

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFAHRTS KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt
3. Mitteilung

Verwendung von Eisenbeton bei Seebauten

MITTEL ZUR SICHERUNG SEINER HALTBARKEIT

BERICHT

VON

MOELLER

Marine-Hafenbaudirektor in Wilhelmshaven

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

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

169, rue de Flandre, 169

11-354437



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317142

300-348/2019

Mitteilung über Verwendung von Eisenbeton im Seebau.

MITTEL ZU SEINER SICHERUNG

Der Eisenbeton wird im Seebau von den deutschen Behörden erst seit ungefähr 10 Jahren verwendet, und reiche Erfahrungen über seine Haltbarkeit liegen daher noch nicht vor.

Erste Verwendung von Eisenbeton im Seebau.

Zu den ersten Ausführungen von Eisenbeton im Seebau können die Spundwände von Rechtern & Döpking (*Centralblatt der Bauverwaltung*, 1900, S. 617) gerechnet werden, obwohl sie nicht eigentlich aus Eisenbeton, sondern aus mit Beton umhülltem Eisen bestehen, bei dem die Tragfähigkeit des Betons nicht ausgenutzt wird. Diese Betonspundbohlen sind bei den Ufermauern in Tsingtau in grossem Umfang verwendet und haben sich dort gut bewährt. Dagegen sind die Versuche, die mit denselben Bohlen in Kiel 1901 und 1902 gemacht worden sind, nicht zur Zufriedenheit ausgefallen, so dass hier von ihrer Verwendung abgesehen wurde. Trotz starker elastischer Holzzwischenlagen am Kopf wurden die Bohlen beim Rammen oft zerstört, bevor sie die vorgeschriebene Tiefe erreichten; durch die Holzzwischenlagen wurde viel Kraft verzehrt, wodurch das Einrammen verlangsamt und verteuert wurde. Auch in Wilhelmshaven wurden Versuche mit Spundbohlen aus Beton mit Rundeiseneinlagen gemacht. Es zeigte sich jedoch hier wie in Kiel, dass die Bodenverhältnisse in noch höherem Grade als bei hölzernen Spundbohlen für die Verwendung entscheidend sind.

Als eine andere (vorläufige) Art des Eisenbetons sind die Eiseneinlagen zu betrachten, die in grossen Mauerquerschnitten zur Verstärkung oder Verminderung des Betonquerschnitts, zur Verhütung von Rissen oder zur besseren Verteilung von grossen Druckkräften verlegt worden sind.

Als Beispiele möge das Binnenhaupt (mit Schiebetor) der Bremerhavener Kaiserschleuse (1895) vgl. *Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen* (Hannover 1900, S. 667), sowie die neuen Schleusen und die neuen Docks in Wilhelmshaven (Abb. 1) genannt werden: Bei diesen Docks sind die Eiseneinlagen bei der Berechnung des Dockquerschnitts berücksichtigt worden, so dass also hier eine Anwendung von Eisenbeton vorliegt.

Der Beton der Docks in Wilhelmshaven besteht aus 1 Trass, 1 Kalk, 1.5 Sand zu 5.6 Kies, eine Mischung, die nach einer langen Reihe von Versuchen als die beste und günstigste ermittelt worden ist. Zeitweise (im Winter) ist dem Mörtel Cement zugesetzt, um ihn schneller erhärten zu lassen.

Bohlwerke und Kaimauern.

Unter den Eisenbetonbauten sind auch die der Kaimauern und der Bohlwerke in Seehäfen aufzuführen, obwohl diese Anlagen nicht unmittelbar zum Seebau zu rechnen sind. Wichtig für den Eisenbeton ist jedoch die Frage, wie sich diese Anlagen im Seewasser bewährt haben. Leider lässt sich diese Frage heute kaum beantworten, weil die meisten Bauten in Deutschland erst in den letzten Jahren ausgeführt worden sind, und daher wenig Erfahrungen vorliegen.

Bei den Bohlwerken (Uferwerken) wird Eisenbeton zuerst in der Weise verwendet, dass er da, wo Holz bald dem Wasser bald der Luft ausgesetzt ist und leicht vergeht, an die Stelle der Holzteile tritt, z. B. in Form von Monierbohlen zwischen I-Eisen, wie in Memel und Neufahrwasser. Diese 0 m 07-0 m 09. starken und 1 m 50 langen Monierplatten, die fertig von der Fabrik bezogen und 1896 hergestellt wurden, haben sich gut bewährt; ihr Mischungsverhältnis ist nicht mehr bekannt; bei einer ganz ähnlichen, 1904 ausgeführten Anlage ist das Mischungsverhältnis 1 Cement : 3 1/2 Kiessand.

Eine ähnliche Anordnung — Wand aus Monierplatten zwischen verankerten Eisenstielen über einer hölzernen Spundwand — zeigt die Uferschälung, die im *Pillauer* Hafen an 3 Stellen 1902, 4 und 6 erbaut worden ist.

Die Anordnung der Rundeisen in den Platten, die hier schon die Breite von 0 m 60, also die 3-fache von Holzbohlen, erhalten haben, zeigt Abb. 2. Die Rundeisen sind bei den zuerst verwendeten

Bohlen mit Mennige gestrichen, bei dem 1906 ausgeführten Bohlwerk sind sie verzinkt. Dem Seegang sind diese Bohlwerke nicht ausgesetzt; der Salzgehalt des Seewassers ist sehr gering, in Memel fast gleich Null, in Pillau etwa $1/2$ ‰.

Uferschälung in Husum.

Eine Uferschälung oder Ufermauer *ganz aus Eisenbeton* ist 1905-1907 im Aussenhafen in Husum von der Königlichen Wasserbauinspektion erbaut worden. Der Hafen ist ein Tidehafen mit einem Wasserstandswechsel von 3 m 30, gegen Sturmfluten aber durch eine Schutz-Schleuse abgeschlossen. Der Schlick- und Salzgehalt des Hafenwassers wechselt, weil die oberhalb liegenden Ländereien durch den Hafen entwässern; der Salzgehalt ist nach Schätzungen zu $1\ 1/2$ bis $2\ 1/2$ ‰ anzunehmen.

Die Bauart ist in Abb. 3 a — c angegeben; sie bildet den Uebergang zu den Ufermauern. An der Vorderseite ist eine Spundwand gerammt, die abwechselnd aus 0 m 90 breiten Tafeln und 0 m 35 starken Bundpfählen besteht. Hinter jedem Bundpfahl ist ein Rückhaltepfahl gerammt, der eine Neigung von 1 : 3 hat. Nach dem Rammen wurde der Beton der beiden Pfähle auf ungefähr 0 m 20 Höhe entfernt, dann die Eiseneinlagen umgebogen und mit den Einlagen des Holms, d. i. der etwa 2 m 0 hohen Mauer, in Verbindung gebracht. Hierauf wurde der Holm aus Beton zwischen Schaltafeln eingestampft und so eine feste Verbindung zwischen der Wand und den Rückhaltepfählen geschaffen. Die Unterkante des Holms liegt in der Höhe des gewöhnlichen Hochwassers, sodass der frische Beton vom Seewasser nicht berührt wurde.

