

3. Raimauern und sonstige Ufereinfassungen.

Dr.-Ing. Ehlers.

Alle zur Herstellung von Ufereinfassungen erforderlichen Pfähle und Bohlen werden im Hamburger Hafen grundsätzlich so tief in den Boden gerammt, daß sie mit ihren Spitzen im tragfähigen Untergrund stehen. Schwimmende Pfahlroste, bei denen die Tragfähigkeit nur durch die Reibung der Pfähle und Bohlen erreicht wird, werden nicht angewendet. Liegt die Hafensohle bereits in der tragfähigen Sandschicht, was bei den neueren tiefen Seeschiffhäfen fast regelmäßig der Fall ist, so werden die Pfähle und Bohlen mit ihren Spitzen bis etwa 3 bis 4 m unter die Hafensohle gerammt, wobei die große Rammtiefe sich nur durch Einspülen der Pfähle mittels Druckwassers erreichen läßt.

Raimauern. Alle bei der Erweiterung der Hafenanlagen während der letzten 20 Jahre zur Einfassung von Seeschiffhäfen entstandenen Raimauern sind auf hölzernem Pfahlrost gegründet. Diese Gründungsart hat sich gegenüber der früher am Kaiserkai, Dalmannkai und Hübenerkai angewendeten Brunnengründung bei den vorhandenen Bodenverhältnissen, bei denen fast überall in den Tiefen von +5 m bis -5 m in wechselnder Mächtigkeit Klai- und Moorschichten vorhanden sind, als die zweckmäßigste erwiesen. Der über dem Pfahlrost befindliche Mauerkörper, der bei den älteren Raimauern aus Ziegelmauerwerk hergestellt wurde, besteht bei den neueren Raimauern aus Riesbeton im Mischungsverhältnis 1 : 8. Für die Verblendung des Mauerkörpers ist an Stelle der früher verwendeten Klinker- und Sandsteinverblendung im letzten Jahrzehnt Säulenbasalt verwandt worden. Je nach den örtlichen Verhältnissen sind die Raimauern entweder mit tiefliegendem Pfahlrost (Oberkante Bohlenbelag auf +2,85 m) im Schutz von Dämmen im Trockenbau oder mit hochliegendem Pfahlrost (Oberkante Bohlenbelag auf +3,65 m) am freien Wasser in Tidebau ausgeführt. Die älteren Raimauern, an denen die kleineren, meist in europäischer Fahrt verkehrenden Seeschiffe laden und löschen, liegen mit ihrer Oberkante auf +8 m, die neueren Raimauern, die von den transatlantischen Dampfern benutzt werden, mit ihrer Oberkante sturmflutfrei auf +9,20 m.

Die in den Abbildungen 73 bis 82 veranschaulichte Raimauer am Stettiner Ufer zeigt eine neuere Anordnung.

Der durch die Hinterfüllung hervorgerufene wagerechte Schub wird im wesentlichen durch eine Reihe von Pfahlböcken aufgenommen, die unmittelbar vor der den Abschluß des Pfahlrostes nach hinten bildenden Pfahlwand stehen. Bei der für Raimauern verwendeten Bockkonstruktion wird der schräge Druckpfahl in den ausgehöhlten geraden Zugpfahl hineingelegt. Beide Pfähle werden durch einen heiß aufgezogenen schmiedeeisernen Ring fest zusammengehalten, in der Höhe des Schwellrostes mit einem Schraubbolzen verbunden und dazwischen durch einen eingeschobenen Eichenholzkeil gegen Verschieben gesichert.

