

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFFAHRTS-KONGRESSE

# XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

1. Abteilung : Binnenschifffahrt

1. Mitteilung

## Verwendung von Eisenbeton bei Wasserbauten

BERICHT

VON

**Albert LUNDBERG**

Hauptmann im Königl. Schwed. Wege- und Wasserbaukorps  
Chef der Hafendarbeiten in Stockholm

**W. CARLING**

Stadtbaudirektor in Norrköping

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)

169, rue de Flandre, 169



II - 354163

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316762

100000316762

# KAIMAUERN AUS EISENBETON

IN

## Stockholm und Norrköping

---

Zur Beleuchtung des Gegenstandes der Mitteilung I mögen die folgenden kurzen Beschreibungen dienen.

### I. — Kaimauer aus Eisenbeton auf Pfahlrost in Stockholm.

(Pl. I)

Im Jahre 1906 und 1907 wurde in Stockholm eine Kaimauer aus Eisenbeton auf Pfahlrost nach beigelegtem Plan ausgeführt. Man hatte sich für die Wahl dieser Bauart entschlossen, teils weil man einen sowohl billigen als dauerhaften Ersatz für die in Stockholm üblichen Kaibauten und Uferbollwerke aus Holz zu schaffen wünschte, da diese alten Bauwerke häufig einen für die Schifffahrt hinderlichen und für die Stadt teureren Unterhalt erfordern, teils weil die Konstruktion durch die sehr schlechten Bodenverhältnisse bedingt wurde. Aus Bohrungen, die am Bauplatze ausgeführt wurden, ging hervor dass der Boden aus einer bis zu 14 Meter messenden Schicht von weichem grauem Lehm und darunter zwei bis drei Meter Kies oder Sand über dem tragfähigen festen Boden bestand. Der weiche Lehm konnte keine Belastung ertragen, und es wurde deshalb eine Kaimauer projektiert, die mit einer breiten Sohle auf einem Pfahlrost aufliegt und unter welcher der Lehm in seiner natürlichen Böschung, etwa 1 : 2, fallen kann. Der von der Ausfüllung und der Belastung des Kaiplanes herrührende vertikale Druck wird also direkt durch die Pfähle auf den festen Boden übertragen, ohne dass die Mauer grösseren Horizontalkräften ausgesetzt wird.

Als eigentlicher Schifffahrtskai für grössere Dampfer ist dieses Bauwerk zu schwach und ist dazu auch nicht bestimmt. Am Ufer eines etwa vier Meter tiefen Hafenkanals gelegen hat es hauptsächlich nur dem Verkehr von geschleppten Prähmen und wenigen kleineren Segelschiffen, welche hier Baumaterialien, Brennholz und dergleichen zu löschen brauchen, zu dienen.

Da auch an anderen Orten das Bedürfnis unter ähnlichen Verhältnissen eine nicht zu kostspielige und dabei dauerhafte Kaimauer zu schaffen, vorhanden sein wird, dürfte folgende Beschreibung des Baues und dessen Ausführung nicht ohne Interesse sein.

Nachdem die Erde ausgeschachtet und der Boden ausgebagert ist, wie in der Zeichnung durch die punktierte Linie gezeigt wird, werden die Gerüstpfähle mit Hilfe eines schwimmenden Rammes eingeschlagen. Auf dem an diesen Pfählen gebauten Gerüst werden Dampfrahmen aufgestellt und mit diesen die für die Mauer erforderlichen geraden und schrägen Pfähle gerammt und später unter Niederwasser abgesägt.