Dieses Uferwerk hat also Aehnlichkeit mit dem im Ruhrorter-Hafen, von dem eine Abbildung in Brennekkes Grundbau S. 262 gegeben ist.

Ueber die *Einzelheiten dieses Baues* hat Herr Wasserbauinspektor Hessler in Husum noch folgende Angaben gemacht : Der *Beton* der Pfähle besteht aus 1 Teil Portland-Cement und 3 Teilen Elbkies. Um die Dichtigkeit zu erhöhen, ist jedoch der Elbkies in den Pfählen der Spundbohlen zu etwa $1/10$ seiner Menge mit feinem salzfreien Dünensand versetzt, wodurch der Zweck, wie die Versuche auf Durchlässigkeit in der Versuchsanstalt ergeben haben, erreicht wurde. Von einem *Trasszusatz* ist abgesehen worden, um die Abbindezeit nicht zu verlängern. Zuerst wurde für die Pfähle und

Spundbohlen erdfeuchter Beton verwendet, allmählich wurde jedoch dem Beton mehr Wasser zugesetzt; das Stampfen wurde dadurch erleichtert, es konnten leichte Stampfer verwendet werden, so dass die unteren Schichten nicht durch das Stampfen der oberen im Abbinden gestört wurden. Den Beton mehr als homogene, plastische Masse in die Formen zu bringen oder zu kneten, ergibt, auch nach den Erfahrungen in Ruhrort, bessere Ergebnisse, als das Arbeiten mit trockenem Beton. (Vgl. auch Zeitschrift *Beton und Eisen*, 1907, Heft 11, S. 42 : zur Grösse des Wasserzusatzes bei Beton von C. Bach.)

Die Bundpfähle und die Spundbohlen wurden in *stehenden* Formen gestampft in der Absicht, eine möglichst grosse Dichtigkeit des Betons zu erzielen. Die Rückhaltepfähle dagegen, bei denen es bei ihrer Lage im Boden auf Dichtigkeit nicht ankam, wurden in *liegenden* Formen hergestellt; die liegenden Formen wurden auch mit Rücksicht auf die verfügbare Zeit und die Kosten angewendet. Nach den Erfahrungen in Ruhrort ist der Herstellung in liegenden Formen der Vorzug zu geben, wenn es auf die Festigkeit der Pfähle beim Rammen ankommt, und diese Erfahrung ist in Husum bestätigt worden.

Bei einer Temperatur unter — 2° ist weder an den Pfählen noch an der Mauer betoniert worden.

Das *Alter* der Pfähle durfte beim Herausheben aus der Form 10 Tage, beim Umlegen 20 und beim Rammen 30 Tage sein. War bei kühler Witterung ein zu langsames Abbinden zu befürchten, so wurden fettere Mischungen verwendet. Ausnahmsweise sind Pfähle gerammt, die nur 22 Tage alt waren.

Das *Rammen* der Pfähle geschah mit 3,000 kg schweren Bären. Die Fallhöhe war bei den Bundpfählen 0 m 30-0 m 40 und bei den unter 1 : 3 geneigten Rückhaltepfählen, die mit vornübergeneigter Ramme geschlagen wurden, 0 m. 50-0 m. 60, ausnahmsweise wurden 0 m 45 bei den Bundpfählen und 0 m 70-0 m 80 bei den Rückhaltepfählen zugelassen. Trotz dieser geringen Fallhöhen zeigten sich an allen Pfählen starke Beschädigungen, besonders am Kopf. Ein Bundpfahl war 1 m 50 unter gewöhnlichem Hochwasser um 1 m 0 gestaucht, was erst beim Freibaggern der Wand entdekt wurde; die starken Rundeiseneinlagen waren schleifenartig herausgedrückt, die freien Pfahlstumpfe sassen aber genau aufeinander und die Stauchung muss ganz allmählich vor sich gegangen sein, weil nach dem Rammprotokoll nichts auffälliges beim Rammen bemerkt wurde.

Die Erfahrungen, die mit diesem Eisenbetonbau in Husum gemacht worden sind, sind nicht besonders ermutigend. Es zeigten sich zuerst weisse, schleimartige Ausscheidungen an der Mauer, besonders an den Stellen, an denen das Seewasser in die feinen Haarrisse des Betons eindringen konnte; die Risse waren meist wagerecht und zeigten sich in der Nähe der Drahtschlingen, mit denen die Rundeisen zusammengehalten werden; sie sind also wahrscheinlich auf das System der Herstellung, vielleicht aber auch auf eine zu grosse Beanspruchung beim Rammen zurückzuführen. Es hat sich auch gezeigt, dass der Abstand der Eiseneinlagen von der Aussenkante des Betons mit 5 mm zu gering bemessen ist, indem die dünne Betonschicht zu durchlässig ist und das Eisen nicht gegen Rost schützt. Unter dem Einfluss des Frostes und des Seewassers hat die Mauer besonders im Winter 1906-1907 stark gelitten; der Beton ist an manchen Stellen lose und morsch geworden und abgebröckelt, so dass die Eiseneinlagen frei liegen. Rostbildung hat sich indessen bis jetzt wenig gezeigt. Die Haarrisse in den Bundpfählen, in denen sich die weissen Absonderungen zeigten, sind zum Teil durch diese Absonderungen, die erhärteten, geschlossen, zum Teil durch den Frost aussen zu Rillen von dreieckigem Querschnitt erweitert. Das es zwecklos sein würde, die Schäden mit Beton auszubessern, so wird beabsichtigt, die ganze Mauer mit einem Schutzanstrich (vielleicht Siderosth n) zu versehen, nachdem alle unzuverlässigen Betonteile entfernt worden sind.

Bohlenwand und Pfähle im Hafen von Norderney

In Hafen der Insel Norderney ist 1906 eine vom Bohrwurm zerstörte Bohlenwand durch Spundbohlen und Pfähle aus Eisenbeton ersetzt worden. Abb. 4 a-d. Die Spundbohlen sind 4.50 bis 6 m 0 lang und 0.11 bis 0 m 13 stark und haben eine Breite von 0 m 60. Das Mischungsverhältnis des Mörtels ist 1 Cement und 2 Sand.

Kaimauern in Wilhelmshaven

Von Kaimauern in Eisenbeton können die in Wilhelmshaven genannt werden, die von 1905 bis 1907 ausgeführt worden sind. Die kleine Mauer für 4 m 0 Wassertiefe am neuen Handelshafen ist in Abb. 5 a-b dargestellt. Das Wasser des Handelshafens ist

durch die Beimischung des Wassers aus dem Ems-Jade-Kanal etwas brakig, das Wasser im Bauhafen ist dagegen fast reines Seewasser. Die grosse Mauer für 10 m 0 Wassertiefe am Bauhafen der Kaiserlichen Werft ist in ihrem oberen Teil der kleinen am Handelshafen ähnlich; dieser Teil besteht aus der senkrechten Wand und der wagerechten Platte, die durch Rippen verbunden sind, und ruht vorne auf einer Betonmauer (zwischen hölzernen Spundwänden hergestellt) und hinten auf einer Reihe von hölzernen Schrägpfählen, während er an schräg nach hinten geneigten Betonpfählen verankert ist. Für die grosse Kaimauer sind folgende Mischungsverhältnisse angewandt :

a) Untere Mauer zwischen den Spundwänden :

1. Unterer Teil unter Wasser geschüttet : 2 Trassmehl, 1 Kalkteig, 2 Cement, 6 Sand zu 11.5 Kies (= 0.467 Mörtel zu 0.785 Kies).

