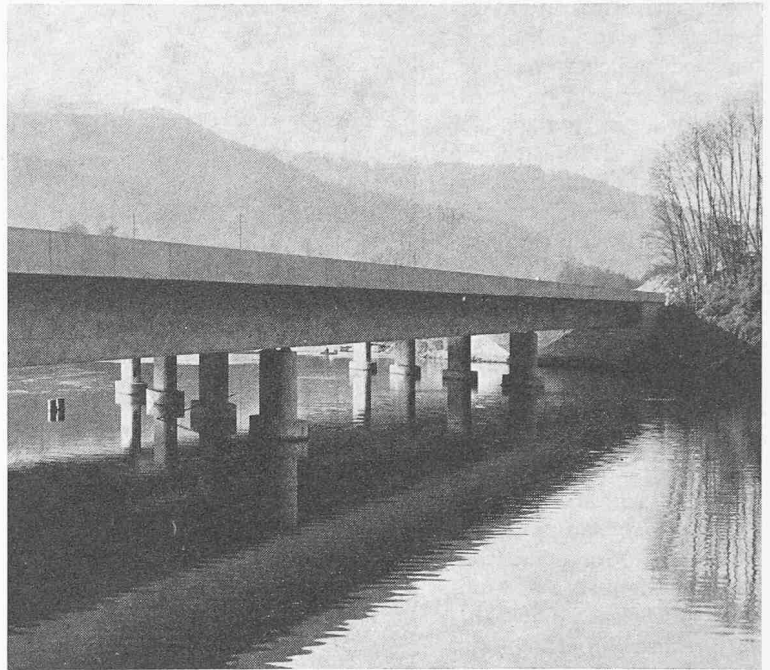
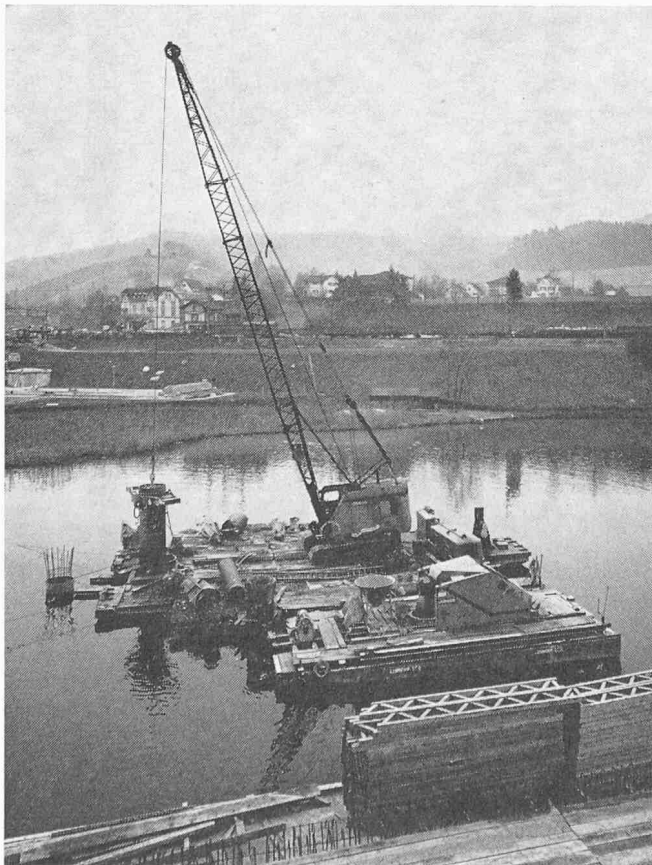


Bild 17. Autobahnbrücke über die Limmat bei Killwangen

elastisch im Baugrund gebettet betrachtet. Näherungsweise kann dieses elastische Verhalten durch die Einführung einer Bettungsziffer ausgedrückt werden. Zur Eingabelung der statischen Grössen wurde das System mit einer maximal ( $k = 10 \text{ kg/cm}^3$ ) und einer minimal möglichen Ziffer ( $k = 1 \text{ kg/cm}^3$ ) durchgerechnet. Obwohl durch die Annahme einer Bettungsziffer das erdbaumechanische Verhalten der Foundation nicht exakt ausgedrückt werden kann,