Die Eisenbetonkonstruktion wird in Teilen von 7 m 8 Länge ausgeführt und benutzt man dabei die abgesägten Pfähle als Unterstützung für ein Gerüst mit einem Holzfussboden, auf welchem die Mauersohle gestampft wird. Gleichzeitig wird auch der untere Teil der Vorderwand und des Versteifungsgerippes ausgeführt. Nachdem der Beton abgebunden ist, wird das ganze 7 m 8 lange Mauerstück auf die Pfähle gesenkt. Dabei bedient man sich eines Laufwagens, der auf demselben Gerüst verschiebbar ist, welches früher für die Rahmen benutzt wurde. Der Wagen trägt an jeder Seite drei in gusseisernen Schraubenmuttern laufende flachgängige Schrauben, welche unten an einen kräftigen eisernen Balken befestigt sind. Diese Balken werden unter die den Fussboden tragenden Holzschwellen geschoben und durch Aufwinden der Schrauben wird der ganze Boden mit dem auf denselben gestampften Mauerstück gehoben. Nachdem dann der Unterbau des Fussbodens von den Pfählen weggenommen ist, wird der Boden wieder gesenkt, bis die Schalung der Sohle auf den abgesägten Pfählen zu liegen kommt. Durch weiteres Herunterschrauben werden die Balken von den Querschwellen gelöst und der Wagen kann dann für die Senkung eines neuen Mauerstückes benutzt werden. Die hölzernen Querschwellen werden ebenfalls von dem Fussboden losgemacht und können bei dem Bau neuer Böden wieder

gebraucht werden. Der obere Teil der Mauer, welcher über Wasser zu liegen kommt, wird nach der Senkung fertig gebaut. In die Fugen zwischen den einzelnen Mauerteilen werden Cementbohlen eingelegt, die ein Aussickern der Erde verhindern sollen. Die unter die Sohle gestampften Eisenbetonbalken sollen das Ausgleiten der Mauer verhindern indem sie gegen die Köpfe der Pfahlböcke aufliegen. Oben ist ein liegender Balken aus Eisenbeton gestampft, welcher Stösse von Schiffen auf das Versteifungsgerippe verteilen soll. Die zwei kräftigen als Streben ausgebildeten Versteifungen waren erst zum Befestigen der eisernen Ringanker vorgesehen und wurden später beibehalten, um der Eisenbetonkonstruktion noch weitere Steifigkeit gegen Stösse zu geben, obwohl die Konstruktion der Ringverankerungen verändert wurde und diese als auf den hinteren Teil der Betonsohle gestampfte Betonblöcke gebaut wurden. Auf jeden Mauerteil ist ein solcher Block gestampft, so dass der Abstand der Ringanker 7 m 8 beträgt.

Die Grösse und Anordnung der Eiseneinlagen ist aus der Zeichnung ersichtlich. Das Mischungsverhältnis des Betons war 1 Teil Portlandcement zu 2 Teilen Sand und 2 1/2 Teilen feiner Steinschlag.

Als Schutz gegen das Ausrutschen der Erde und die Aufpresung des Lehmbodens bei Belastung des Kaiplanes ist hinter der Mauer eine Spundwand gerammt, welche sich gegen die hintere Pfahlreihe stützt.

Da der Felsboden an mehreren Stellen sehr stark gegen das Wasser zu geneigt war und man deshalb befürchten konnte, dass das ganze Pfahlgerüst durch die Mauerbelastung nach aussen gleiten könne, wurde jeder Mauerteil mittels zwei eisernen Verankerungen entweder an ziemlich weit hinter der Uferlinie eingerammten Pfahlböcken oder, wo dies möglich war, direkt in dem Felsen befestigt.

Als Abdeckung des die Vorderwand nach oben abschliessenden Betonbalkens dient eine kräftige Holzschwelle. Die vordere Seite der Mauer trägt 0 m 02 Verputz aus Cementmörtel, welche, um denselben wetterbeständig zu machen, zweimal mit Kesslerschem Fluat bestrichen wurde. Als Schutz gegen Stösse von Schiffen wurde an der Mauer eine Bekleidung aus Holz angebracht.

Bisher sind 230 m Kaimauer dieses Typus ausgeführt worden.

