

**Zeitschrift:** IABSE publications = Mémoires AIPC = IVBH Abhandlungen  
**Band:** 5 (1937-1938)

**Artikel:** Konsolidierungsarbeiten bei Brückenfundamenten  
**Autor:** Rodio, G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-6164>

### **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:** 21.07.2025

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

# KONSOLIDIERUNGSARBEITEN BEI BRÜCKEN- FUNDAMENTEN.

LA CONSOLIDATION DES FONDATIONS DE PONTS.

THE CONSOLIDATION OF BRIDGE FOUNDATIONS.

Dr. h. c. G. RODIO, Ingénieur-Conseil, Mailand \*).

## I. Einleitung.

Obschon die Konsolidierung schadhafter Foundationen zu den interessantesten Arbeiten gehört, ist in der Fachwelt die Kenntnis der dabei angewandten oder möglichen Arbeitsmethoden und Verfahren noch recht mangelhaft. Dies ist leicht zu erklären, da einerseits der Betroffene gewöhnlich kein großes Interesse hat, die Aufmerksamkeit der Techniker auf sein Pech zu lenken und andererseits der Fachmann seine Spezialverfahren und „tour de mains“ gerne mit einem diskreten Schleier umhüllt.

Aus meiner langjährigen Praxis als Berater verschiedener Spezialfirmen und Urheber einiger Sonderverfahren werde ich nachfolgend einzelne Fälle der Konsolidierung bestehender Brückenfundamente anführen.

Konsolidierungsarbeiten bei Brückenfundamenten sind notwendig:

1. Bei schlechtem Baugrund, d. h. wenn die Brücke auf zu wenig tragfähigem Boden fundiert wurde. Solche Gründungen kommen vor, wenn ungenügend Sondagen ausgeführt, die Tragfähigkeit des Bodens falsch bestimmt, oder die Setzungen nicht richtig berücksichtigt werden.
2. Bei zu wenig tiefen Gründungen, die wohl auf tragfähigem Boden stehen, jedoch der Gefahr der Auskolkung ausgesetzt sind. Solche Foundationen findet man häufig, da oft die Kolkwirkung eines abnormalen Hochwassers nicht genügend berücksichtigt wird.
3. Bei Verstärkung des Verkehrs.

Die Art der Konsolidierung hängt sowohl von der Beschaffenheit des Bauwerkes und seiner Fundierungen, den Arbeitsmöglichkeiten um und unter denselben, als auch von der geologischen, chemischen und physikalischen Struktur des Bodens ab.

Brückenfundamente können folgendermaßen konsolidiert werden:

1. Durch Übertragung der vertikalen und schrägen Kräfte auf tiefer liegende, tragfähigere Schichten, sei es
  - a) durch vertikale und schräge Pfähle,
  - b) durch Konsolidierung des unter dem alten Fundament liegenden Bodens mittels Zement, chemischen Injektionen oder elektro-chemischer Verfestigung usw.
2. Zu den eigentlichen Unterfangungsarbeiten kommen fast immer noch Maßnahmen zum dauernden Schutz der Fundamente gegen Auskolkung hinzu. Am zweckmäßigsten erweisen sich Spundwände aus tangierenden

\*) Freier Vortrag, gehalten am 2. Kongreß der I. V. B. H., Berlin, Oktober 1936.

Bohrpfählen Mann an Mann. In geeigneten Fällen genügt die Injektion des Bodens unter dem alten Fundament, wodurch eventuell eine Verbreiterung der Fundamentbasis und eine Verminderung der Bodenpressung erzielt wird.

## II. Beschreibung verschiedener Brückenkonsolidierungen.

### 1. Fortezzabrücke über den Arno bei Pisa (Italien).

Diese Brücke wurde im Jahre 1262 begonnen und 1286 beendet. 1328 wurde sie teilweise zerstört, um die angreifenden Scharen Ludwig des Bayern auf seinem Feldzug gegen Papst Johann XXII. aufzuhalten. 1399 wurde sie wiederum in Mauerwerk aufgebaut. Sie trotz seit über 500 Jahren den oft bedeutenden Hochwassern des Arno. Die vier Bogen haben lichte Weiten von 18.60 bis 20.40 m und bestehen aus Ziegelmauerwerk; die Pfeiler aus Quadermauerwerk sind scheinbar auf eine durch hölzerne Spundwand geschützte Steinschüttung fundiert (Fig. 1).

Da durch die Auflandung an der Mündung des Arno das Flußgefälle im Laufe der Zeiten abgenommen hat, ist heute das Hochwasser in der Gegend

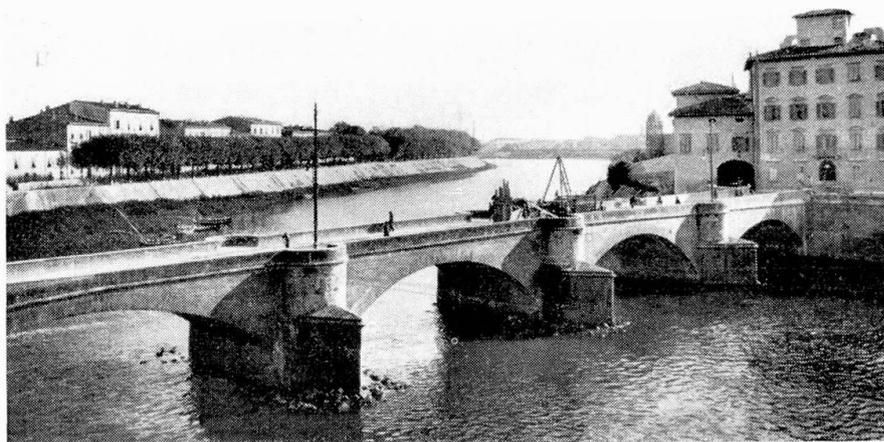


Fig. 1.

Ansicht der Fortezza-Brücke über den Arno. Pisa (Italien).  
 Vue du pont Fortezza sur l'Arno. Pise (Italie).  
 View of the Fortezza Bridge over the Arno. Pisa (Italy).

von Pisa höher als zuvor. Dieser Umstand und das Bestreben, ein möglichst freies Abflußprofil zu erhalten, verbunden mit der Notwendigkeit, diesen ehrwürdigen Zeugen einer glanzvollen Kulturperiode zu erhalten, haben zu interessanten Unterfangungsarbeiten geführt.

Vor allem wird das alte Mauerwerk der Pfeiler und Widerlager durch Zementinjektionen regeneriert. Sodann werden mittels einer großen Schrotbohrmaschine die Verankerungen für die Bohrpfähle im Mauerwerk der Pfeiler und Widerlager geschaffen (Fig. 2). Die Bohrpfähle selbst werden in eine Sandschicht von praktisch unbegrenzter Mächtigkeit gestellt (Fig. 3) und mit dem alten Mauerwerk verankert. Die Fundamente werden somit verstärkt und verlängert; die Kräfte werden unter Umgehung der Tonschicht (Durchbohrung) durch Pfähle auf die untere widerstandsfähige Sandschicht übertragen.

Der Bauausführung ging naturgemäß eine eingehende geotechnische Studie in meinem Erdbaulaboratorium voraus.

## 2. Brücke über den Isonzo der Linie Portogruaro-Bivio-S. Polo (Italien).

Die Brücke ist eine stählerne Eisenbahnbrücke über sieben Öffnungen von je 50 m Stützweite deren Pfeiler 1892 erbaut wurden; sie wurde während des Weltkrieges gesprengt und nachher wieder aufgebaut. Bei drei Pfeilern wurden große Kolkwirkungen beobachtet, die 1931 eine Sicherung nötig machten. Konsolidiert wurde folgendermaßen:

Um die bestehenden Pfeiler wurden Spundwände aus tangierenden Bohrpfählen Mann an Mann von 7,5 m Länge errichtet. Die Pfahlköpfe wurden durch einen im alten Mauerwerk verankerten Eisenbetonbalken verbunden. Um ein Ausweichen des eingeschlossenen Erdkörpers — Sand und Kies — auszuschalten, wurde er mit Zement injiziert, wodurch eine kolksichere Tieferlegung der bestehenden Gründung erreicht wurde (Fig. 4, 5, 6).

## 3. Brücke über den Stura der Linie Turin-Mailand (Italien).

Es handelt sich hier um eine zweigeleisige Eisenbahnbrücke, bestehend aus kontinuierlichen, stählernen Vollwandträgern über sechs Öffnungen von je 19 m (Fig. 7). Auswaschungen und damit verbundene Setzungen machten eine Konsolidierung der fünf Pfeiler notwendig.

Nach Entfernung der Umfassungsquader der Pfeilerfundamente wurde eine Spundwand aus Bohrpfählen Mann an Mann errichtet und der dazwischenliegende Erdkörper — Schotter und Kies — mit Zement injiziert, d. h. gleich vorgegangen wie bei der vorhin besprochenen Brücke über den Isonzo (Fig. 8).

## 4. Brücke über den Vibrata bei Ancona (Italien).

Die zweigeleisige Eisenbahnbrücke aus Mauerwerk besteht aus vier Öffnungen von je 14 m ideeller Stützweite; die Fundamente mußten infolge großer Auskolkungen konsolidiert werden.

Wegen der relativ kleinen Entfernung von Pfeiler zu Pfeiler wurde hier nicht jeder einzelne Pfeiler für sich durch eine Spundwand geschützt, sondern



Fig. 2.

Durchbohrung eines Pfeilers der Fortezza-Brücke über den Arno. Pisa (Italien) — Forage d'une pile du Pont Fortezza sur l'Arno. Pise (Italie) — Perforing of a pillar of the Fortezza Bridge over the Arno. Pisa (Italy).

durch das ganze Flußbett oberhalb und unterhalb der Brücke eine Spundwand aus Bohrpfählen Mann an Mann erstellt und zum Schutz der dazwischenliegenden Fluß-Sohle über diese eine Betondecke gelegt.