2. Oberer Teil im trockenen gestampft : 1.5 Trassmehl, 0.75 Kalkteig, 1 Cement, 4 Sand zu 11.5 Kies (= 0.40 Mörtel zu 0.92 Kies).

b) Eisenbetonpfähle : 0.50 Trassmehl, 1 Cement, 3 Sand, 4 Kies (= 0.467 Mörtel zu 0.784 Kies).

c) Obere Mauer aus Eisenbeton : 0.50 Trassmehl, 1 Cement, 2.5 Sand, 6.0 Kies gesiebt (= 0.40 Mörtel zu 0.92 Kies).

Die Eisenbetonpfähle wurden in stehenden Formen gestampft und haben sich beim Rammen, das mit Hülfe von Druckwasserspülung geschah, bewährt. Für die Wasserspülung war in den Pfahl ein eisernes Rohr einbetoniert, durch das das Druckwasser unten in den Seiten der Schneide austrat. Um das Rammen zu erleichtern, wurde vorher, sobald der Pfahl zum Rammen gestellt war, mit einem langen Rohr mittels Druckwasser gewissermassen ein Loch in den Untergrund aus feinem Sand gehohrt, ein Verfahren, das sich bewährt hat.

Verwendung des Eisenbetons in Leuchttürmen

Als eine Verwendung von Eisenbeton für den Seebau kann noch die für Leuchttürme genannt werden, obgleich diese Bauten, die fast nie mit dem Seewasser in Berührung kommen, eher dem Hochbau als dem Seebau zuzurechnen sind.

Der Eisenbeton ist im Unterbau des Nebelsignalturmes auf Stilodüne bei Stolpmünde und in grösserem Umfang von der Königlich preussischen Verwaltung in Husum (Leuchtfeuerbüreau)

1906 im Fundament und Erdgeschoss der neuen Leuchttürme auf den nordfriesischen Inseln verwendet worden; der Turm selbst besteht aus Eisen. Abb. 6 zeigt den Querschnitt durch das Erdgeschoss des Leuchtturms auf Hörnum, dessen Feuer 31 m 0 über dem Erdboden am Turme liegt. Die Mischungen sind : im Fundament 1 Cement zu 3 Dünensand, im Erdgeschoss : 1 Cement zu 3 feinen Kies.

Uferbefestigung. Böschungen in Eisenbeton

Zur Befestigung der Böschungen an den Ufern der See, also zum eigentlichen Seebau wird der Eisenbeton in den letzten Jahren mehr und mehr verwendet. Schon früher waren einige Behörden dazu übergegangen, die natürlichen Pflastersteine solcher Böschungen durch künstliche aus Beton zu ersetzen; die Erfahrungen, die mit diesen Betonsteinen gemacht worden sind, sind in Bezug auf die Mischungsverhältnisse und Herstellungsweise auch für die Eisenbauten massgebend, und es wird daher von Interesse sein, sie zu erwähnen.

Betonsteine in Cuxhaven

Bei der Wasserbauinspektion in Cuxhaven, die zur Hamburgischen Verwaltung gehört, sind schon 1885 bis 1887 Betonsteine zu den Uferböschungen an der Elbe und an der Küste verwendet worden. Diese Steine aus 1 Cement, 3 Sand und 6 Teilen gewaschenen Feuersteinen haben sich nicht bewährt, indem sie nach und nach an der Oberfläche bis auf 0 m 03 bis 0 m 09 Tiefe verwitterten und zerfielen. Besser bewährten sich die Steine (7 000 Stück), die 1891 bis 1895 von der Cementfabrik Hemmoor nach längeren Versuchen hergestellt worden sind; diese Blöcke in der Grösse von 0 m 75 \times 0 m 75 \times 0 m 32 bestehen aus 1 Cement, 2 Sand und 5 Teilen gewaschenen Feuersteinen und sind an der Oberfläche mit einer 0 m 03 starken Mörtelschicht aus 1 Cement und 1 1/2 feinen Kies versehen. Auch Blöcke aus 1 Cement und 5 Teilen Magdeburger Elbkies mit einer 0 m 03 starken Deckschicht aus 1 Cement und 3 Teilen gesiebten Kies, die 1905-06 hergestellt wurden, haben sich bis jetzt bewährt.

Von Wert für die Verwendung des Betons im Seebau sind auch die Angaben in dem Bericht über die IX. Hauptversammlung des

deutschen Betonvereins am 14. und 15. Februar 1906 (*Tonindustrie-Zeitung*, Berlin 1906. Vortrag des Herrn Wasserbauinspektors Wendemuth in Hamburg), sowie die Angaben über die Versuche in der Versuchsanstalt auf Sylt (*Centralblatt der Bauverwaltung*, 1096, S. 21).

Böschungen an der Kieler Bucht

An der Kieler Bucht zwischen Holtenau und Friedrichsort ist eine Anschüttung, die beim Bau des Kaiser-Wilhelm-Kanals entstanden ist, mit Betonböschungen gesichert, die zuerst nach den Angaben des Professors Möller in Braunschweig angelegt wurden. Bei der ersten Ausführung 1898 wurde auf der mit $1 : 1 \frac{1}{4}$ geneigten Erdböschung eine 0 m 06 starke Betonschicht gelegt und mit 0 m 04 starken und 0 m 45 langen Ankern mit Drahteinlagen im Boden befestigt. Diese Böschung bewährte sich nicht und wurde schon 1900 bei mässigem Hochwasser an einigen Stellen vollständig zertrümmert; es ist dies wohl auf die magere Betonmischung (1 Cement, 4 Sand, 8 Kleinschlag oder Kies), sowie darauf zurückzuführen, dass das untere Ende der Böschung ohne Fuss nur wenig in den Strand hineingeführt, und dadurch der Boden unter ihr fortgespült war, sodass die Wellen die dünne Betondecke leicht einschlagen konnten.

Bei der Wiederherstellung der zerstörten Böschung wurde auf Vorschlag des Professors Möller die Betondecke stärker gemacht, und zwar oben 0 m 08 und unten 0 m 12, und mit Eiseneinlagen aus 0 m 007 starkem Draht, die in 0 m 60 Entfernung von oben nach unten liefen, versehen, ausserdem wurde die Decke 1 m 0 länger gemacht und unten auf einen Fuss aus einer Steinpackung und Faschinen gestützt (s. Abb. 7a). Diese Bauart hat sich im ganzen bewährt und bei der schweren Sturmflut am 31. Dezember 1904 nur an einigen Stellen gelitten.