## II. — Hafenkai aus Beton in Norrköping.

Der Hafen der Stadt Norrköping, welche an der Ausmündung des Motala Stromes in die etwa 60 Kilometer tief in's Land einspringende Seebucht Bräviken der Ostsee liegt, war im Jahre 1903 im Besitz von etwa 3300 l. m. Kais und Bollwerke mit einer Wassertiefe wechselnd zwischen 4 m 5 und 6 m. Die Kais sind in Granitmauerwerk auf Pfahlgerüst, die Bollwerke aus Pfählen und Bohlen hergestellt. Vor der Front derselben sind Erddämme angeordnet, welche die Anlegung grösserer Schiffe den Kais entlang erschweren, um so mehr, weil die vorhandene Wassertiefe eine ziemlich geringe ist. Ausser den bereits erwähnten Nachteilen dieser Kaianlagen ist noch zu bemerken, dass die Nutzlast nur etwa 800—1200 kg/m<sup>2</sup> betragen darf, damit die Standfestigkeit der Kaikonstruktionen nicht gefährdet werden soll.

Die Stadtverordneten, die seit einer Reihe von Jahren mit Plänen zur Erweiterung und Verbesserung der hiesigen Hafenanlagen beschäftigt sind, für welche u. A. Herr Oberbaudirektor Rehder in Lübeck besonders weitgehende, genial gedachte Projekte ausgearbeitet hat, beschlossen seiner Zeit die angeführten Mängel des Kais zunächst durch den Bau neuer Kaistrecken abzuhefen. Dies ist der Anlass des Zustandekommens der hier im Nachstehenden kurz beschriebenen Kais.

Die fragliche Kaistrecke liegt im östlichen Stadtgebiet auf dem rechten Ufer des Motala Stromes, welcher hier eine Breite von ca. 70 Meter hat. Die Bodenverhältnisse sind besonders ungünstig, indem fester Boden erst in 35—40 Meter Tiefe unter M. W. angetroffen wird. Die Erdlager bestehen hauptsächlich aus Modde und blauem Thon, welche von oben bis unten an Festigkeit zunehmen. Bei dem Entwerfen der Projekte wurden drei verschiedene Anordnungen für die Ausführung in Erwägung gezogen: 1. Eine Anordnung ähnlich der hier bereits vorhandenen, d. h. mit einer längs der Kaistrecke laufenden Frontmauer und senkrecht hierzu gehende kräftige Verankerungsmauern, sämtliche Mauern auf Pfählen gegründet; 2. Eine Anordnung ähnlich der bei den neueren Rotterdamerkais mit einer längsgehenden Frontmauer auf doppelten kräftigen Holzboden gestellt, welcher tief ins Land hineinragt und der von Pfählen

getragen wird; und schliesslich 3. Die Anordnung, welche Gegenstand dieses Aufsatzes ist. Da der Kostenvergleich sich unbedingt zu Gunsten der letzt angeführten Anordnung zeigte und Nachteile gegenüber den anderen nicht vorgebracht werden konnten, hat man sich für die Ausführung derselben entschlossen. Der diesbezügliche Entwurf wurde unter Annahme einer beweglichen Last von  $4\,000\text{ kg/m}^2$  ausgearbeitet, welche für die hiesigen Verhältnisse als durchaus ausreichend angesehen wurde.