Die untere Breite des Raimauerquerschnitts wird durch die Hafentiefe bedingt. Die Raimauer muß in Höhe des Pfahlrostes so breit sein, daß die freie Länge der Pfahlwand zwischen der Unterkante des Pfahlrostes und dem Eindringungspunkt der Pfahlwand in die Erdböschung ein gewisses, für die Biegefestigkeit der Wand noch zulässiges Maß nicht überschreitet. Dieses Maß beträgt bei der stärksten zur Ausführung kommenden Pfahlwand von 30 cm etwa 5 m. Da dieses Maß von 5 m somit die obere Grenze für die freie Länge der Wand bildet, muß bei zunehmender Hafentiefe die untere Breite der Raimauer wachsen. Für die Raimauer am Stettiner Ufer, die für eine später herzustellende Hafentiefe von -7 m noch standfester sein soll, ergibt sich für den Pfahlrost die erhebliche Breite von 9,20 m. Sie genügt aber auch, um große Biegespannungen in den Pfählen zu vermeiden.

Die Anordnung der Einzelpfähle zum Tragen des Mauerkörpers ist aus der Abb. 74 ersichtlich. Der von dem Pfahlrost getragene Schwellrost besteht aus durchlaufenden Längsholmen und über den Längsholmen angeordneten und mit ihnen verkämmten Querschwellen. Die Längsholme sind an die Pfähle angeblattet und mit den Pfählen durch Schraubbolzen verbunden. Für den vorderen, durch den Kantendruck am meisten beanspruchten Längsholm wird Eichenholz verwendet. Die Pfahlwand wird an ihrem oberen Ende durch zwei Gurthölzer, die mit den Längsholmen auf gleicher Höhe liegen, zusammengehalten. Auf den Längsholmen ist zwischen den Querholmen