Für die Wiederherstellung der bei dieser Sturmflut zerstörten Böschungsstrecken wurde 1905 von der Bauverwaltung (Hafenbauressort der Kaiserlichen Werft in Kiel) eine 0m15 starke Betondecke *ohne* Eiseneinlagen vorgeschrieben, die unten in Abständen von 3 m 0 zu 3 m 0 durch 0 m 50 breite Pfeiler verstärkt wurde (s. Abb. 7b.). In dieser Bauart wurde die Hälfte der zerstörten Strecke, etwa 100 m hergestellt, die andere Hälfte wurde nach einem neuen Vorschlag des Professors Möller ausgeführt (s. Abb. 7c). Die gleichfalls 0 m 15 starke Decke erhielt in je 1 m 0 Entfer-

nung, Einlagen von 0 m 008 starken Rundeisen, sowohl wagerecht als auch senkrecht laufend, die an den Kreuzungspunkten durch in den Boden gesteckte Drahtanker und oben durch 2 Cementanker gehalten wurden. Die Pfeiler an der Unterseite waren etwas schwächer und hatten 3 m 50 Abstand. Die Betonmischung bei diesen beiden letzten Böschungsarten b und c war 1 Cement und 6 Teile Sand und Seekies. Beide Arten b und c haben sich bis jetzt gleich gut gehalten. Die Böschung b ist jedoch 1.30 M/qm billiger als die Böschung c mit den Eiseneinlagen, indem sie nur 4.40 M/qm einschliesslich der Erdarbeiten gekostet hat.

Böschung an der Westerplate bei Neufahrwasser.

Eine ähnliche Anordnung, wie die in Kiel, hat die 1900 ausgeführte Böschung an der Westerplate bei Neufahrwasser erhalten; sie liegt gleichfalls gewöhnlich trocken und wird von den Wellen nur bei höheren Wasserständen erreicht (s. Abb. 8a). Diese Böschung, die gleich 0 m 14 stark angelegt worden war, wurde bei einer Sturmflut im Jahre 1905 zerstört, indem die Wellen über die Böschung schlugen und sie so hinterspülten. Der Strand vor der Böschung war durch eine Vorlage aus Strauchwerk mit Steinpackung gesichert.

Bei der Wiederherstellung sind die an dem alten Werk gemachten Erfahrungen benutzt; die Krone der Böschung ist 1 m 0 höher gelegt und ausserdem durch eine 1 m 0 breite Kappe, die rückwärts 0 m 80 in das Erdreich eingreift, gegen überspritzendes Wasser geschützt worden (s. Abb. 8b). Der Fuss ist 0 m 60 tiefer gelegt, und der Strand in 4 m 0 Breite mit einer wie ein Sinkstück abgebundenen Buschpackung mit Steinbewurf gegen Abspülen gesichert. Auf Wunsch des Professors Möller hat der Fuss nur eine fundamentartige Verstärkung, in die die Eisen hineingeführt sind, erhalten, und ist davon abgesehen worden, ein besonderes Fundament aus Bruchsteinpackwerk, das zuerst vorgesehen war, herzustellen.

Zum Beton wurde Stern'scher Cement (Stettin) verwendet; das Mischungsverhältnis für die Platten war 1 Cement, 3 Sand, 4 Kies. Die neue Böschung hat sich bisher gut gehalten, abgesehen von kleinen muschelförmigen Aussprengungen auf der Oberfläche, ist allerdings starkem Seegang noch nicht ausgesetzt gewesen.

Uferdeckwerk in Cranz.

Eine dritte Uferböschung an der Ostsee befindet sich in Cranz bei Königsberg (s. Abb. 9). Diese Böschung, die eine Länge von etwa 50 m hat, ist 1900 hergestellt worden und hat sich bis jetzt gut gehalten, wobei aber zu berücksichtigen ist, dass sie nur bei höheren Wasserständen, also bei Sturmfluten, von dem Wellenschlage angegriffen, und der Angriff der Wellen durch den Unterbau eines vor der Böschung liegenden Promenadensteiges teilweise geschwächt wird. Bemerkenswert ist an dieser Böschung die 2 m 70 breite Befestigung der Krone und der obere fast senkrechte Teil der Böschung, durch den die auflaufenden Wellen zurückgeworfen und am Überschlagen auf die Krone mehr verhindert werden. Auch der Fuss ist hier durch eine 1 m 50 lange Spundwand und eine 1 m 0 breite Steinpackung mit einer Abschlusswand aus Pfählen gut gesichert. Die Eiseneinlagen sind 0 m 008 stark, die Betonmischung ist 1 Cement, 3 Sand zu 4 Kies, oder zu 2 Kies und 2 Steinschlag.

Uferdeckwerk auf der Insel Föhr.

An der Südostecke der Insel Föhr ist von der Königlichen Wasserbauinspektion in Husum in den Jahren 1895-1896 ein Uferdeckwerk auf einer Sandschüttung als Cementdecke mit Eisenmascheneinlagen und Erdankern nach einem Entwurf des Professors Möller in Braunschweig hergestellt worden. Das Deckwerk hat sich bis jetzt gehalten, doch zeigen sich an einigen Stellen Risse, und diese lassen bei dem leicht beweglichen Sandboden auf Hohlräume schliessen. Das Deckwerk liegt ziemlich hoch über dem gewöhnlichen Hochwasser und ist nur selten einem stärkeren Angriff ausgesetzt.

Die Stärke der Decke, die in zwei Lagen von 0 m 04 und 0 m 08 hergestellt wurde, beträgt 0 m 12, das Drahtnetz besteht aus verzinktem, 0 m 0015 starkem Eisendraht und Maschen von 0 m 05 Weite. Das Mischungsverhältnis war 1 Cement zu 5 Teilen Sand mit Kies.

Versuche auf der Hallig Gröde.

Von der Wasserbauinspektion in Husum sind ferner 1899 noch 3 Versuchsstrecken mit Uferdeckwerken in Eisenbeton auf der

Hallig Gröde hergestellt worden. Die einzelnen Strecken wurden befestigt:

1. Mit Cementbetondecke (0 m 06) mit Drahteinlagen und Bücking'schen Ankerschrauben.

2. Mit Cementbetondecke (0 m 06) mit Drahteinlagen ohne Anker.

3. Mit Cementbetondecke (0 m 06) und Möller'schen Erdankern (mit Beton umhüllte Drähte).

Erfahrungen konnten mit diesen Versuchen nicht gemacht werden, weil die Decken bald zerstört wurden; es hatte dies in der Hauptsache darin seinen Grund, dass während der Ausführung die Baustelle unter Wasser kam und der Cement nicht ordentlich abbinden konnte.

Nach den bauwissenschaftlichen Versuchen der preussischen Bauverwaltung, veröffentlicht im *Centralblatt der Bauverwaltung* 1904 S. 498, ist es « nach den auf Gröde und anderwärts gemachten Erfahrungen höchst zweifelhaft, ob es möglich ist, Betondecken von geringer Stärke an Ort und Stelle herzustellen, die dem unmittelbaren Angriff des Seegangs standhalten, auch wenn sie mit Erdankern und Eiseneinlagen versehen werden und durch die Fugenteilung in Felder zerlegt sind ».