Der fragliche Kai, welcher hinter einem Schutzdamm ganz im Trocknen hergestellt wurde, besteht aus einzelnen Betonpfeilern in der Mischung 1 : 7 : 9 von 3 m 80 Breite und 8 m 6 mittlerer Länge, letztere quer zur Kairichtung gemessen, die in 8 m 25 Entfernung von einander angebracht sind. Auf diesen Pfeilern ruhen armierte Betonplatten in dafür vorgesehenen Aussparungen, welche zur Erzielung der als erforderlich angesehenen Dilatationsfugen mit Theerpappe verkleidet wurden. Die Platten sind an der Wasserseite mit einer auf dieselben gelegten Granitleiste versehen um die Stösse entgegenzunehmen. Die Frontseite der Betonpfeiler sind mit Granitquadern verkleidet; dagegen wurden ihre Längsseiten, welche geschützt liegen, nur mit grobem Cementmörtel verputzt. Unter den Pfeilern sind 50 cm dicke armierte Betonplatten, vorne durch 7-Eisen N. P. 30 gesäumt, auf Unterlage von reinem Kies gestampft. Diese Platten haben den Zweck die Anbringung der Façadesteine und Herstellung des eigentlichen Pfeilermauerwerks zu erleichtern. Das letztgenannte Mauerwerk ist, wie aus der Zeichnung hervorgeht, mittels Eisenbahnschienen armiert. Die Pfeiler werden von je 50 gelauchten ca. 27 Meter langen, kiefernen Pfählen getragen, welche wie die Zeichnung zeigt angeordnet sind. Da der feste Boden in der Regel nicht erreicht wurde, so sind ausserdem im Mittel noch 25 kürzere und dünnere Pfähle den Bodenverhältnissen entsprechend in einer Länge von 10 bis 18 Meter zwischen den ersteren angebracht. Der mittlere Durchmesser der langen Pfähle beträgt ca. 35 cm.

Zur Verhinderung der Ausgleitung der Erdmassen ist eine aus doppelten Bohlen hergestellte, längsgehende Spundwand von 15 cm mittlerer Stärke ausgeführt, deren unterste Spitze 2 Meter unter der Stromsohle liegt. Die Spundwand wird oben teils durch die Pfeiler, teils durch zwischen den letzteren ange-

brachten Pfahlböcken gestützt. Diese Pfahlböcke sind aus zwei mit einander kräftig verbundenen 18—21 m langen Pfählen zusammengesetzt und je drei durch 2  $\square$ -Eisen N. P. 16 zusammengehalten und zwar in der Weise, wie aus der Zeichnung näher hervorgeht. Die Spitze der Spundwand wird durch den ausserhalb derselben liegenden Erdreich festgehalten.

Zwischen den Pfeilern ist die Erdmasse nach aussen abgegrenzt durch eine Böschung in Neigung 1 : 2, welche mit Betonquadern bekleidet wurde. Die Betonquadern ruhen auf einem Bett von Ziegelbrocken und Steinschlag von etwa 0 m 20 Stärke.

Fraglicher Kai wurde im Jahre 1904 auf einer Strecke von ca. 265 Metern fertiggestellt. Setzungen oder Mängel irgend welcher Art sind bis heute nicht beobachtet.

Die Kosten belaufen sich einschliesslich erforderliches Baggern aber ausschliesslich Geleise und Kräne auf ca. 1 100 Kronen pro laufenden Meter. Die Kosten der 27 Meter langen Pfähle betragen mit Laschen und Arbeitslöhne 35 Kronen pro Stück. Ein  $m^3$  Beton in der Mischung 1 : 7 : 9 konnte für 17 Kronen und eine der zwischen den Pfeilern befindlichen armierten Betonplatten für 1 500 Kronen hergestellt werden. Sämtliche Erd-, Fundierungs- und Baggerarbeiten sind von Stadtbauamt, die übrigen Arbeiten von der Bauunternehmung Skånska Cementgjuteriet in Stockholm ausgeführt worden.