Bild 18. Ausführung der Bohrpfähle bei Killwangen



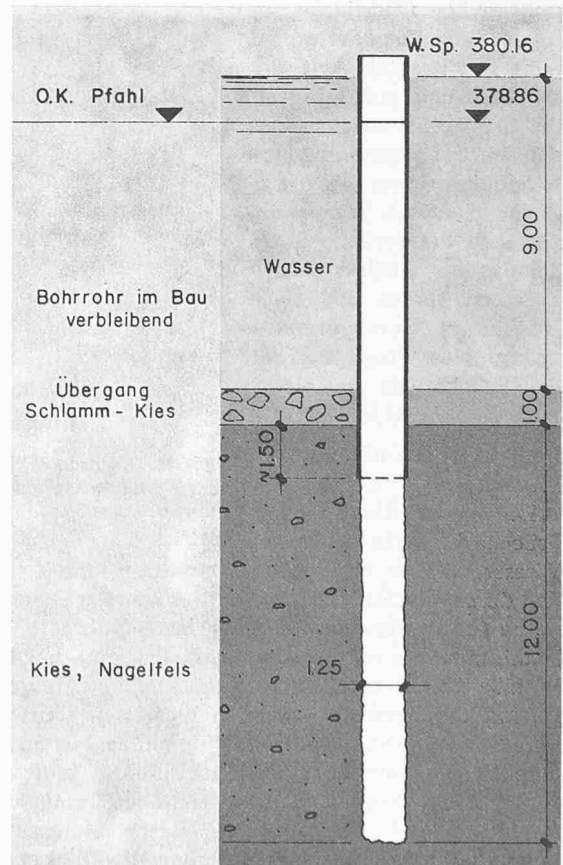
Schweizerische Bauzeitung · 88. Jahrgang Heft 26 · 25. Juni 1970

gestattete die genannte Eingabelung eine genügend sichere Ermittlung der auftretenden Kräfte und Verschiebungen.

#### Negative Mantelreibung

Die Foundation einer Brücke auf Pfählen bietet im Normalfall keine besonderen Probleme. Schwieriger wird die Aufgabe, wenn an die Widerlager hohe Dammschüttungen anschliessen. Diese Dämme belasten den schlecht

Bild 19. Autobahnbrücke über die Limmat bei Killwangen, Schnitt 1:220 durch Baugrund und Pfahl



tragfähigen Untergrund erheblich. Die so beanspruchten Bodenteilchen verschieben sich sowohl in vertikaler wie in horizontaler Richtung und belasten die Pfahlfundation damit zusätzlich. In jedem Fall müssen diese Zusatzkräfte (wir nennen sie negative Mantelreibung und Horizontaldruck) bei der Dimensionierung der Pfähle mitberücksichtigt werden. Über die mögliche Grössenordnung dieser oft beträchtlichen Kräfte geben zum Beispiel die praktischen Versuche von Bjerrum und von Heyman Auskunft, wie sie in den Proceedings des Erdbaukongresses von Montreal beschrieben sind (kurzer Beschrieb in «Hoch- und Tiefbau» Nummer 12 vom 25. März 1966).

Im speziellen Fall der Bahnüberführung Moosmaten bei Bern (Bilder 12 und 13) wurde versucht, durch konstruktive Massnahmen die Auswirkungen der negativen Mantelreibung zu vermindern. Man verwendete einen mit einer Fertigbetonstütze kombinierten Bohrpfahl. Der Bohrpfahlfuss von grossem Durchmesser und rauher Oberfläche im festen Sand garantierte eine hohe Pfahltragfähigkeit, die schlanke und glatte Fertigbetonstütze im weichen Boden bot der negativen Mantelreibung wenig Angriffsfläche. Dadurch konnte die aus dem Bauwerk zu übernehmende Nutzlast höher angesetzt werden als bei der Ausführung eines normalen Bohrpfahles. Projektiert hat die Brücke das Ingenieurbüro R. Schmid in Nidau.