Nach derselben Quelle haben sich auf Gröde die 2 m 0 breiten Hinterpflasterungen, die mehr geschützt liegen und aus fertigen 0 m 04 starken Betonplatten bestehen, bis jetzt ziemlich gut gehalten. Es ist deshalb 1902 ein grösserer Versuch mit 0 m 08 starken Platten auf der Insel Nordmarsch gemacht worden.

Buhne auf Sylt.

Zu erwähnen ist noch die Verlängerung einer Buhne auf Sylt, (*Centralblatt der Bauverwaltung* 1904 S. 446), die zwar nicht aus Eisenbeton, sondern nur aus einer 0 m 30 starken Betonschicht besteht, weil sie den Beweis für die Möglichkeit, Eisenbeton auch bei solchen Bauten zu verwenden, liefert. Trotz der geringen Stärke hat die Buhne von 1901 bis 1904 selbst unter dem Angriff starker Stürme keinen Schaden erlitten.

Mittel zur Sicherung.

Nach den vorstehenden Mitteilungen über die Verwendung des Eisenbetons sind besondere Mittel zu seiner Sicherung nur in

selteneren Fällen angewendet worden. Als ein Mittel gegen die Zerstörung des Cementbetons im Seewasser ist der Zusatz von Trass anzusehen, von dem bei den Bauten in Wilhelmshaven Gebrauch gemacht worden ist. Nach Dr. Michaelis wird durch den Trass der im Portland-Cement vorhandene überschüssige Kalk gebunden und so der ungünstigen Einwirkung des Seewassers entzogen.

Nach den Versuchen in Preussen (*Centralblatt der Bauverwaltung* 1904 S. 445.) empfiehlt es sich, bei Seebauten statt des Portland-Cements den zuerst in belgischen Fabriken hergestellten Erzcement zu verwenden, bei dem Eisenerze an die Stelle der Tonerde treten; ein Zusatz von Trass ist auch hier sehr günstig für die Festigkeit.

Bei einer Uferwand in Kolbergemünde ist im Sommer 1898 ein Teil der Aussenflächen der Monierplatten mit einem Oelfarbenanstrich auf Aphrodisin versehen, um zu beobachten, ob er zur besseren Erhaltung beiträgt; Erfahrungen hierüber liegen noch nicht vor.

MOELLER,

Marine-Hafenbaudirektor.