W. CARLING,

K. LUNDBERG.

---



INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St. Petersburg - 1908

I. Abteilung : Binnenschifffahrt

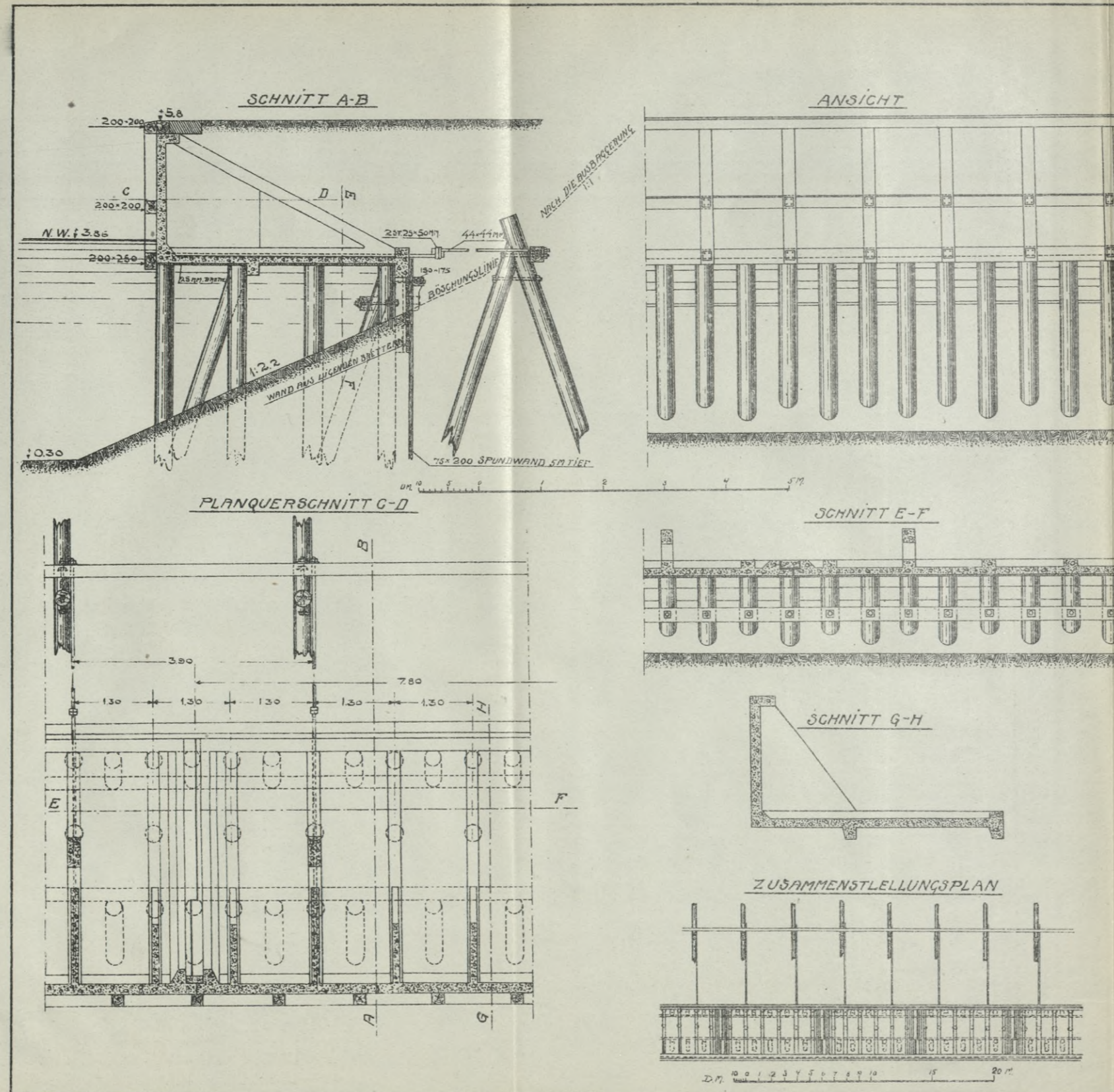
1. Mitteilung