### Bohrpfähle im offenen Wasser

Die Fundation grosser Brückenbauwerke im offenen Wasser erfolgte bis noch vor wenigen Jahren hauptsächlich durch Flachfundationen in umpundeter Baugrube oder durch Caissonfundation. In den letzten Jahren hat sich die Pfahlfundation mit Grossbohrpfählen und hochliegenden Pfahlbanketten als die wirtschaftlichere Methode weitgehend durchgesetzt. Einzig in Gewässern mit Schifffahrt ist eine Auflösung der Fundation in Pfähle nicht immer möglich, weil die hohen Horizontalkräfte infolge Schiffsstoss berücksichtigt werden müssen. Die Vorteile der Pfahlfundation sind offensichtlich: Keine Baugrube, keine Wasserhaltung, einfache Ausführung der Bankette usw.

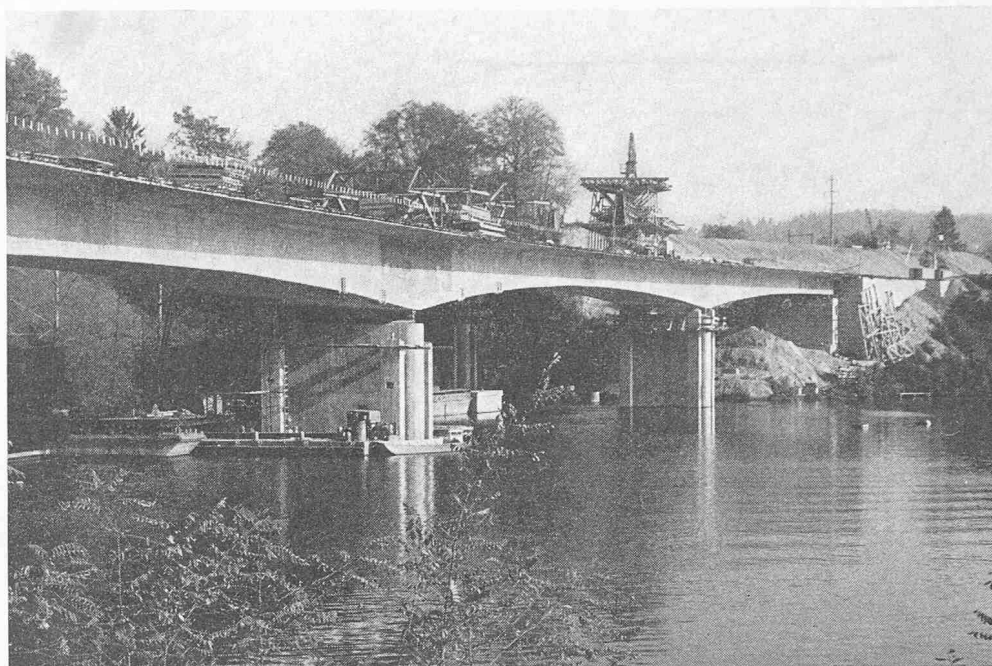


Bild 20. Autobahnbrücke über die Limmat bei Neuenhof

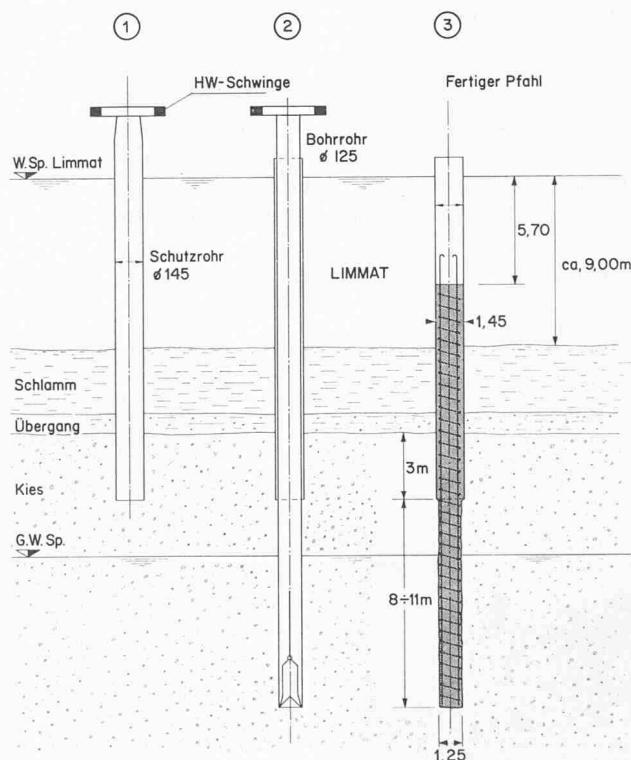


Bild 21. Neuenhof: Schema der Pfahlherstellung mit Schutzrohr zur Verhinderung einer Grundwasserverschmutzung. Massstab 1:400