### 5. Brücke über den Orba bei Predosa (Italien).

Es handelt sich hier um eine im Jahre 1860 erbaute Mauerwerksbrücke über fünf Öffnungen mit einer totalen Länge von 100 m (Fig. 9). Auskolkungen und daraus sich ergebende Setzungen machten eine Konsolidierung notwendig.

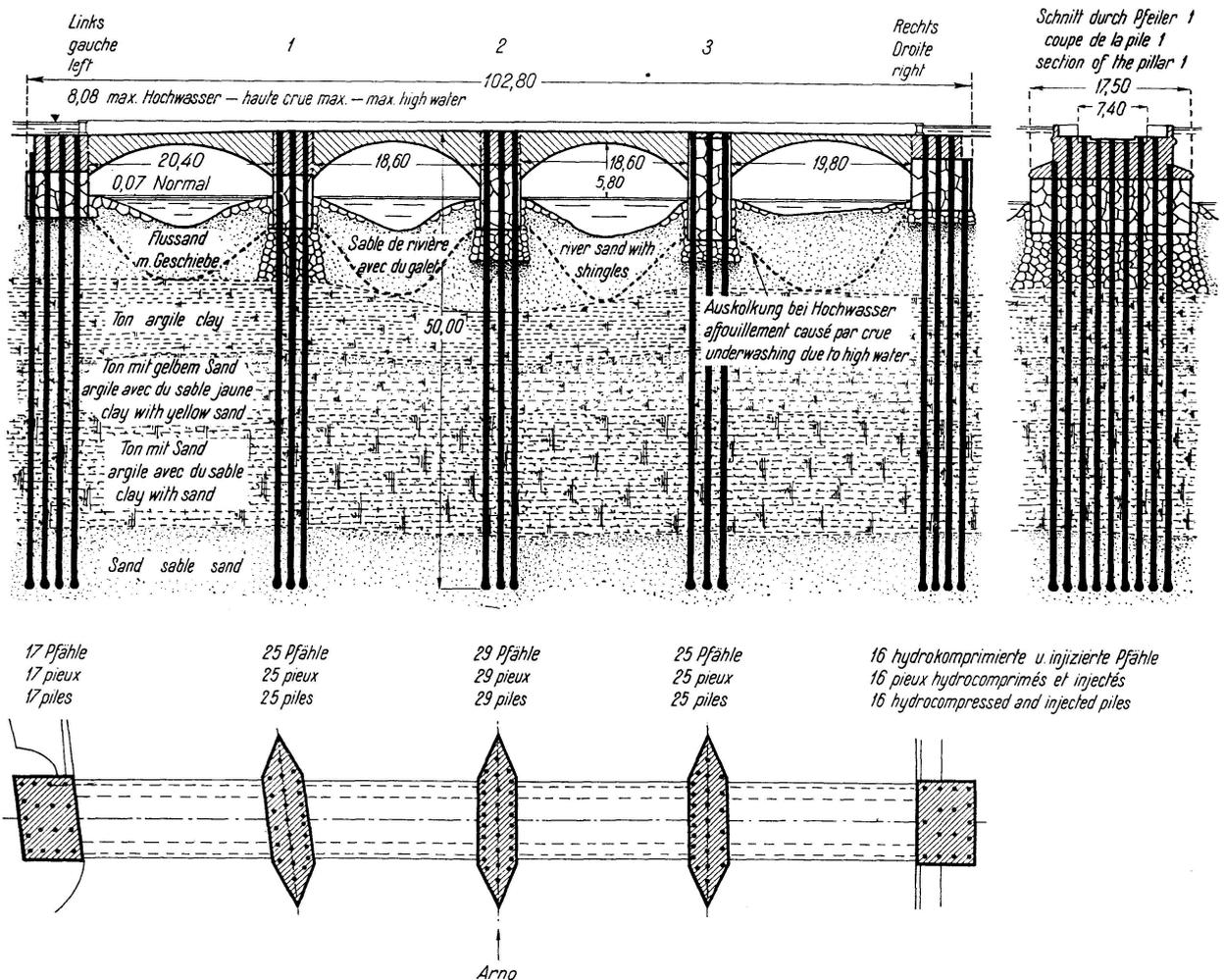


Fig. 3.

Längsschnitt durch die Fortezza-Brücke über den Arno. Pisa (Italien).

Coupe longitudinale du Pont Fortezza sur l'Arno. Pise (Italie).

Longitudinal section of the Fortezza Bridge over the Arno. Pisa (Italy).

Widerlager und Pfeiler wurden durch offene Eisenbeton-Caissons gegen weitere Auskolkung geschützt, die Kräfte durch Bohrpfähle auf tieferliegende Schichten übertragen. Die gute Verbindung des alten mit dem neuen Mauerwerk wurde durch 40 mm starke Zugstangen sichergestellt und durch weitgehende Zementinjektionen vervollständigt (Fig. 10).

Die Risse in den Gewölben wurden quer durchbohrt, mit Eiseneinlagen genäht und injiziert.

## 6. Viadukt von Vara (Italien).

Der Viadukt wurde 1914 bis 1915 aus Mauerwerk erbaut (Fig. 11). Er besitzt fünf Öffnungen von je 15 m lichter Weite. Durch den seitlichen Schub einer neu angelegten Deponie wurde die Basis zweier Hangpfeiler verschoben.

Da der Boden aus Kalkstein besteht, beschränkte man sich auf Injektion der Risse in den Pfeilern und Gewölben und erhöhte die Steifigkeit der ganzen Konstruktion durch Entlastungsbögen aus Eisenbeton (Fig. 12).

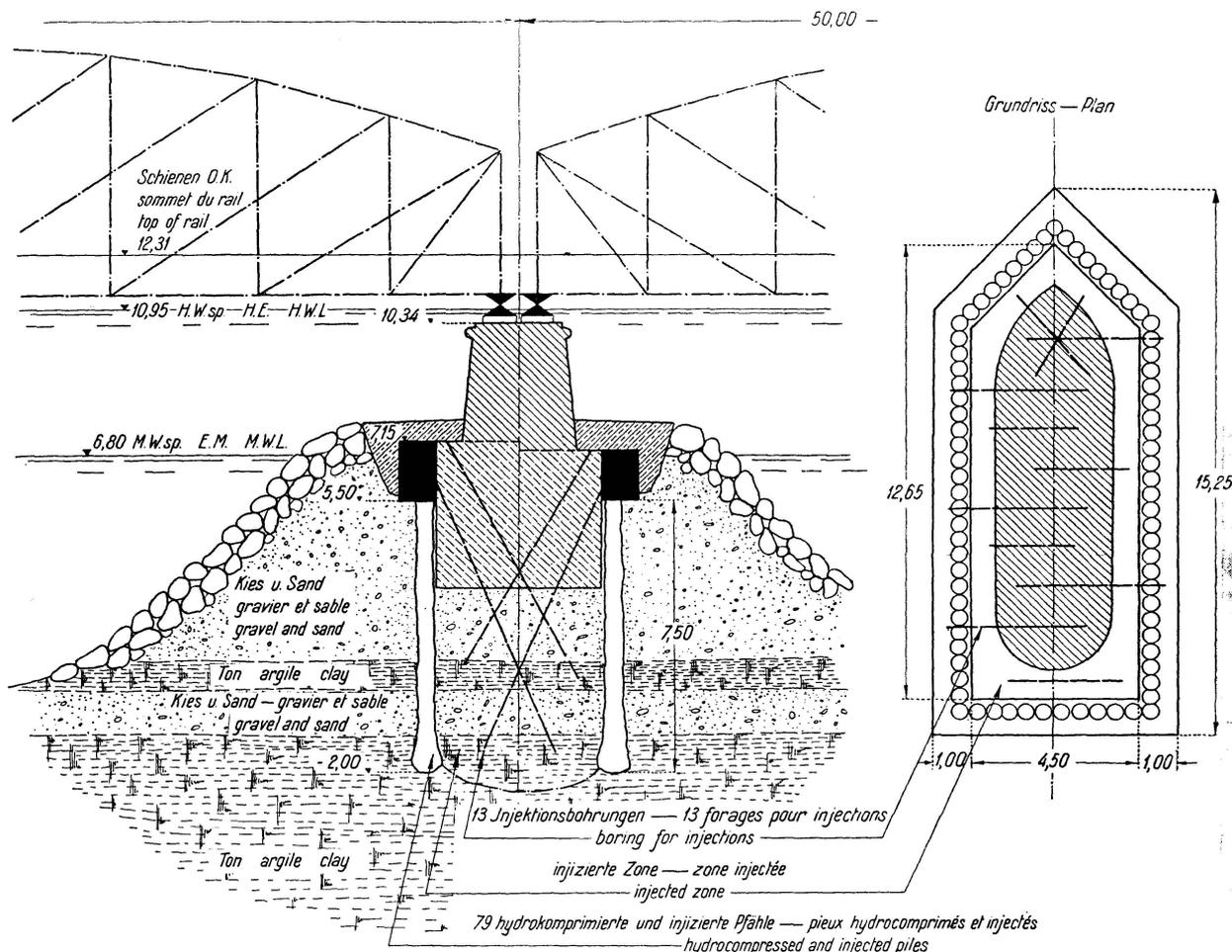


Fig. 4.

Schnitt durch einen Pfeiler der Brücke über den Isonzo (Linie Portogruaro-S. Polo) (Italien) — Section d'une pile du Pont Fortezza (Ligne Portogruaro-S. Polo) (Italie)  
— Section of a pillar of the Fortezza Bridge (Line Portogruaro-S. Polo) (Italy).