BERICHT

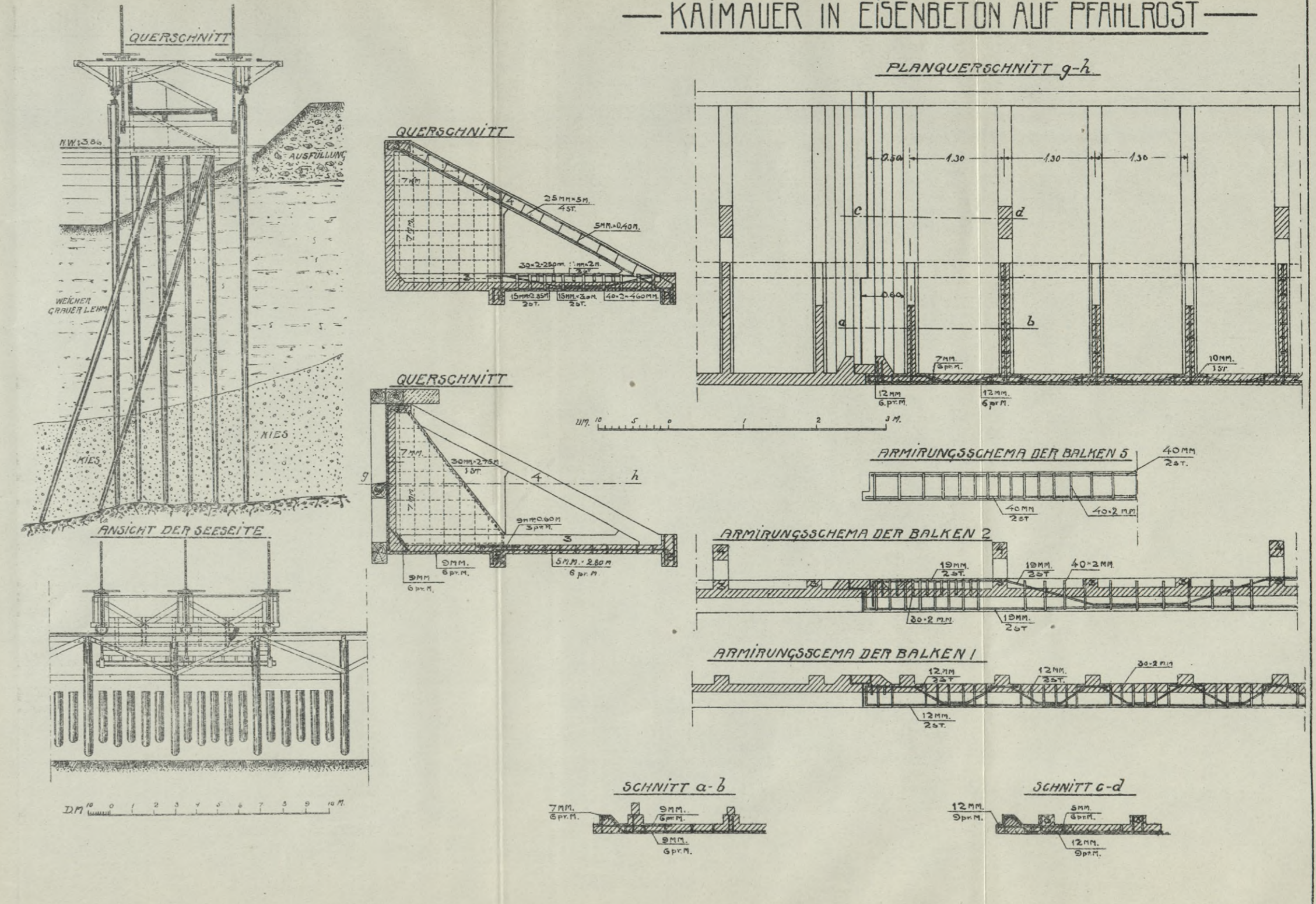
VON

CARLING und LUNDBERG

BLATT I



— KAIMAUER IN EISENBETON AUF PFAHLROST —





INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St. Petersburg - 1908