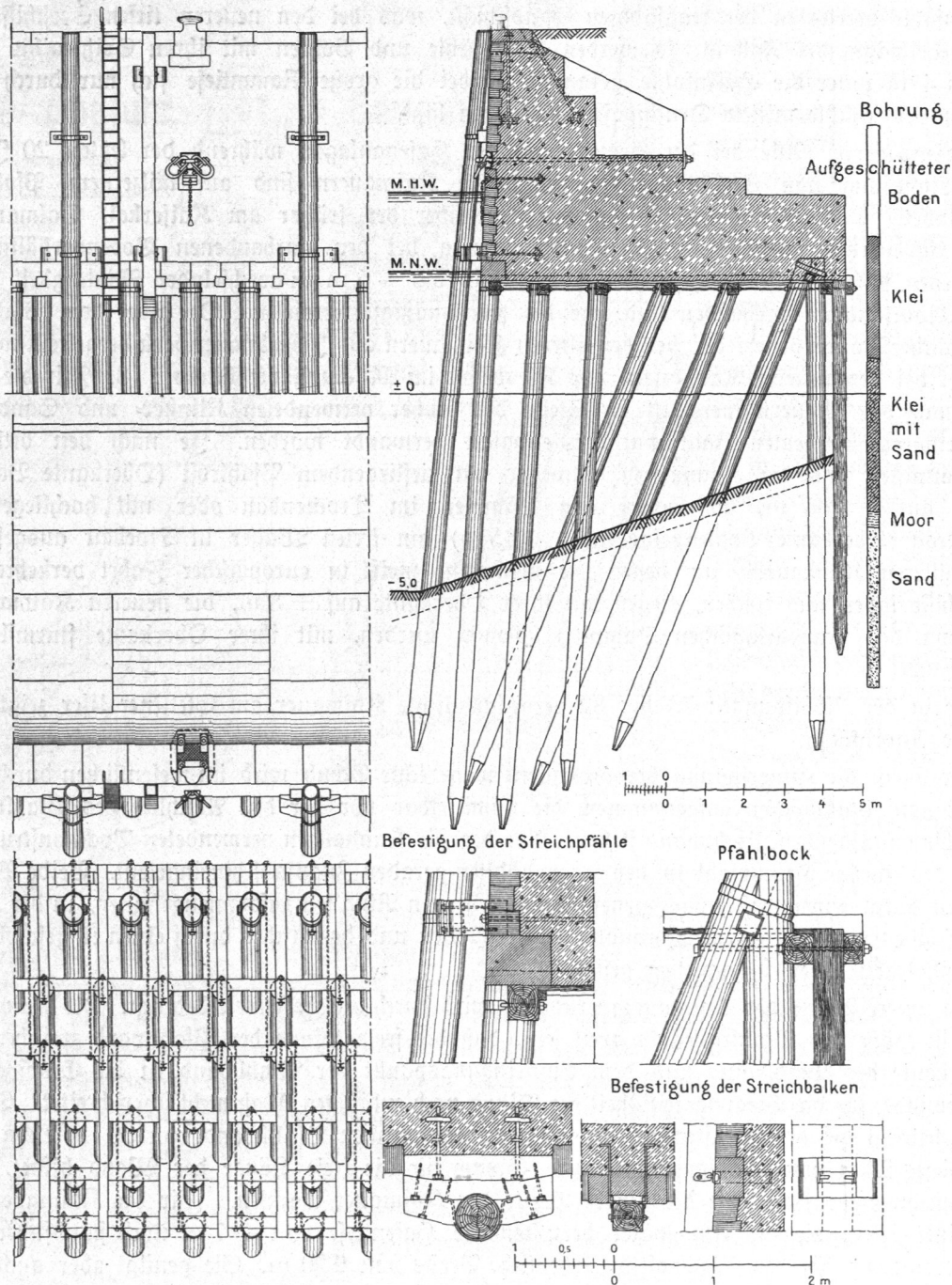
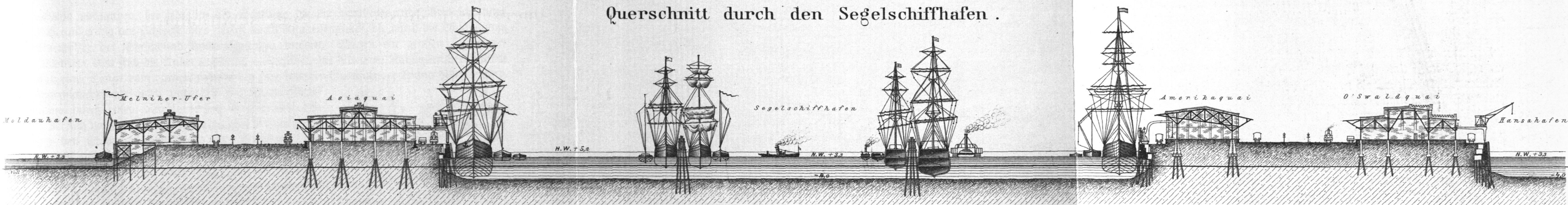
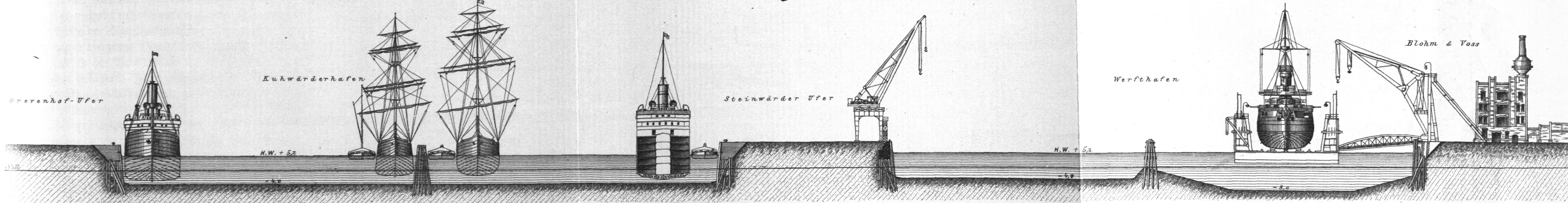


Abb. 73 bis 82. Raimauer am Stettiner Ufer.