## 7. Brücke über den Wildbach Ombrone bei Carmignano (Italien).

Die Brücke wurde im Jahre 1914 erbaut. Sie ist eine stählerne Fachwerkbrücke von 29 m Stützweite. Infolge des Erddruckes und der ungenügenden Fundierung des linken Widerlagers ist dasselbe abgerutscht. Die Risse im Mauerwerk sind in Fig. 13 ersichtlich. Für die Konsolidierung wurden drei verschiedene Lösungen vorgeschlagen (Fig. 14):

Der Erddruck auf das Widerlager wird:  
beim Projekt A: durch eine Ankerplatte aufgenommen,

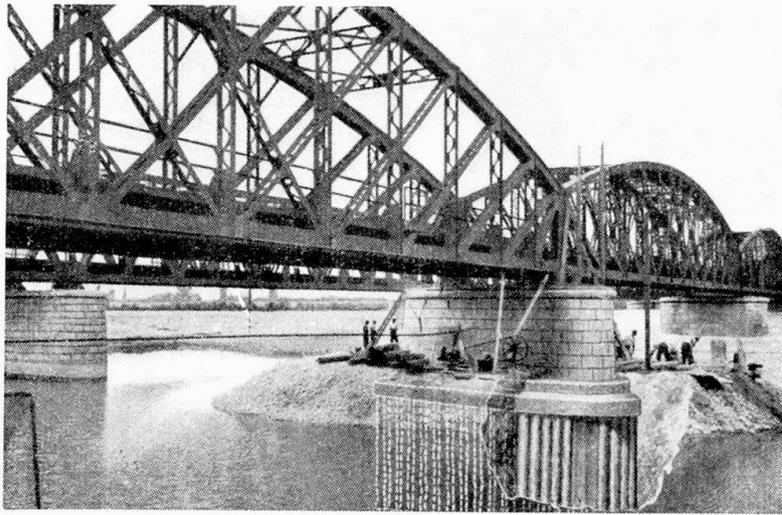


Fig. 5.

Brücke über den Isonzo der Linie Portogruaro-S. Polo (Italien) Spundwand aus Bohrpfählen Mann an Mann — Pont sur l'Isonzo de la ligne Portogruaro-S. Polo (Italie). Palplanches par pieux jointifs — Bridge over the Isonzo of the line Portogruaro-S. Polo (Italy). Sheet Piling of piles moulded in the ground.

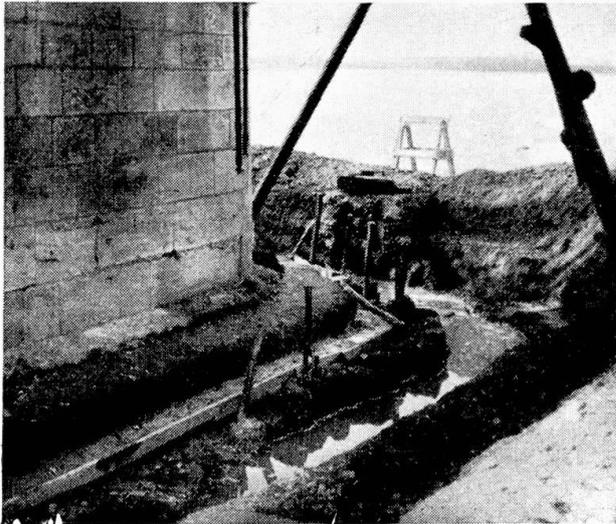


Fig. 6.

Brücke über den Isonzo der Linie Portogruaro-S. Polo (Italien). Pfahlköpfe der Spundwand aus Bohrpfählen Mann an Mann.

Pont sur l'Isonzo de la ligne Portogruaro-S. Polo (Italie). Têtes de pieux des palplanches.

Bridge over the Isonzo of the line Portogruaro-S. Polo (Italy). Pile heads of the sheet piling of piles moulded in the ground.



Fig. 7.

Brücke über den Stura der Linie Turin-Mailand (Italien).  
Pont sur le Stura de la ligne Turin-Milan (Italie).  
Bridge over the Stura of the line Turin-Milano (Italy).

beim Projekt B: durch eine Entlastungskonstruktion aus Eisenbeton ausgeschaltet,

beim Projekt C: durch Schrägpfähle auf tiefere Schichten übertragen.

Die vertikalen Kräfte werden durch Bohrpfähle auf tiefer gelegene, widerstandsfähige Schichten, die nicht mehr der Auskolkung ausgesetzt sind, übertragen.

Zur Ausführung gelangt der Billigkeit halber das Projekt C.

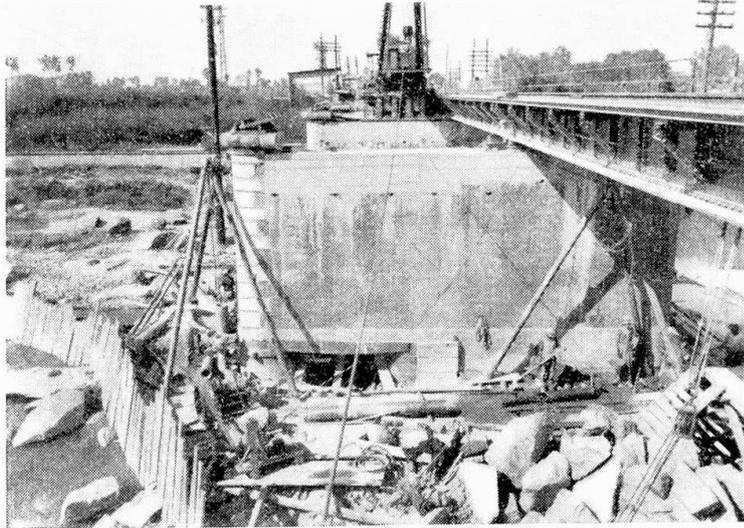


Fig. 8.

Brücke über den Stura der Linie Turin-Mailand (Italien). Erstellung der Spundwand aus Bohrpfählen Mann an Mann — Pont sur le Stura de la ligne Turin-Milan (Italie). Construction des palplanches par pieux forés — Bridge over the Stura of the line Turin-Milano (Italy). Construction of the sheet piling with piles moulded in the ground.

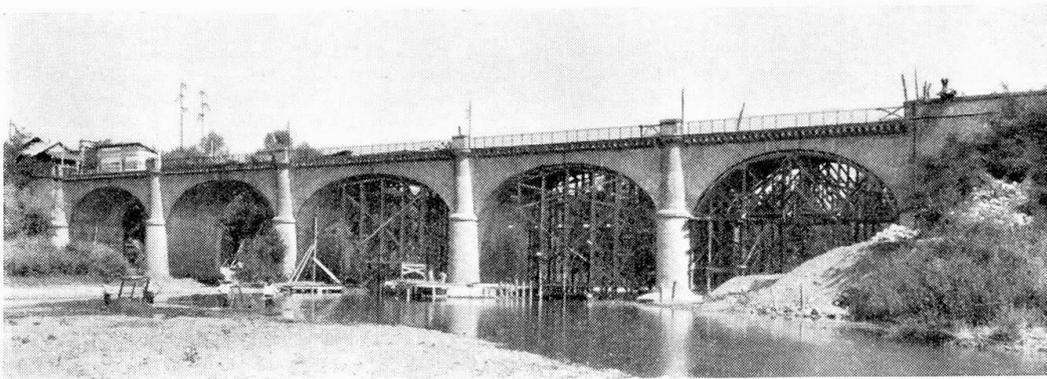


Fig. 9.

Brücke über den Orba bei Predosa (Italien).  
Pont sur l'Orba près de Predosa (Italie).  
Bridge over the Orba near Predosa (Italy).

#### 8. Brücke von Portail bei Châlon-sur-Saône (Frankreich).

Die Brücke hat eine Länge von 26 m, eine Fahrbahnbreite von 5,5 m und zwei Gehwege von je 1 m Breite. Sie besteht aus zwei einfachen Eisenbetonbalken.

Während eines heftigen Hochwassers wurde der Mittelpfeiler, der auf Holzpfählen ungenügend tief fundiert war, unterspült und senkte sich um 47 cm (Fig. 15). Die Konsolidierungsarbeiten sind zur Zeit noch im Gange und werden durch die Firma Sondages, Etanchements, Consolidations, S. A., Paris, ausgeführt.