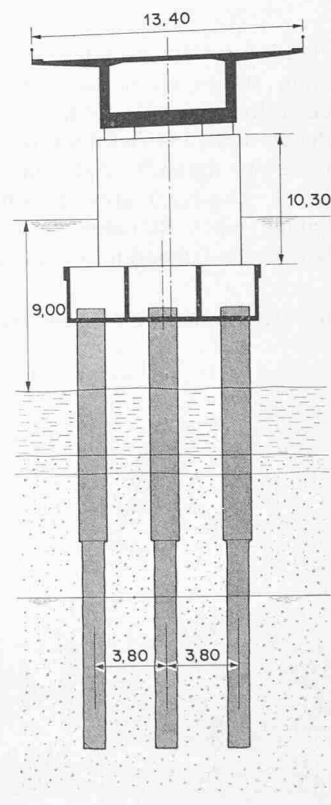
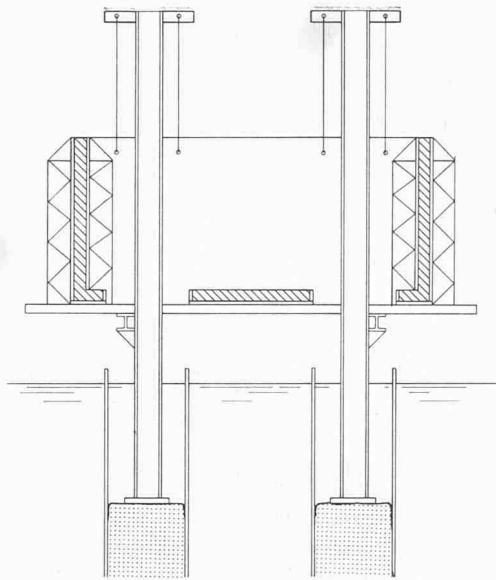


Bild 22. Neuenhof: Querschnitt Pfeiler mit Pfählen, 1:400

Bei der Pfahlherstellung muss der frischbetonierte Pfahlkopf gegen das Auswaschen durch das bewegte Wasser geschützt werden. Dies geschieht durch eine Schalung, welche am besten bis über den Wasserspiegel geführt wird, so dass der Pfahlkopf in beliebiger Höhe ausgebildet werden kann. Als Schalung dient ein Blechrohr, welches an der Pfahlschaftarmierung angeschweisst und mit dieser ins Pfahlrohr versetzt wird (Bild 14). Beim Rohrrückzug verbleibt das innere Rohr im Pfahl. Eine Verkleinerung des Schaftdurchmessers muss im oberen, freien Teil in Kauf genommen werden. Ist jedoch eine gewisse Stärke des den





Schalen und Betonieren des Fundamentkastens

Bild 23. Autobahnbrücke Neuenhof, Querschnitt Fundament: Schalen und Betonieren des Kastens

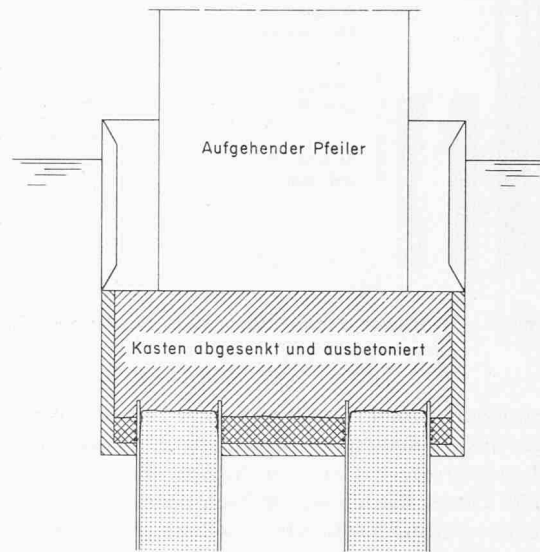
Pfahl umgebenden Stahlrohres erwünscht (zum Beispiel 10 bis 12 mm), so kann beim HW- oder ähnlichen Systemen das Bohrrohr im Boden belassen werden. Der Rohrrückzug erfolgt dann nur bis einige Meter unter UK Flusssohle (Bild 15).