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt

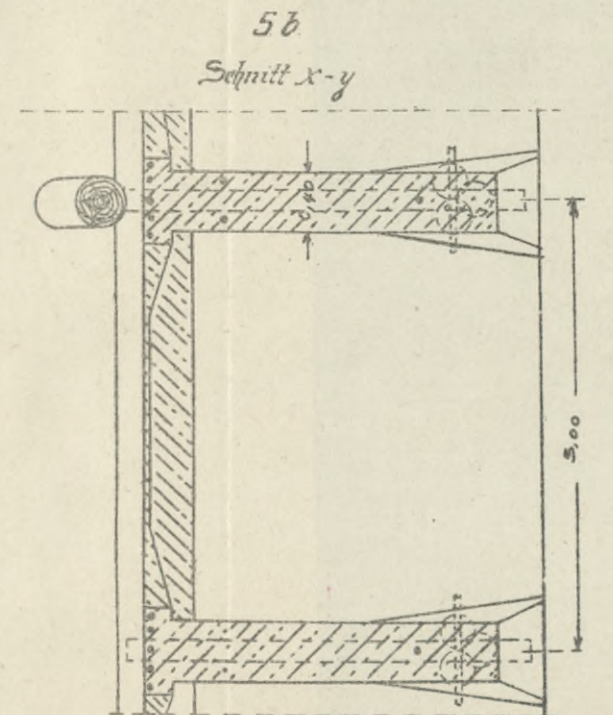
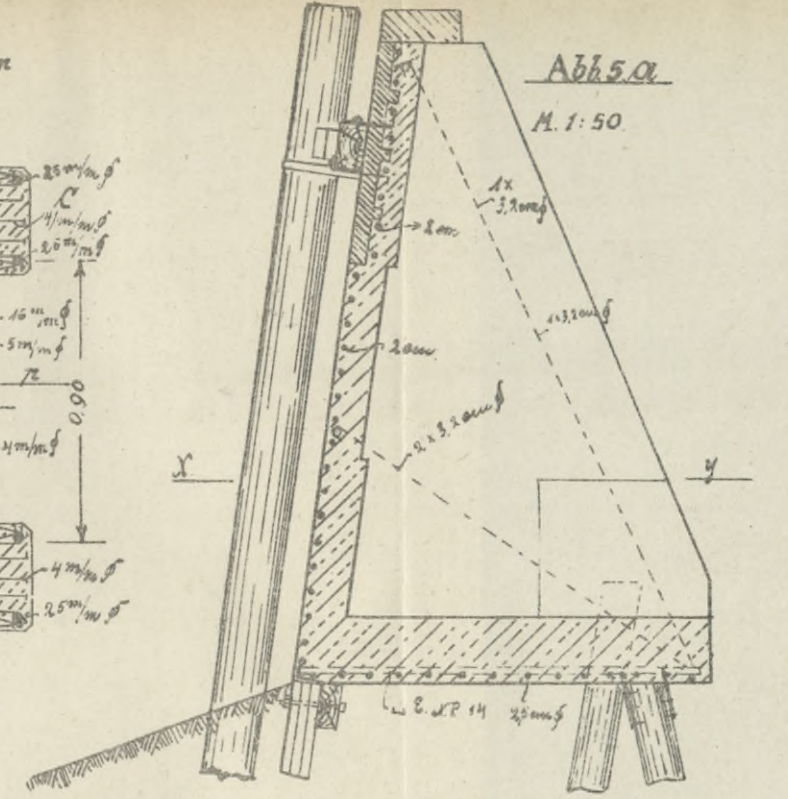
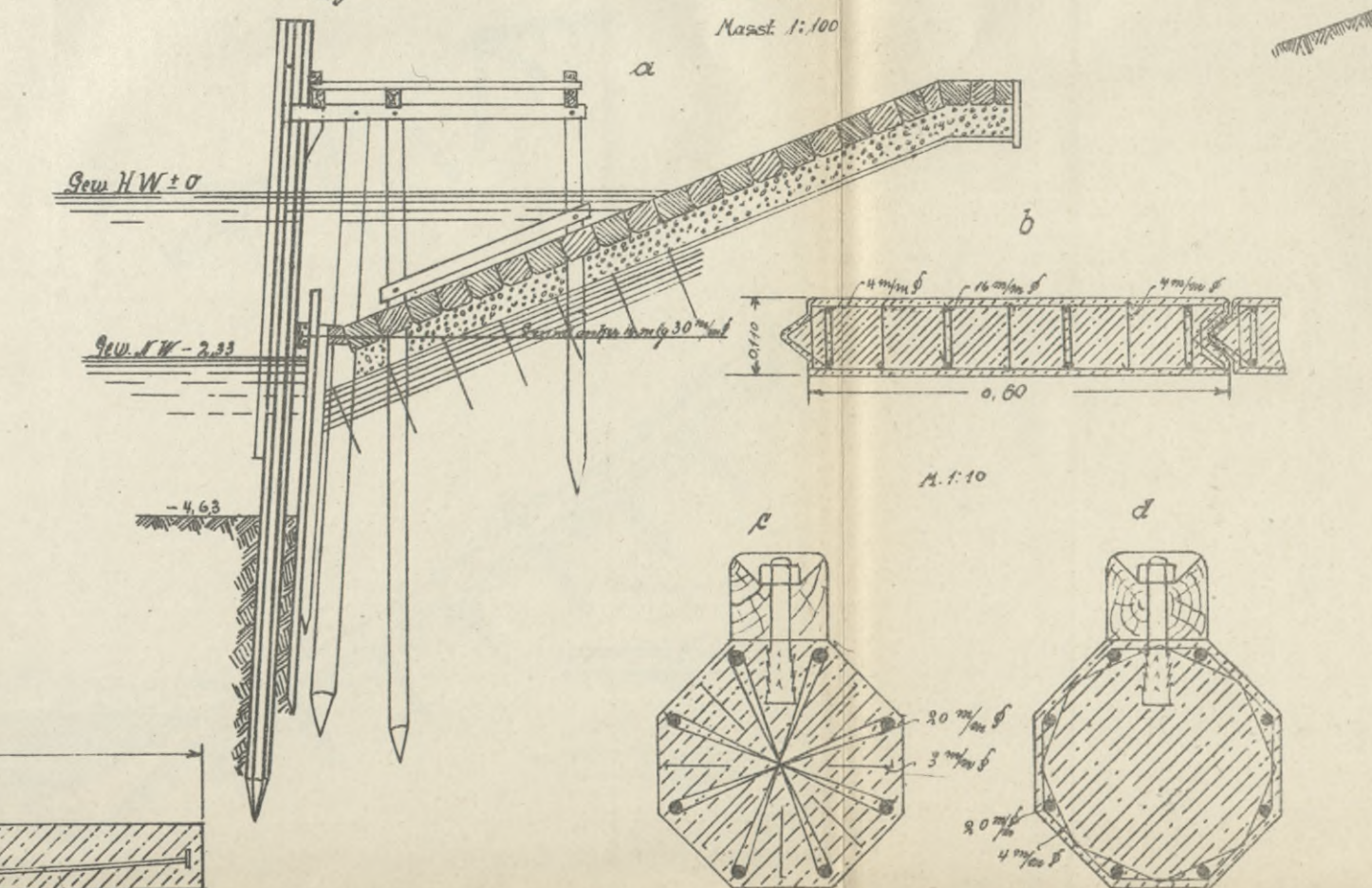
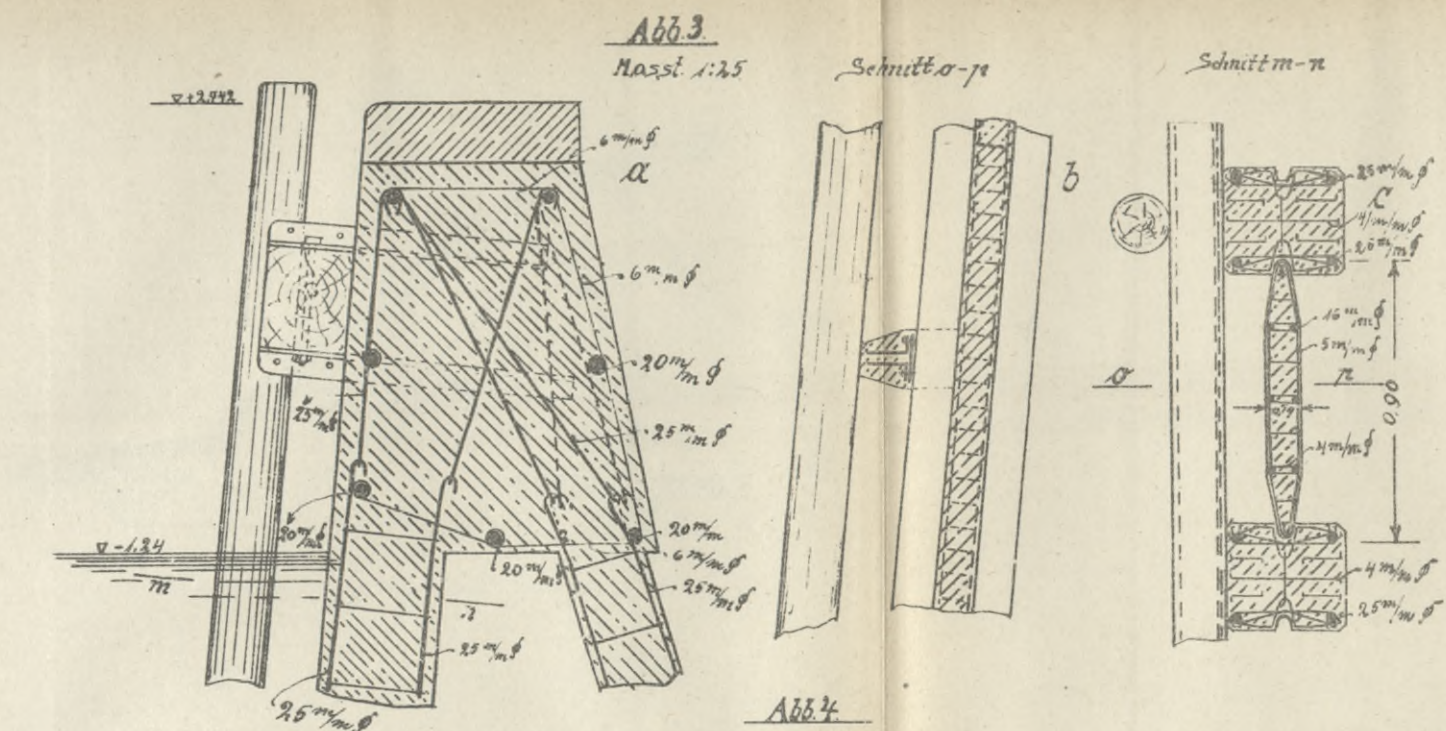
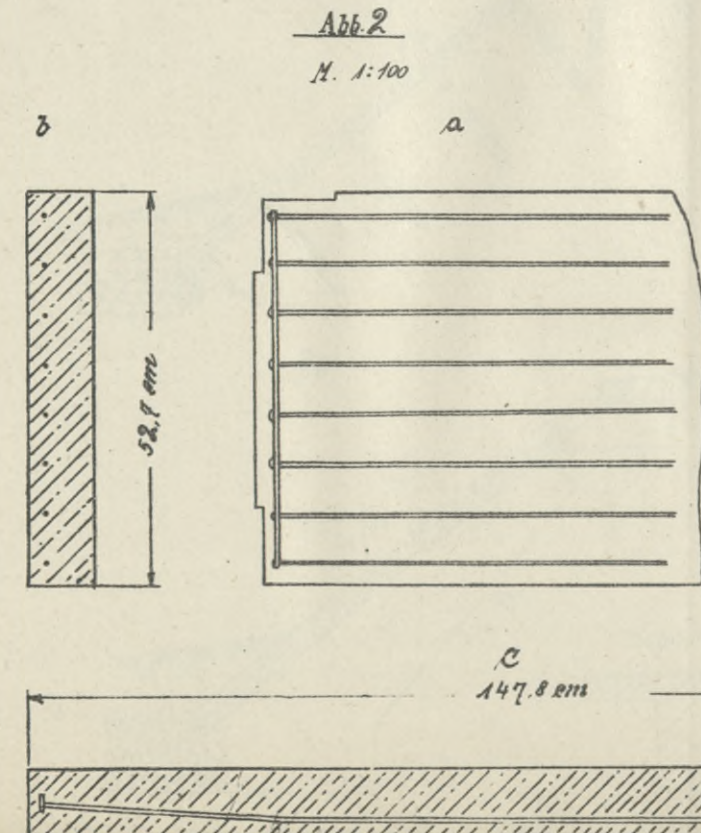
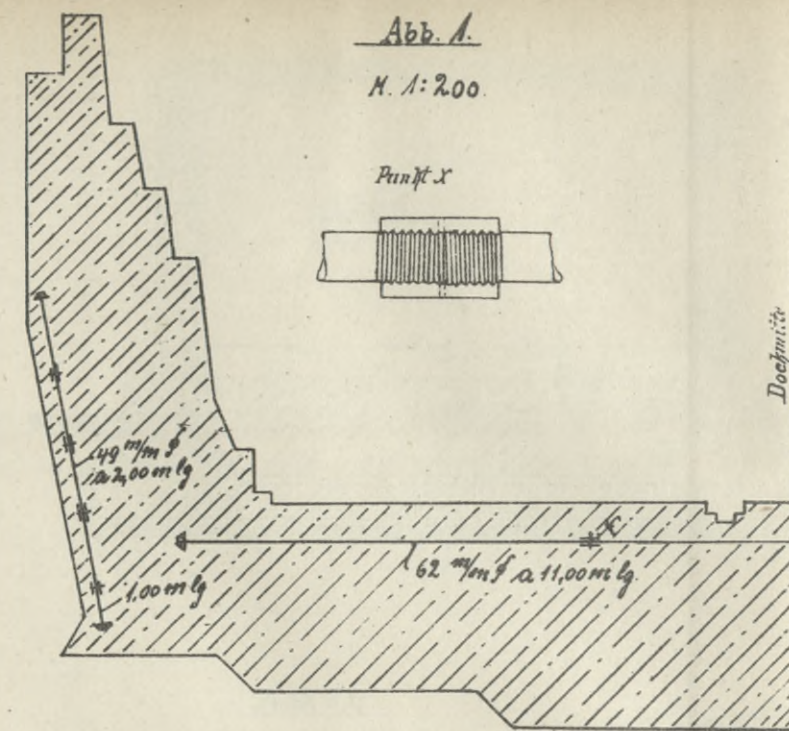
3. Mitteilung