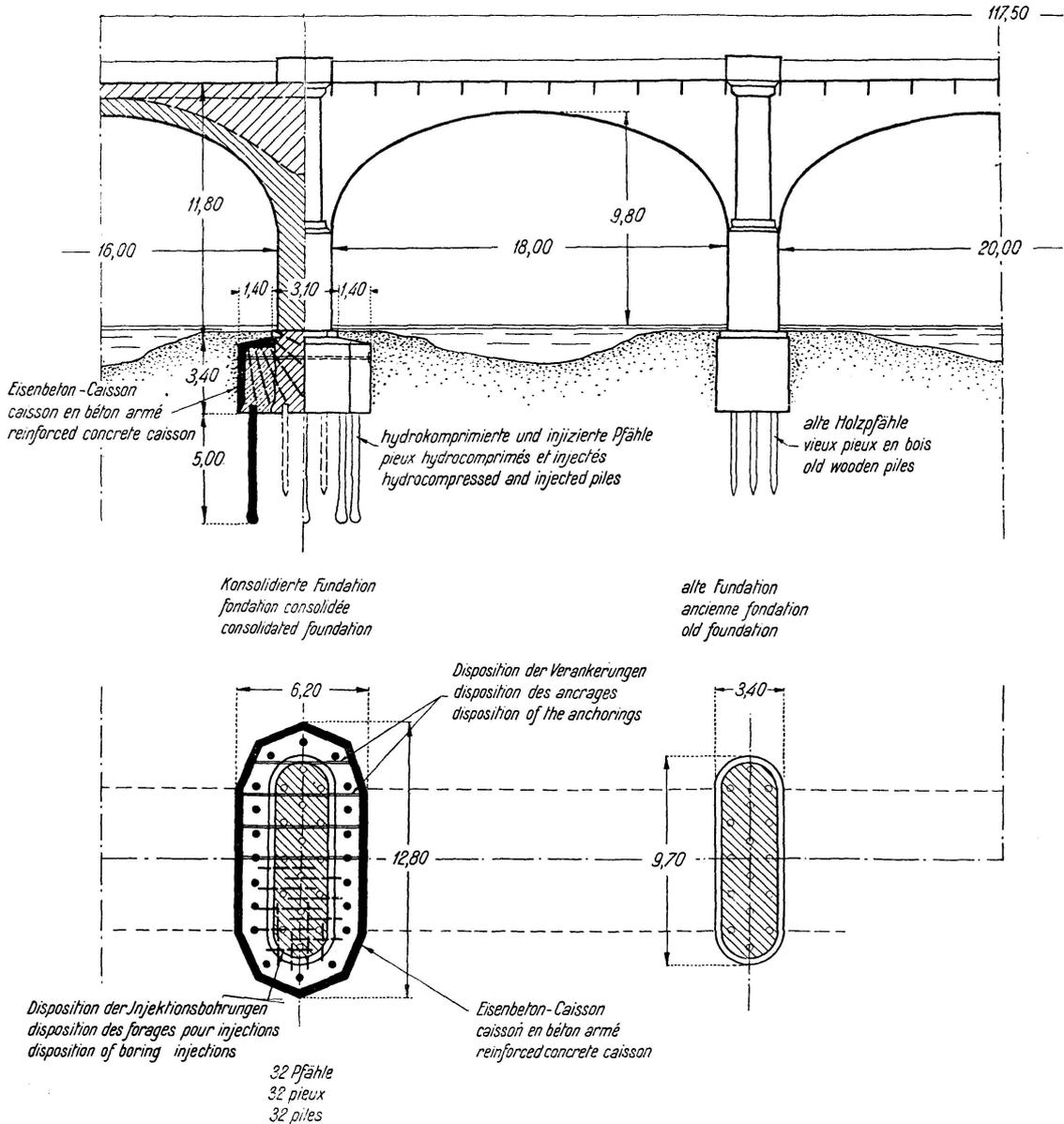


Fig. 10.

Brücke über den Orba bei Predosa (Italien).

Pont sur l'Orba près de Predosa (Italie).

Bridge over the Orba near Predosa (Italy).

Es wird folgendermaßen vorgegangen:

Von der Fahrbahntafel aus werden links und rechts des alten Pfeilers je zwei Bohrpfähle erstellt, die 8,5 m in den Boden hineinreichen, die Pfahlköpfe mit Eisenbetonbalken verbunden, die Brücke mit hydraulischen Pressen auf ihre alte Höhe gehoben, der alte Mittelpfeiler gesprengt und die Brückenbalken mit Hilfe einer Eisenbetonkonstruktion auf die vier Pfähle abgestellt (Fig. 16).

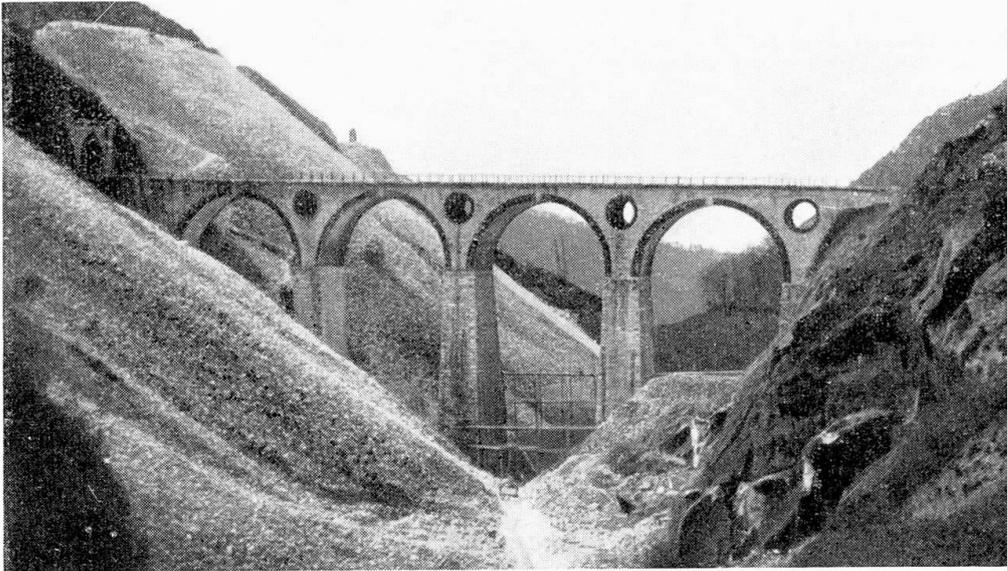


Fig. 11.

Ansicht des Viaduktes von Vara (Italien) vor der Konsolidierung.  
Vue du viaduc de Vara (Italie) avant la consolidation.  
View of the viaduct of Vara (Italy) before consolidation.

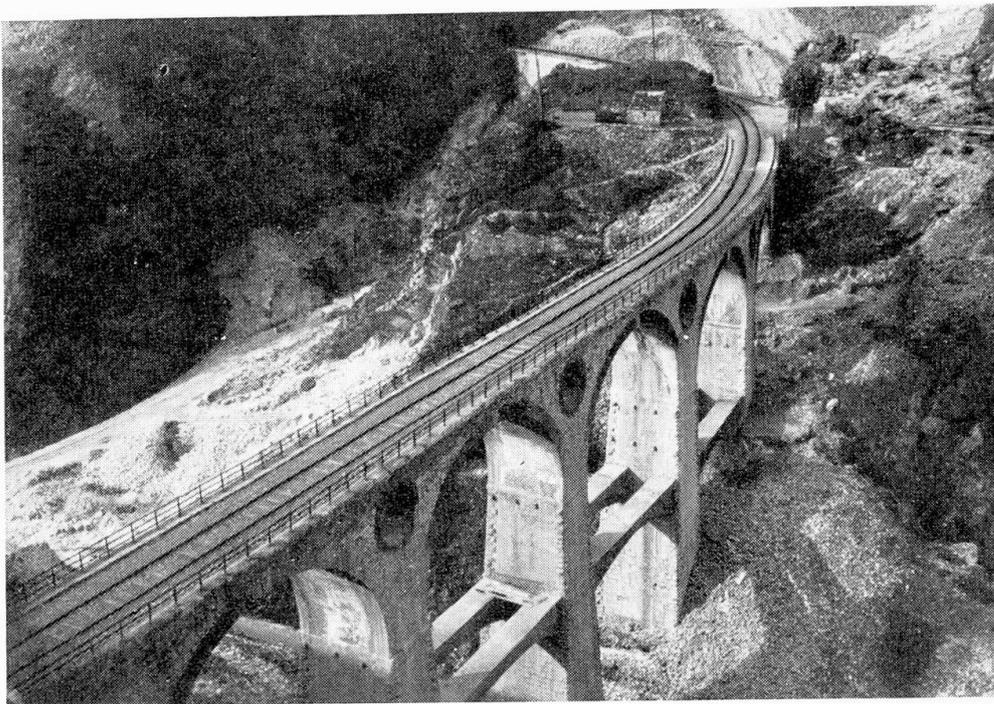


Fig. 12.

Viadukt von Vara (Italien) nach der Konsolidierung.  
Viaduc de Vara (Italie) après consolidation.  
Viaduct of Vara (Italy) after consolidation.

Die Lösung mittels gebohrten Ortspfählen war hier besonders nahe-  
liegend, da die komplette Installation für die Arbeiten auf der Brücke Platz  
fand und kein Grubenabschluß durch Spundwände usw. notwendig war.

#### 9. Hängebrücke von Condrieu über die Rhône (Frankreich).

Die alte Hängebrücke von Condrieu besitzt zwei Öffnungen von rund  
100 m Länge, die Fahrbahn liegt etwa 12 m über dem Mittelwasserspiegel  
(Fig. 17). Beginnende Unterkolkung des nur ca. 6 m tief in Kies und Sand  
fundierten Mittelpfeilers und Umbau der Brücke für die Aufnahme einer  
breiteren Fahrbahn und entsprechend größeren Lasten bedingten im Jahre  
1935—36 eine Konsolidation dieses Pfeilers.

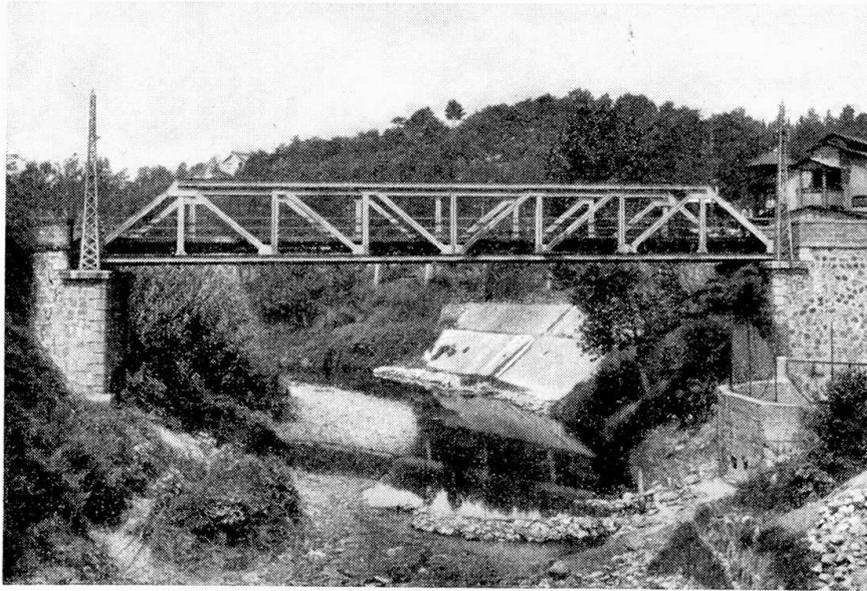


Fig. 13.