Eine der ersten Ausführungen in der Schweiz nach dieser Methode war der Lungo-Lago von Ponte Tresa, ein Projekt des Ingenieurbüros Dr. G. Lombardi in Locarno (Bild 16). Die Eisenbetonbrücke mit Spannweiten von 6,80 m umfährt das Dorf seeseits. Die Brücke ruht auf 183 Pfählen  $\phi$  64 cm. Für den aufgehenden Teil der Pfähle fanden Blechmanschetten Verwendung, welche jeweils aus ästhetischen und wirtschaftlichen Gründen nach der Erhärtung des Betons unter Wasser entfernt und wiederverwendet wurden.

Besonders eindrücklich sind die Fundationsarbeiten für die beiden Autobahnbrücken über den Staubereich der Limmat bei Killwangen und Neuenhof. Bild 17 zeigt die Spannbetonbrücke von Killwangen, ein Projekt des Ingenieurbüros Dr. Ch. Menn, Chur. Die dreifeldrige Brücke ist aufgeteilt in vier gleiche Hohlkastenträger. Diese sind auf Querträgern mit je zwei HW-Pfählen  $\phi$  125 cm abgestützt. Die Pfahljoche tauchen nur wenig unter Normalwasserstand, so dass sich deren Ausführung sehr einfach gestaltete. Die Erstellung der Pfähle erfolgte von einer schwimmenden Batterie aus. Dazu eignet sich das HW-System besonders, da die Drehbewegung des Bohrrohres unabhängig vom Trägergerät erfolgt. Somit sind von der Schwimmbatterie keine horizontal angreifenden Kräfte aufzunehmen. Auf Bild 18 ist ein fertiger Pfahl mit der Anschlussarmierung für die Bankette und dem Schalungsrohr ersichtlich, nebst dem in Ausführung begriffenen Pfahl mit abgesenktem Bohrrohr. Als Schalungsrohre wurden in diesem Fall Abschnitte der Bohrrohre im Boden belassen. Diese binden rund 1,5 m in die Flusssohle ein, um bei der grossen freien Länge dem frischbetonierten Pfahl die notwendige Stabilität zu geben (Bild 19). Die maximale Pfahllänge beträgt 21,5 m, die Beanspruchungen 550 t Vertikal kraft und 110 mt Biegemoment.

Besondere Probleme stellten sich bei der Ausführung der Foundation für die Brücke Neuenhof (Bild 20). Einmal war die Wassertiefe bis zur ursprünglichen Flusssohle mit

Bild 24. Autobahnbrücke über die Limmat bei Neuenhof, Querschnitt Fundament: Abgesenkter Kasten



rund 13,5 m recht beträchtlich, zum ändern musste der Grundwasserverschmutzung höchste Beachtung geschenkt werden. Die Spannbetonbrücke, ein Projekt des Ingenieurbüros Weder & Prim & Fontana, Mitarbeiter J. Nenadov, Bern, überspannt in vier Feldern den Fluss. Die Pfeiler ruhen je auf sechs Pfählen  $\phi$  125 cm, mit einer zulässigen Nutzlast von 700 t pro Pfahl und maximalen Pfahlmomenten von 110 mt.