BERICHT

VON

M. MOELLER

BLATT I



XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt

3. Mitteilung

BERICHT

VON

M. MOELLER

BLATT II

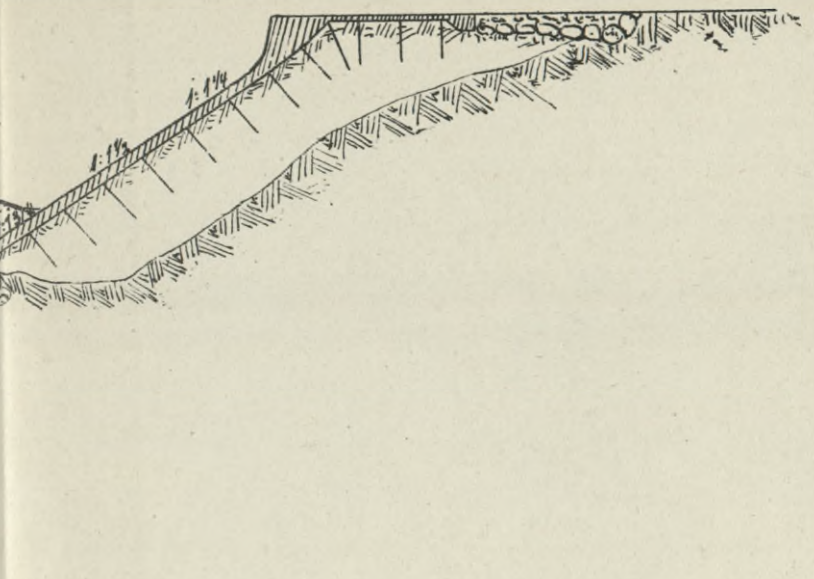
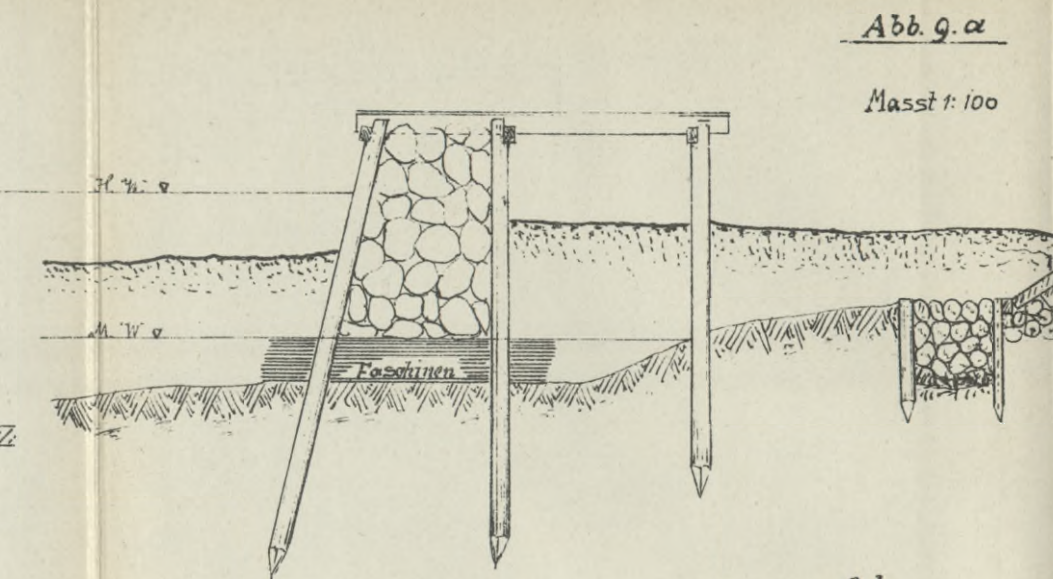
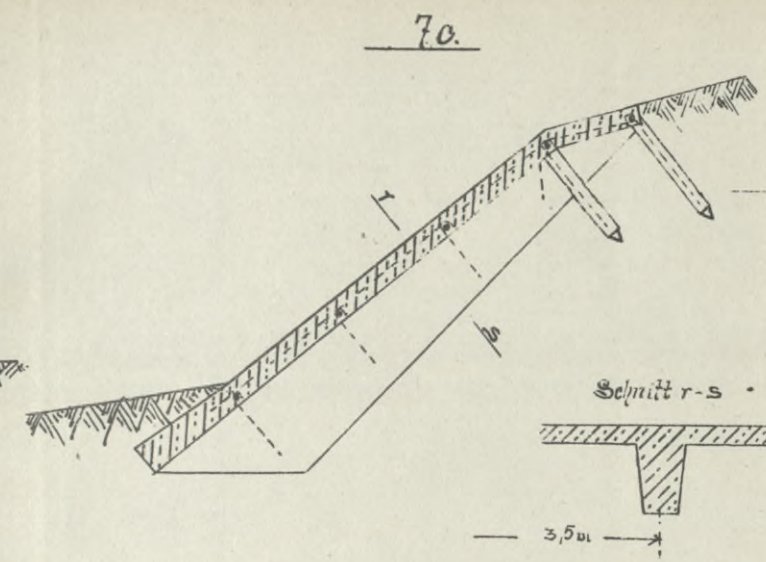
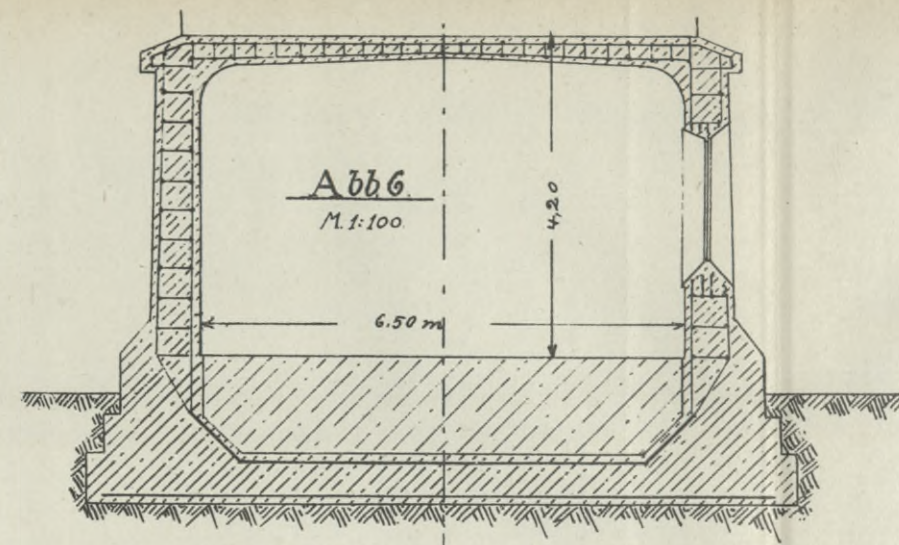