Brücke über den Wildbach Ombrone bei Carmignano (Italien). Ansicht.  
Pont sur le torrent Ombrone près de Carmignano (Italie). Vue.  
Bridge over the torrent Ombrone near Carmignano (Italy). View.

Konsolidiert wurde folgendermaßen:

Der Pfeiler wurde mit einer 11 m tiefen Larssen-Spundwand umringt,  
der Erdkörper zwischen der Spundwand mit Zement injiziert. Die Funda-  
mentsohle wurde dadurch um 5 m vertieft und die tragende Fläche von 118  
auf 162 m<sup>2</sup> erhöht (Fig. 18). Das Schlagen der Spundwände bereitete wegen  
der vielen großen Blöcke außerordentliche Schwierigkeiten, sodaß auch hier  
wie bei den früher besprochenen Konsolidierungsarbeiten eine Spundwand  
aus Bohrpfeilen in technischer und finanzieller Hinsicht vorteilhafter ge-  
wesen wäre.

#### 10. Brücke über die Macta der Linie Oran-Kénadza (Algerien).

Die Brücke ist eine eingeleisige Eisenbahn-Fachwerkbrücke mit einer  
Spannweite von 35 m. Unterkolkungen des rechten Widerlagers während  
des heftigen Hochwassers von 1927, welches das Stauwehr von Oued Fergoug

zum Einsturz brachte, hatten Senkungen desselben und Risse im Mauerwerk zur Folge. Anfänglich wurde die Brücke auf ein provisorisches Joch abgestützt; als jedoch die Verkehrslasten im Jahre 1934 vergrößert wurden, mußte konsolidiert werden (Fig. 19).

Das Widerlager, das stromabwärts eingesunken war und schief stand, wurde mit einer Spundwand von Bohrpfehlen Mann an Mann umgeben und in horizontale Lage gebracht. Zu diesem Zweck unterkolkte man einerseits

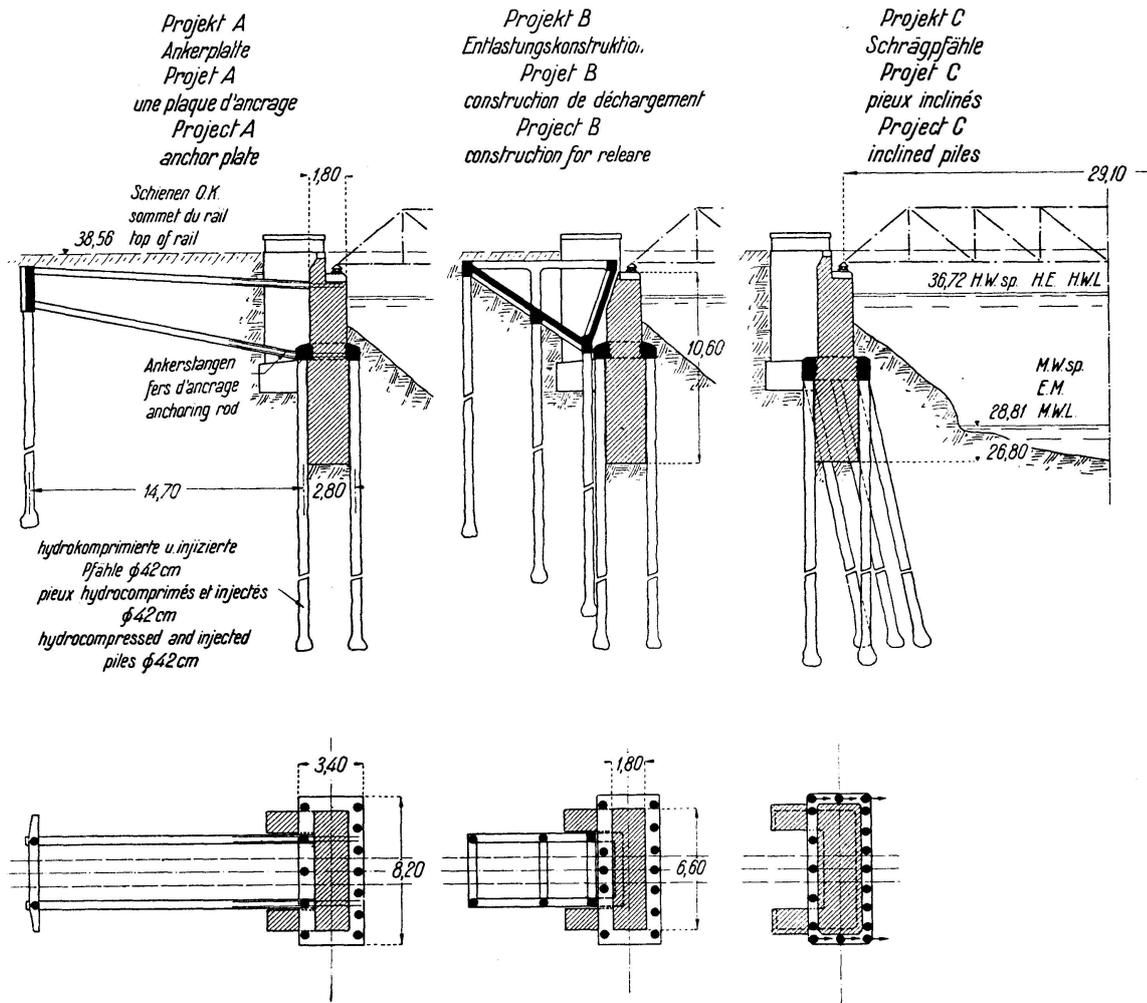


Fig. 14.

Brücke über den Wildbach Ombrone bei Carmignano (Italien). Konsolidierungsprojekte.

Pont sur le torrent Ombrone près de Carmignano (Italie). Projets de consolidation.

Bridge over the torrent Ombrone near Carmignano (Italy). Consolidation projects.

den stromaufwärts liegenden Fundamentteil mittels Bohrlöffel und bohrte überdies in die Widerlagermauer zwei sehr geneigte Löcher. In eines derselben führte man eine Röhre ein und emulsierte das Terrain unter Fundamentsohle mit komprimierter Luft, so daß es durch das zweite Loch entwich. Dank dieser beiden Verfahren senkte sich die Widerlagermauer langsam gegen stromaufwärts, bis sie auf einer vorbereiteten Keilunterlage aufruhete und die Oberkante vollkommen horizontal war. Die Verbindung zwischen Pfahlköpfen und Widerlager wurde mit einem gut armierten Eisenbetonbalken hergestellt, der im Widerlager verankert wurde. Der ausgekolkte

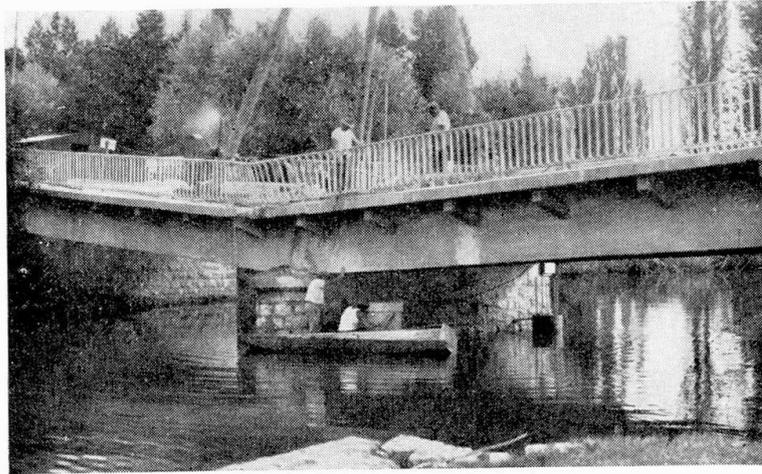


Fig. 15.

Brücke von Portail bei Chalon-sur-Saône (Frankreich). Unterspülter Mittelpfeiler.  
 Pont de Portail près de Chalon-sur-Saône (France). Pile centrale affouillée.  
 Bridge of Portail near Chalon-sur-Saône (France). Underwashed central pillar.