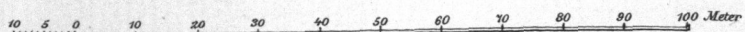
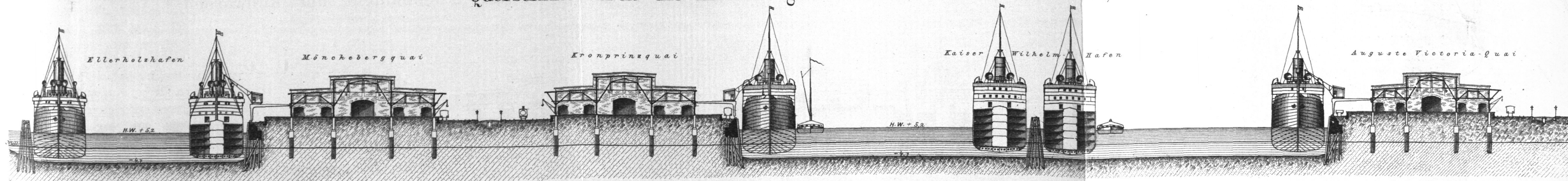
Querschnitt durch den Segelschiffhafen .



Querschnitt durch die Hafenanlagen auf Kuhwärder (Nördlicher Teil) .



Querschnitt durch die Hafenanlagen auf Kuhwärder (Südlicher Teil) .



ein Bohlenbelag vorhanden, der lediglich als Schalung für die darüberliegende Betonschüttung dient. Die Verankerung des Schwellrostes erfolgt durch Rundisenanker, die durch die Längsholme und die Gurthölzer der Pfahlwand hindurchgezogen werden. Wegen der großen Raimauerbreite am Stettiner Ufer sind die Anker zweiteilig ausgeführt, bei kleineren Raimauerquerschnitten werden sie in einer Länge vom vorderen Holm bis zum hinteren Gurtholz der Wand durchgeführt.

Der Betonmauerkörper wird unten in der Vorderfläche der Raimauer durch einen durchlaufenden Granitsockel abgeschlossen, der sich unmittelbar auf das Hirnholz der vorderen Pfähle und den Eichenholzholm stützt. Die Oberkante der Raimauern erhält Granitabdeckplatten. Der Mauerquerschnitt verjüngt sich nach oben, nicht nach einer stetig gekrümmten Linie, sondern in Absätzen; diese Anordnung ist wegen der

auf die wagerechten Flächen der Absätze wirkenden senkrechten Erdlasten für die Standsicherheit der Raimauer vorteilhaft. Für die Befestigung der Schiffe sind die Raimauern mit Pollern, Schäkeln und Ketten ausgerüstet. Die Poller, die bei früheren Ausführungen aus Gußeisen, neuerdings für das Vertäuen der ständig wachsenden Ozeandampfer aus Stahlformguß hergestellt werden, sind in der Raimauer mit vier starken Ankern verankert. Zur Aufnahme dieser Anker ist

der Raimauerquerschnitt entsprechend verstärkt. Die Schäkkel sind etwa in Höhe der Mittelhochwasserlinie an wagerechten Ankern, die durch die ganze Mauer hindurchgehen, befestigt. Die Anker sind in der Vorderfläche der Raimauer in gußeisernen Kästen gelagert. Jeder Schäkkel (Abb. 83) besteht aus zwei zweiteiligen Schäkkelringen, deren beide Teile durch einen Bolzen miteinander verbunden sind, der den schwächsten Teil des Schäkels bildet. Wird der Schäkkel bis zum Reißen beansprucht, so bricht der Bolzen, der leicht erneuert werden kann. Durch diese Anordnung wird das Ausreißen der Ankerösen sowie das Beschädigen der Schäkkelringe vermieden. Unmittelbar unter jedem Schäkkel ist zum Festmachen von Schuten eine an einem Anker befestigte Kette angebracht (s. Abb. 73). Um vom Wasser an Land gelangen zu können, sind an der Raimauer eiserne Steigeleitern angebracht, die an jeder Seite durch einen Streichbalken oder Streichpfahl geschützt sind. Die Streichpfähle dienen im übrigen zum Schutz der Raimauern und besonders ihrer Pfahlgründung gegen Beschädigung durch die bei Flut und Ebbe daran auf- und niedergleitenden Schiffe. Die Befestigung der Streichbalken und Streichpfähle ist aus den Abb. 73 bis 82 ersichtlich. Die Poller und Schäkkel sind in Entfernungen von 24 m, die Ketten in Entfernungen von 8 m, die Steigeleitern in Entfernungen von 48 m und die Streichpfähle 6 bis 9 m voneinander entfernt angeordnet. In alle neueren Raimauern sind mit doppeltem Verfaß versehene, durch I-Träger verstärkte Ausdehnungsfugen eingebaut, die eine Rissbildung in den oft kilometerlangen Mauern verhindern sollen und im allgemeinen in Entfernungen von 48 m ausgeführt werden.