Abb 7a

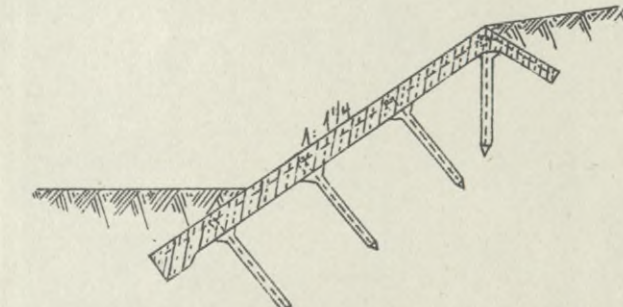
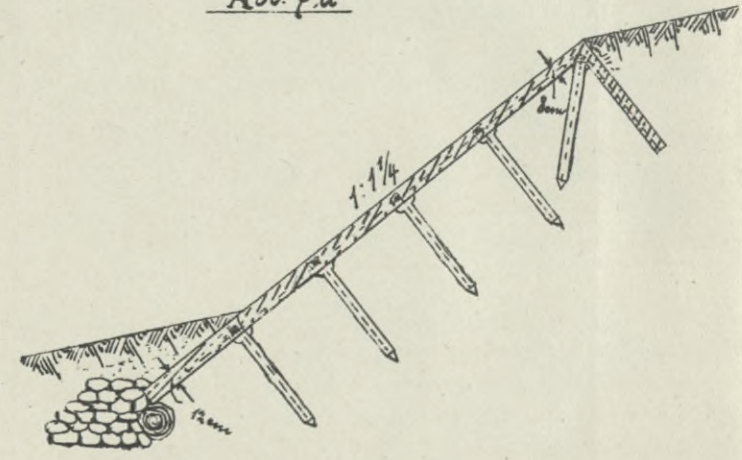
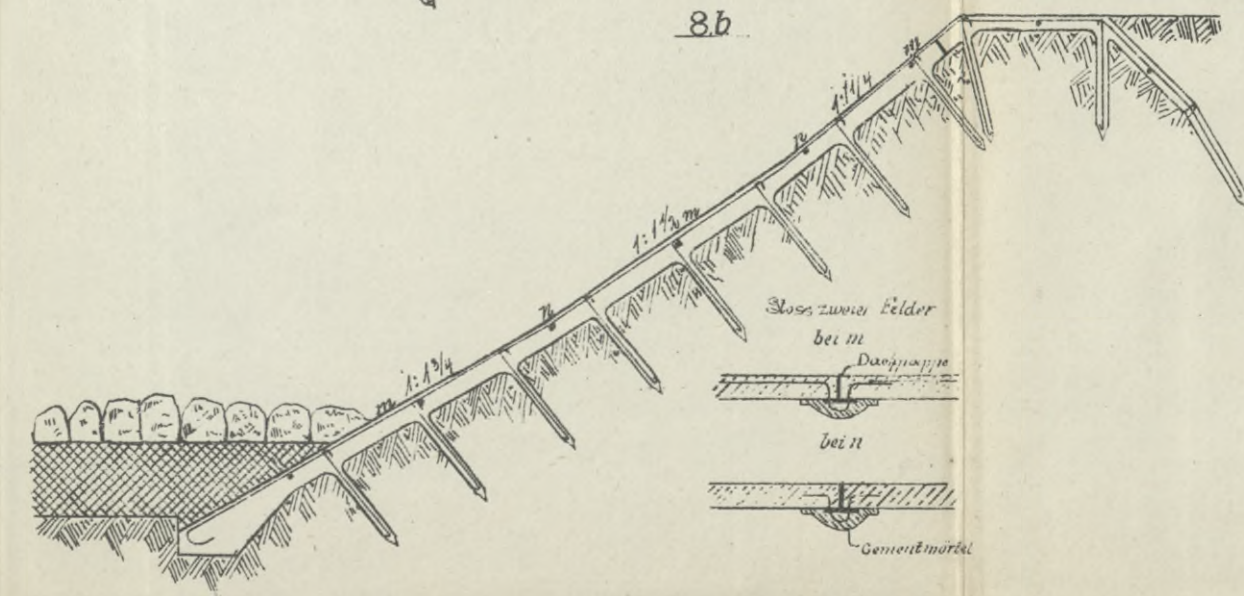


Abb 8a

8b



Schnitt l-k

3.00

Stos zur Erde
 bei m
 bei n
 Gementmörtel