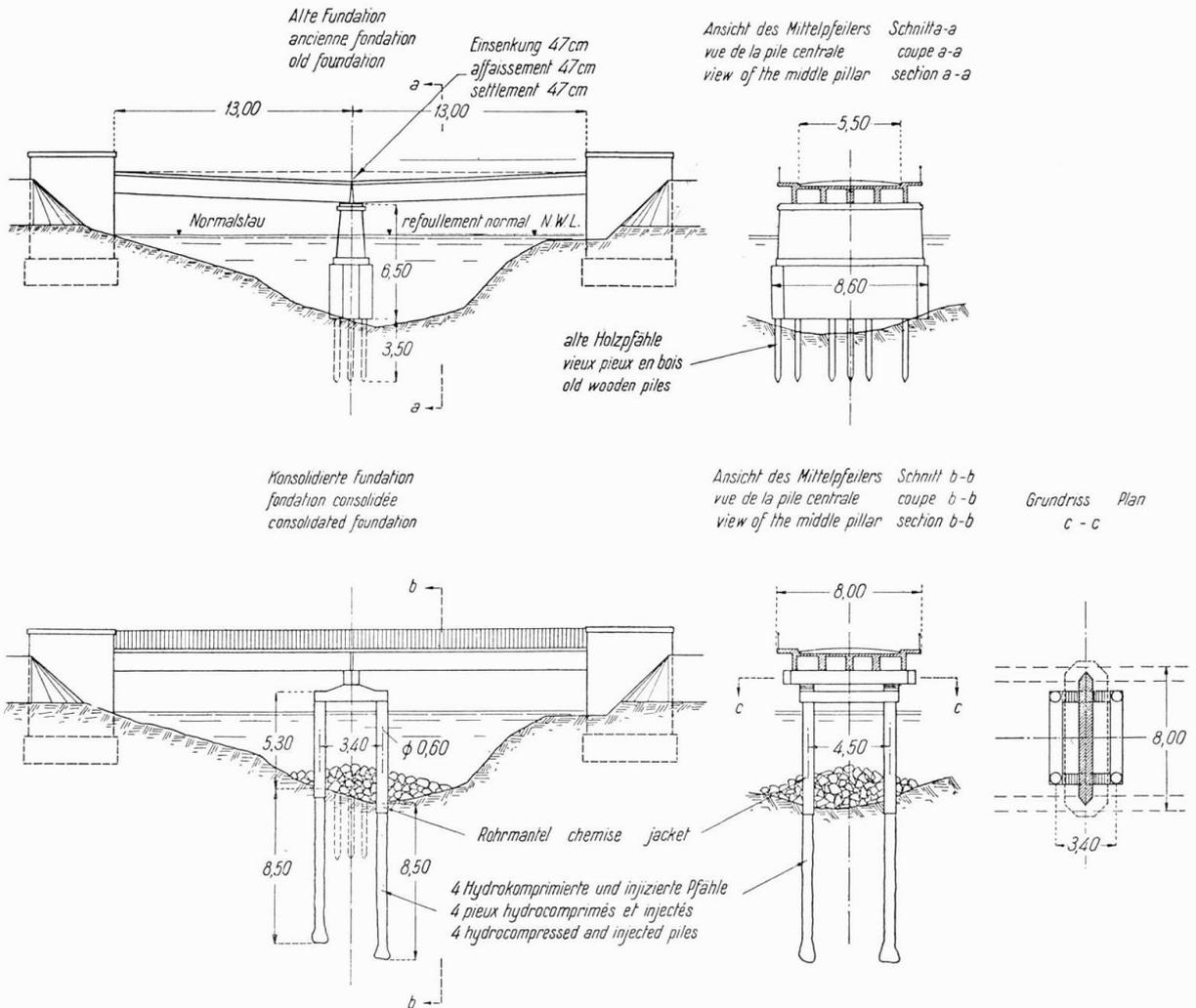


Fig. 16.

Brücke von Portail bei Chalon-sur-Saône (Frankreich). Konsolidierung.  
 Pont de Portail près de Chalon-sur-Saône (France). Consolidation.  
 Bridge of Portail near Chalon-sur-Saône (France). Consolidation.

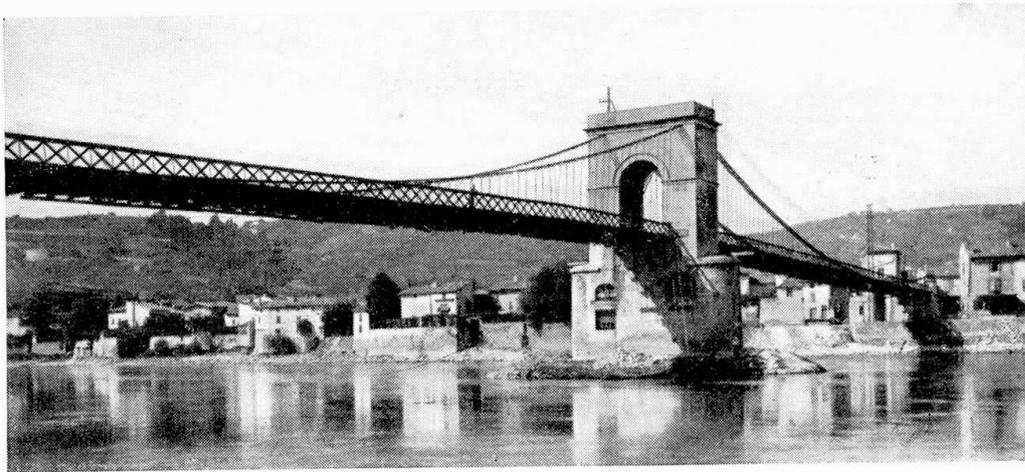


Fig. 17.  
Hängebrücke von Condrieu über die Rhône (Frankreich).  
Pont suspendu de Condrieu sur le Rhône (France).  
Hanging Bridge of Condrieu over the Rhône (France).

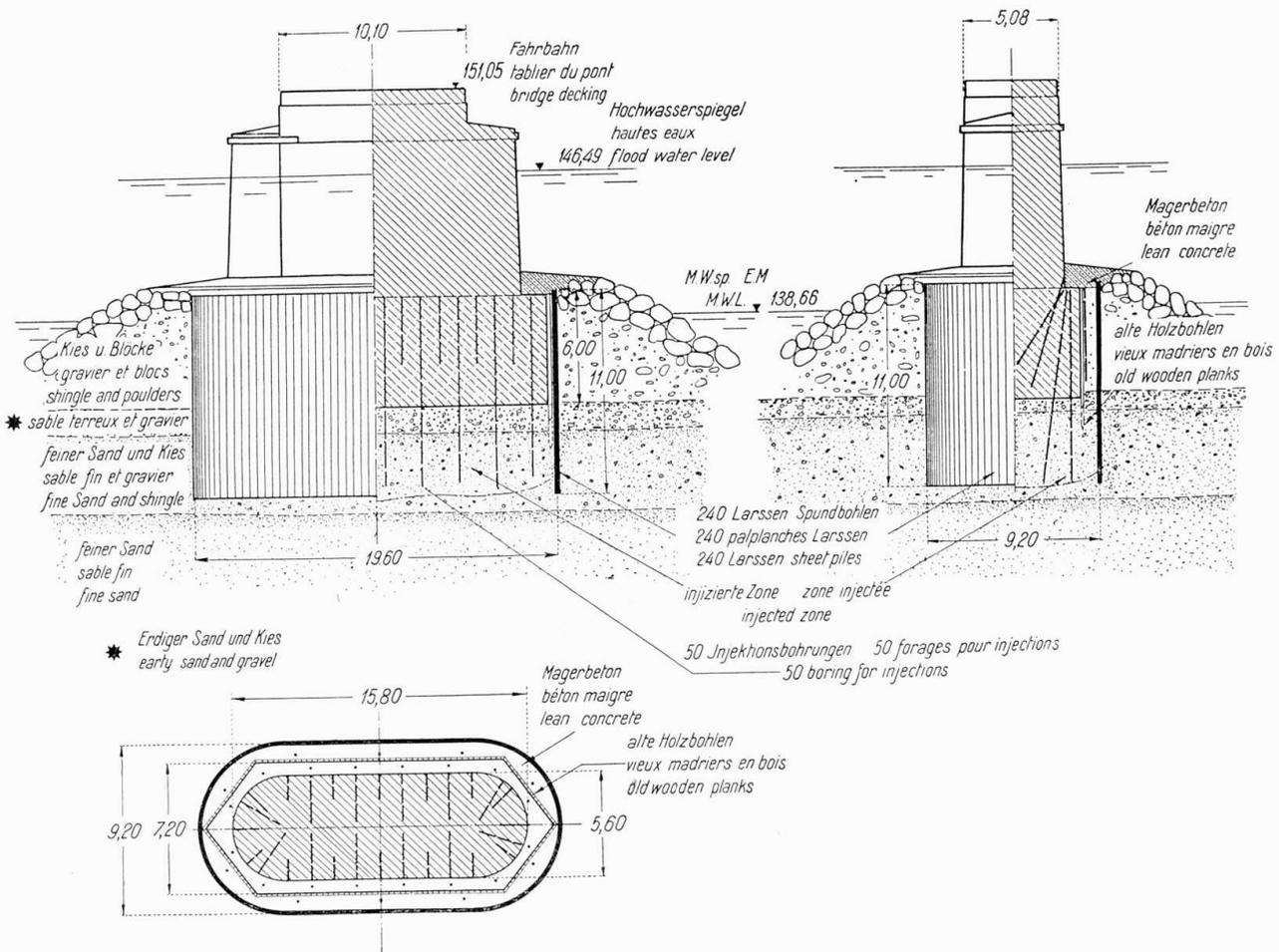


Fig. 18.  
Hängebrücke von Condrieu über die Rhône (Frankreich). Mittelpfeiler.  
Pont suspendu de Condrieu sur le Rhône (France). Pile centrale.  
Hanging Bridge of Condrieu over the Rhône (France). Central pillar.

Hohlraum unter dem Widerlager wurde mit Kies und Sand ausgefüllt und das ganze Terrain innerhalb der Spundwand mit Zement injiziert. Das Widerlager selbst ist durch Zugstangen und Injektionen verstärkt worden. Die Spundwand aus Bohrpfählen Mann an Mann hat hier zweierlei Funktion: erstens Schutz gegen Kolkung und zweitens tragende Funktion (Fig. 20).

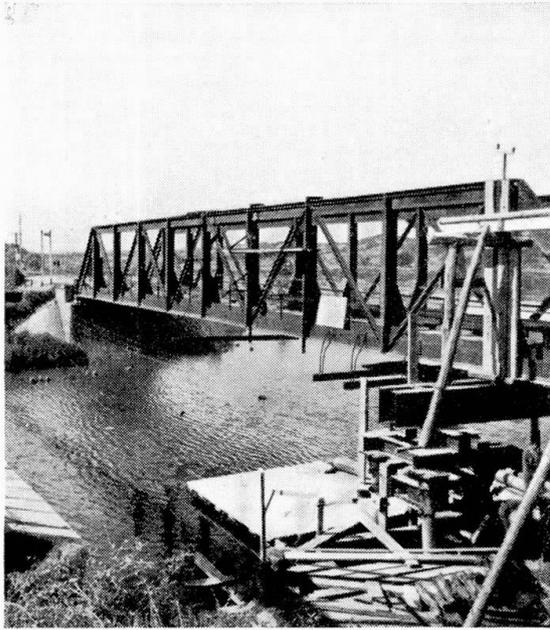


Fig. 19.