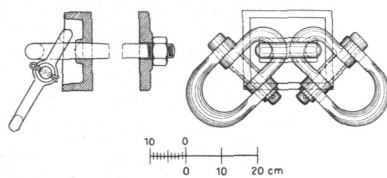


Abb. 83. Schäkkel.

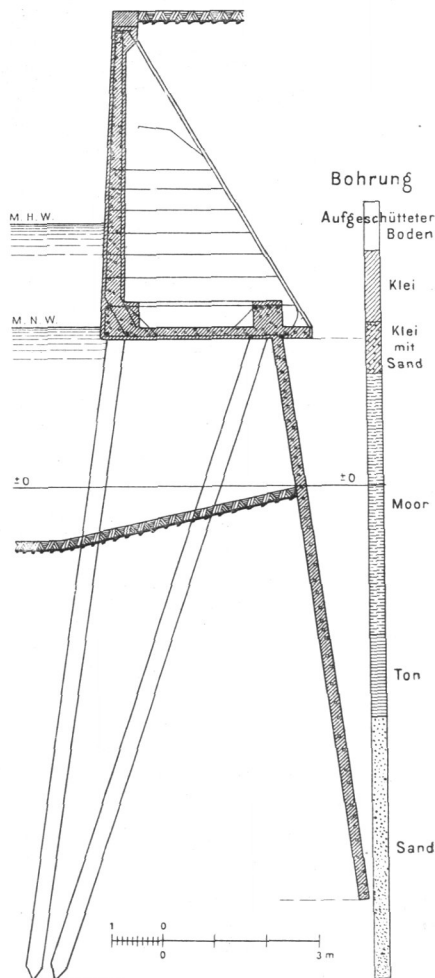


Abb. 84. Ufermauer aus Eisenbeton. (Rofskanal.)