Die Untergrundverhältnisse sind die folgenden (Bild 21): Über der ursprünglichen Flusssohle hat sich eine rd. 4,5 m tiefe Schlammsschicht abgelagert. Der Untergrund besteht aus Kies, Sand und Silt. Etwa 6 m unter der Flusssohle befindet sich der Spiegel eines mächtigen Grundwasserstromes, welcher zur Trinkwasserversorgung der nähere Umgebung dient. Das verschmutzte Limmatwasser kann nicht ins Grundwasser eindringen, da der Schlamm das Bett vollkommen abdichtet. Diese Abdichtung wird bei der Pfahlherstellung teilweise zerstört. Insbesondere befürchtete man, dass durch die ständigen Bewegungen des Pfahlrohres beim Abteufen und Ziehen im Bereich der Schlammsschicht eine Wasserinfiltration ermöglicht würde. Um diese auszuschalten, wurde vorerst bei jedem Pfahl ein Schutzrohr  $\phi$  145 cm bis in die Flusssohle vorgetrieben (Phase 1). Die weitere Pfahlherstellung mit Rohren  $\phi$  125 cm erfolgte im Schutze dieses Rohres (Phase 2). Dadurch wurden die Bewegungen in der kritischen Zone auf ein Minimum beschränkt. Das Schutzrohr diente nach dem Rückzug des Bohrrohres zugleich als Schalung des Pfahles im Schlamm und freien Wasser (Phase 3). Durch diese Massnahmen konnte die Grundwasserverschmutzung, welche in allen Fassungen laufend überprüft wurde, auf ein Minimum beschränkt werden. Einzig bei den Pfeilern nahe am Ufer, wo die Schlammsschicht sehr dünn war, erfolgte eine Infiltration. Durch Zugabe von Bentonit, Sand und Opalinuston rund um das Bohrrohr konnte auch diese gemeistert werden.

Die Pfahlfundamente befinden sich mit ihrer Unterkante etwa 5,5 m unter Wasserspiegel (Bild 22). Trotzdem gestaltete sich die Ausführung der Bankette recht einfach. Ein Stahlgerüst, abgestützt auf die Betonpfähle und ver-



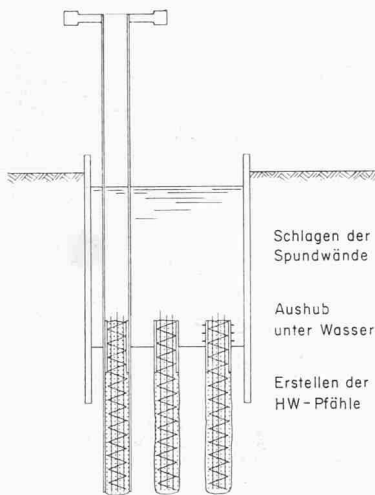


Bild 26

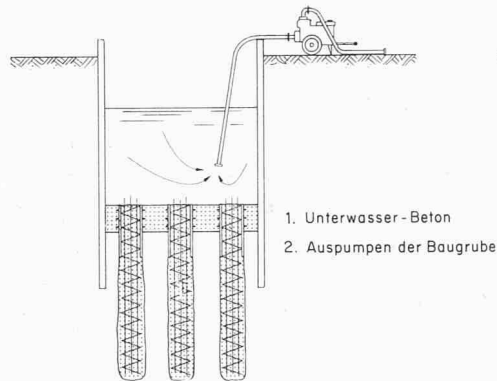


Bild 27

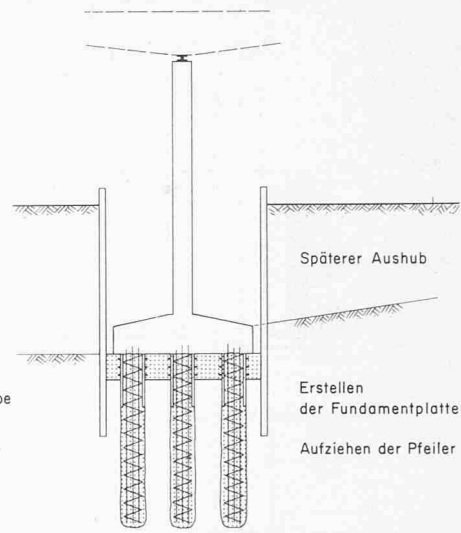


Bild 28

Bilder 26 bis 28. Bauphasen zur Erstellung eines Fundamentes in stark wasserführendem Baugrund (Schiffahrtsöffnungen im Seedamm von Melide)

sehen mit einer Absenkvorrichtung (Bild 23), diente vorerst als Träger einer Schalung zur Erstellung eines Betonkastens in Fundamentgrösse mit runden Aussparungen im Bereich der Pfähle. Dieser Kasten wurde nach dem Aufsetzen eines Blechmantels auf die gewünschte Tiefe abgesenkt (Bild 24). Nach dem Abdichten der Aussparungen und dem Einbringen einer Unterwasserbetonsohle konnte der Betonkasten ausgepumpt werden. Im Trockenem erfolgte dann die Betonierung des Pfahlfundamentes und des Pfeilers. Zum Schluss wurde der Blechmantel entfernt. Diese Methode, ausgeführt durch die Firma *Locher & Cie. AG* in Zürich in Zusammenarbeit mit den Firmen *Hebag AG* und *Losinger & Co AG*, Sektion Hebetchnik, ist äusserst rationell.