Brücke über die Macta der Linie Oran-Kénadza (Algerien) — Pont sur la Macta de la ligne Oran-Kénadza (Algérie) — Bridge over the Macta of the line Oran-Kénadza (Algeria).

Die Sondagen ergaben, daß der Pfeiler auf Schlamm fundiert war und daß der tragfähige Fels knapp 6 m unter Caisson-Schneide lag. Um sämtliche Auflagerkräfte auf tragfähigen Boden zu übertragen, wurden 54 vertikale und 10 geneigte Bohrpfähle von einem Durchmesser von 42 cm ausgeführt. Auf diesen ruht ein Eisenbetonbalken von 1,7 m Höhe. Die dar-

#### 11. Brücke von Pedrido über die Mündung des Betanzos (Spanien).

Die Brücke von Pedrido wurde im Jahre 1935 begonnen und ist heute noch im Bau. Die mittlere Öffnung von 75 m Spannweite soll durch einen Halbparabel-Bogen mit Zugband überbrückt werden, an den sich auf beiden Seiten Bogenbrücken mit ideellen Spannweiten von je 34 m anschließen.

Der schlecht fundierte linke Hauptpfeiler setzte sich während des Baues so stark, daß im Frühjahr 1936 raschmöglichst mit der Konsolidation begonnen werden mußte; es wurden Setzungen bis zu 1 cm pro Tag beobachtet. Der an den Pfeiler anschließende Bogen, von dem in Fig. 21 noch das Lehrgerüst sichtbar ist, mußte wieder abgebrochen werden.

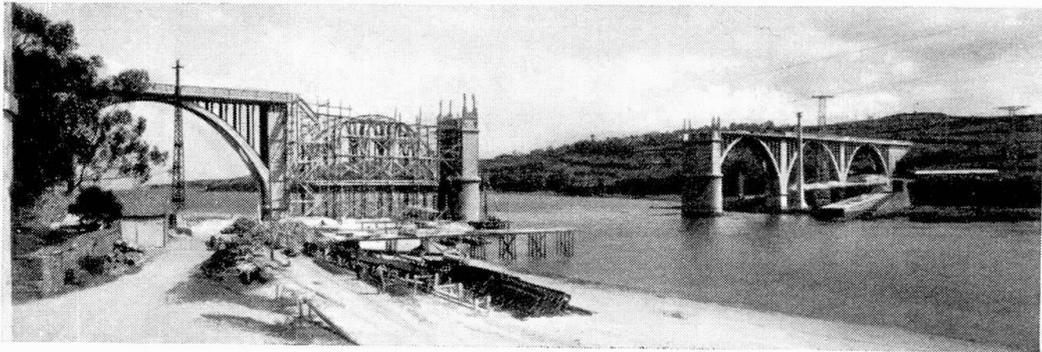


Fig. 21.

Brücke von Pedrido über die Mündung des Betanzos (Spanien).  
Pont de Pedrido sur l'embouchure du Betanzos (Espagne).  
Bridge of Pedrido over the mouth of the Betanzos (Spain).

Die Sondagen ergaben, daß der Pfeiler auf Schlamm fundiert war und daß der tragfähige Fels knapp 6 m unter Caisson-Schneide lag. Um sämtliche Auflagerkräfte auf tragfähigen Boden zu übertragen, wurden 54 vertikale und 10 geneigte Bohrpfähle von einem Durchmesser von 42 cm ausgeführt. Auf diesen ruht ein Eisenbetonbalken von 1,7 m Höhe. Die dar-

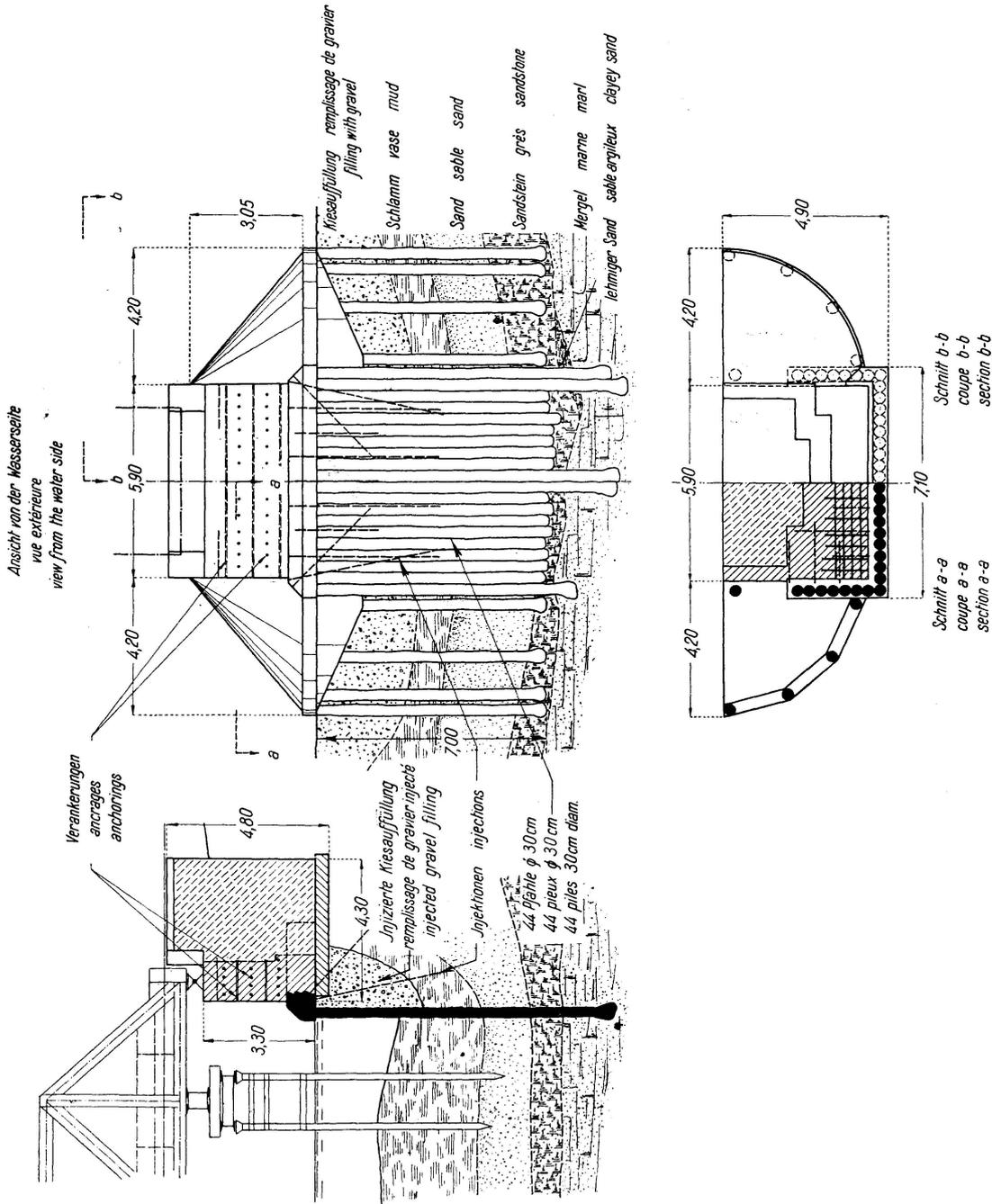


Fig. 20.

Brücke über die Macta der Linie Oran-Kénadza (Algerien). Konsolidierung.  
Pont sur la Macta de la ligne Oran-Kénadza (Algérie). Consolidation.  
Bridge over the Macta of the line Oran-Kénadza (Algeria). Consolidation.