I. Abteilung : Binnenschifffahrt

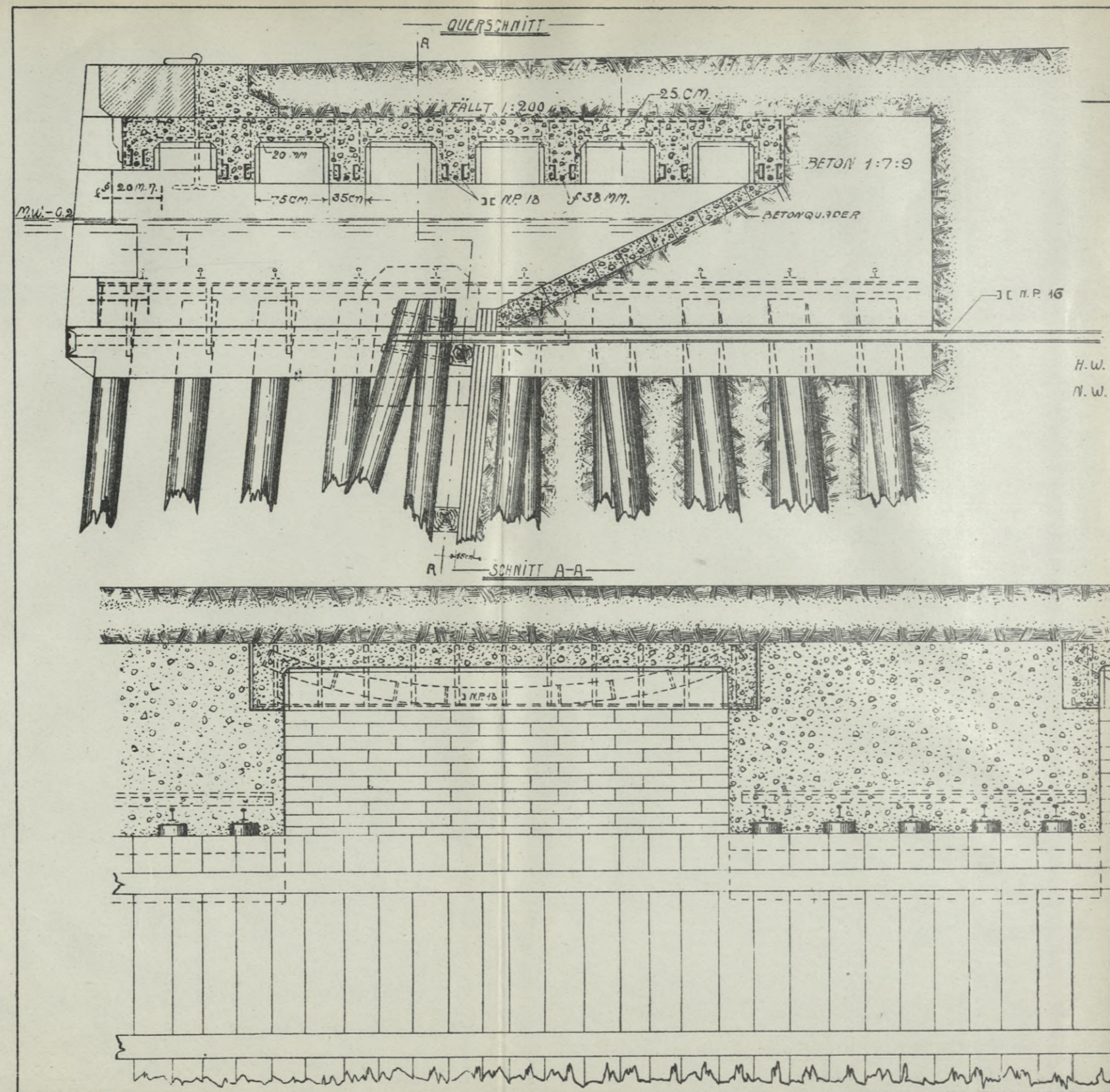
1. Mitteilung

BERICHT

VON

CARLING und LUNDBERG

BLATT II



— NEUER HAFENKAI IN NORRKÖPING, SCHWEDEN —