### Besondere Baumethoden

Durch die Wahl des Bauvorganges kann oft erheblich an Kosten gespart werden, wie die Ausführung des Verzweigungsbauwerkes der Autobahn bei Sargans zeigt (Bild 25). Projektverfasser ist das Ingenieurbüro *Frei & Krauer* in Rapperswil. Eine bestehende Autobahn soll durch eine andere unterfahren werden. Um das Lehrgerüst für die Brücke zu sparen, wurde vorerst nur soweit ausgehoben, als für die Schalung der Brücke erforderlich war.

#### I. Phase

Voraushub und Pfählung



#### 2. Phase

Brücke betonieren, auf provisorische Stahlstützen abstellen



#### 3. Phase

Aushub und definitive Stützen



Bild 25. Autobahnverzweigungsbauwerk bei Sargans; Bauphasen

Dann erstellte man die Bohrpfähle System DAG, wobei in die Pfeilerpfähle Stahlträger als provisorische Stützen einbetoniert wurden. Mit einer einfachen Hochbauschalung konnte die Brücke betoniert werden. Nach dem Aushub unter der fertigen Brücke erfolgte die Erstellung der definitiven Pfeiler. Diese Baumethode war äusserst wirtschaftlich und erbrachte eine Kosteneinsparung von rund 8 % der totalen Baukosten.

Ein ebenfalls vom wirtschaftlichen Standpunkt aus interessantes Detail der Ausführung zeigen die Bilder 26 bis 28. Es handelt sich um die Erstellung der Fundamente für die bereits erwähnten Brücken in Melide. UK-Pfahlbankett lag 6 m unter dem Wasserspiegel. Da die Durchlässigkeit des alten, geschütteten Dammkörpers wie auch des darunter liegenden Kiesel äusserst gross war, war an eine normale Wasserhaltung nicht zu denken. Daher wurden die Pfähle im Schutze eines Spundwandkastens nach erfolgtem Aushub unter Wasser erstellt. Mittels Blechmanschetten führte man die Bohrpfähle etwa 1 m über die Aushubkote. Zur Abdichtung der Baugrube wurde nun eine Unterwasserbetonsohle eingebracht. An den Pfahlmanschetten angeschweisste Rundeisen sorgten für die notwendige Haftverbindung. Nach dem Auspumpen der Baugrube konnten Fundament und Pfeiler im Trockenem betoniert werden.

Adresse des Verfassers: *R. Ledergerber*, dipl. Ing. ETH, Balsigrain 14, 3028 Spiegel b. Bern.

## Manifest zur Stadtplanung

DK 711.4

Es ist eine Tatsache, dass heute in einem zu frühen Zeitpunkt hinter verschlossenen Türen Entscheidungen zugunsten einer bestimmten Konzeption gefällt werden, die dann auf einen zu hohen Stand der Bearbeitung gebracht wird, um Jahre später, unter dem Druck der Zeit und der selbstgeschaffenen Sachzwänge, als einzig mögliche Lösung präsentiert zu werden. Diese Lösungen werden als endgültig angesehen und es soll mit ihnen ein Missstand ein- für allemal beseitigt werden. Wenn sich ihre Undurchführbarkeit und Sinnlosigkeit herausstellt, folgt die nächste endgültige Lösung. So entsteht eine Kette von Sachzwängen und Präjudizien, die eine Anpassung an die sich ändernden Bedürfnisse erschwert, wenn nicht überhaupt verhindert. Kein Wunder also, wenn die Bedürfnisse dann letzten Endes durch Sofortmassnahmen befriedigt werden müssen, ganz gleich, ob ein Plan vorhanden ist oder nicht.