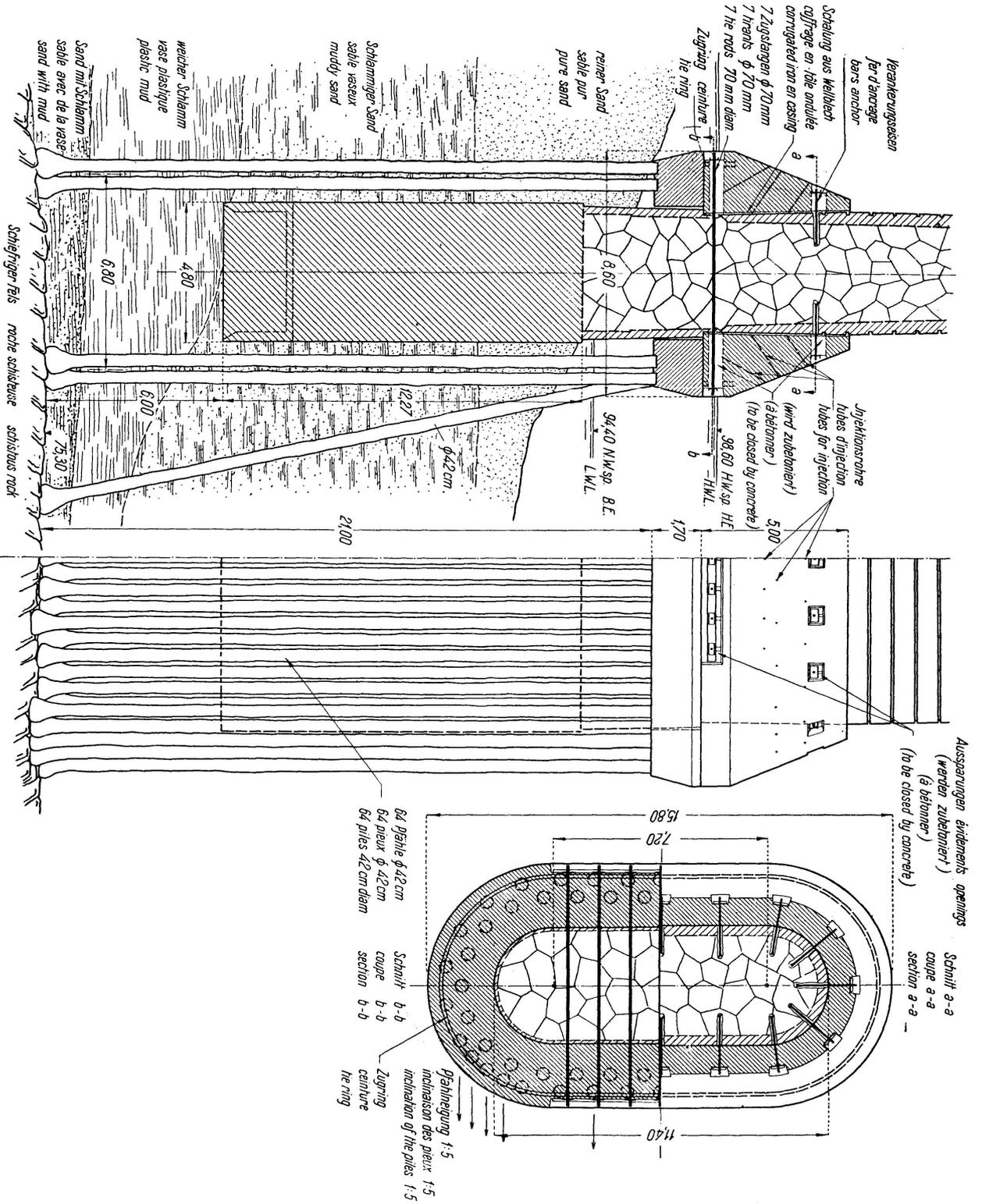


Fig. 22.

Brücke von Pedrido über die Mündung des Betanzos (Spanien). Linker Hauptpfeiler.  
 Pont de Pedrido sur l'embouchure du Betanzos (Espagne). Pile principale gauche.  
 Bridge of Pedrido over the mouth of the Betanzos (Spain). Left principal pillar.

über befindliche Eisenbetonkonstruktion hat die Aufgabe, die Pfeilerkraft auf diesen Balken und somit auf die Pfähle zu übertragen. Die Konstruktion kann unabhängig von den Pfeilersetzungen gebaut werden. Sie wird nach Fertigstellung am Fuße mit sieben Zugstangen aus hochwertigem Stahl von je 70 mm Durchmesser und oben durch 16 Ankereisen mit dem Pfeiler verbunden. Zwischen Konstruktion und Pfeiler wird Zement injiziert, sodaß Pfeiler und Eisenbetonkonstruktion ein einheitliches Ganzes bilden (Fig. 22).

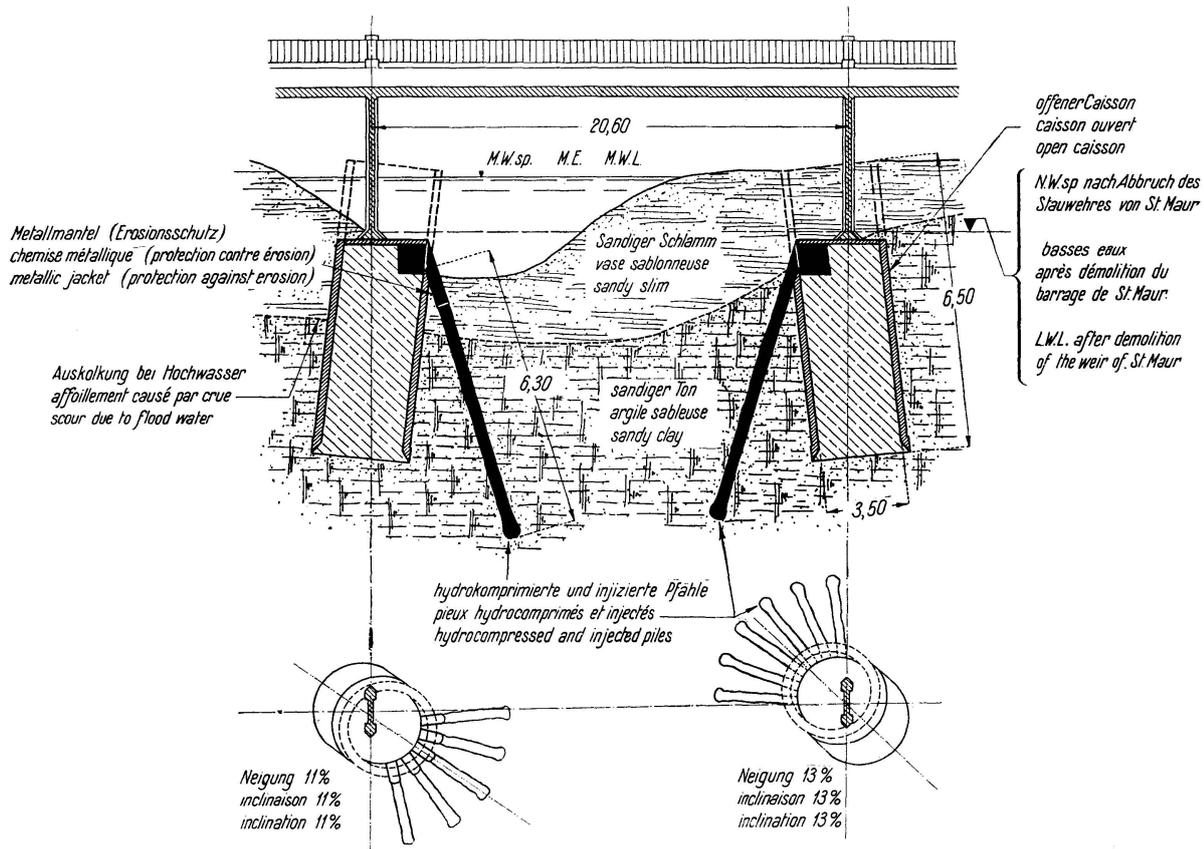


Fig. 23.

Längsschnitt durch die Kanalbrücke über die Habra bei Perregaux (Algerien).  
 Coupe longitudinale du pont canal sur la Habra près de Perregaux (Algérie).  
 Longitudinal section of the canal bridge over the Habra near Perregaux (Algeria).

## 12. Kanalbrücke über die Habra bei Perregaux (Algerien).

Eine interessante Konsolidierung, die allerdings nur durch den kolonialen Charakter des Bauwerkes gerechtfertigt erscheint, wurde im Jahre 1932 an der Kanalbrücke über die Habra in Algerien vorgenommen.

Während des Baues neigten sich infolge eines Hochwassers die beiden offenen Caissons. Sie wurden in dieser Lage gelassen und die resultierenden Schrägkräfte mittels geneigter, fächerförmig angeordneter Pfähle auf tiefere, widerstandsfähigere Schichten übertragen (Fig. 23).

### III. Schlußfolgerungen.

An Hand jahrelanger Erfahrungen bei Konsolidierungsarbeiten an alten Brückenfundamenten kann gesagt werden:

1. Die Übertragung der Kräfte auf tiefer liegende, tragfähige Schichten, wie auch die Erstellung von Schutzwänden gegen Auskolkung geschieht am besten mittels Ortspfählen. Diese haben gegenüber Rammpfählen und geramnten Spundwänden den großen Vorteil, daß sie fast ohne Erschütterung und ohne nennenswerte Störung des Bodens hergestellt werden können, somit ohne zusätzliche Setzungen und Ribbildungen während der Konsolidierung des Fundamentkörpers.

Zudem können Bohrpfähle für jede praktisch erwünschte Tiefe bei beschränkter Bauhöhe und in Gegenwart von Steinschüttungen hergestellt werden.

2. Zur Vervollständigung von Konsolidierungsarbeiten sind Zementinjektionen fast immer erforderlich und zweckmäßig, wenn sie cum grano salis angewandt werden.

Einen großen Fortschritt und weitere interessante Anwendungen verspreche ich mir von meinem chemischen Verfahren zur Abdichtung und Verfestigung feiner Sande. Dieses wurde zum Beispiel bei der Konsolidierung des Schiefen Turmes von Pisa angewandt, sowie bei einer der bedeutendsten algerischen Staumauern zur Schaffung einer bis 40 m tief greifenden, dichten Herdmauer.

Die elektro-chemische Bodenverfestigung und ein neues, billiges Gefrierverfahren, mit welchem sich mein Pariser Erdbau-Laboratorium beschäftigt, um für die Praxis brauchbare Methoden auszuarbeiten, erschließen neue Horizonte für Konsolidierungsarbeiten unter den schwierigsten Verhältnissen.

### **Zusammenfassung.**

An Hand von zahlreichen Beispielen aus Italien, Frankreich, Algerien und Spanien werden die verschiedenen Möglichkeiten der Konsolidierung von Brückenfundamenten gezeigt. Dabei wird den Ortspfählen, da sie sich jedem einzelnen Fall individuell anpassen lassen, gegenüber Rammpfählen der Vorzug gegeben.

### **Résumé.**

Il existe différentes méthodes permettant de consolider les fondations de ponts, ce que l'auteur du présent mémoire nous montre par de nombreux exemples d'Italie, de France, d'Algérie et d'Espagne. Dans ces travaux de consolidation le pieu moulé s'adapte très facilement aux conditions locales, c'est pourquoi on l'a choisi de préférence à tous les autres types de pilotis.

### **Summary.**

The different methods available for the consolidation of bridge foundations are shown by reference to numerous examples from Italy, France, Algeria and Spain, and it is argued that piles cast in situ, which can be adapted to each individual case, are preferable to driven piles.