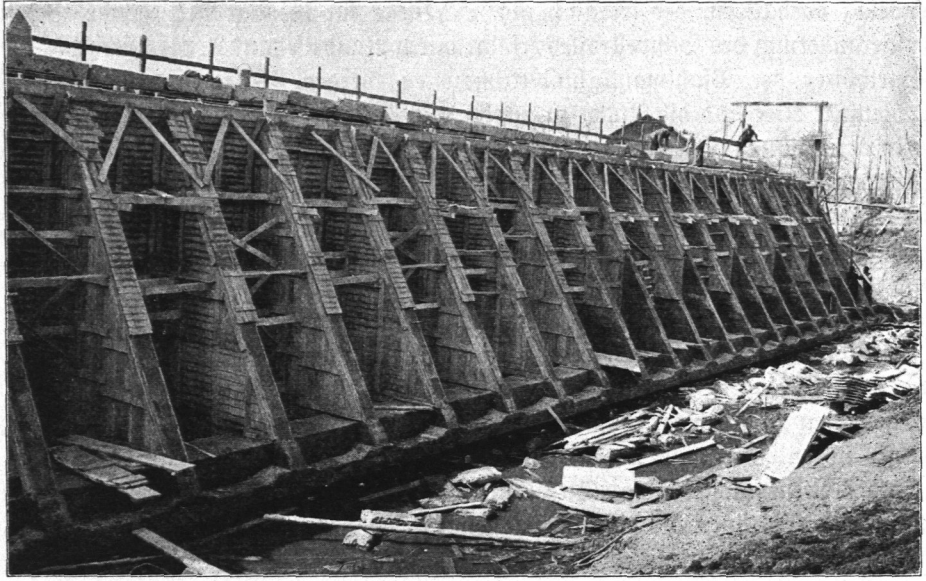


Abb. 85. Rückansicht der Ufermauer aus Eisenbeton. (Kojkanal.)

Der Eisenbeton, der neuerdings auf vielen Gebieten mit der bisherigen Bauweise in Wettbewerb tritt, hat im Hamburger Hafen für Seeschiffskaimauern noch wenig Anwendung gefunden. Die Kaimauern auf Holzpfahlrost haben sich bei gleicher Standsicherheit dem Eisenbeton gegenüber als wirtschaftlicher erwiesen.

Versuchsweise ist neuerdings am Kojkanal eine Ufermauer in Eisenbeton ausgeführt worden. Am westlichen Ende dieses Kanals war für das Verlegen einer schwimmenden Zollabfertigungsstelle eine Nische herzustellen und für die Einfassung dieser Verbreiterung eine Ufermauer erforderlich, die also nicht für das Hinlegen von Seeschiffen benutzt wird. Die Bauart dieser Ufermauer zeigen die Abb. 84 und 85.

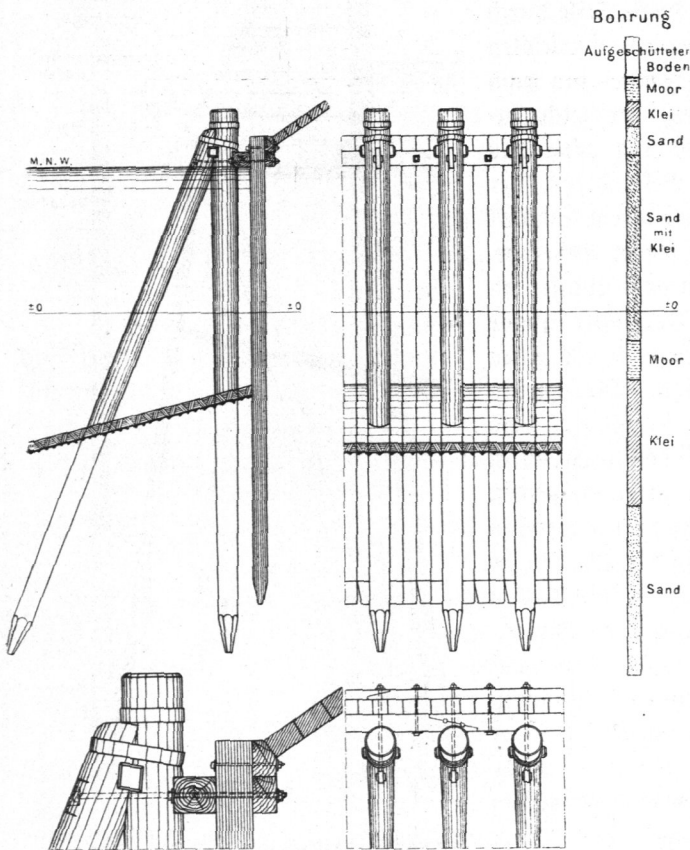


Abb. 86 bis 90. Versteifte Pfahlwand.

Versteifte Pfahl- und Spundwände.

Diese seit vielen Jahren gebräuchliche Uferbefestigung (Abb. 86 bis 90 und Abb. 91 bis 95) hat sich als sehr wirtschaftlich bewährt. Die Stärke der Wand und der Pfähle wird im allgemeinen bedingt durch die freie Höhe der Wand. Unter 26 cm Wandstärke kommen gespundete Bohlen zur Anwendung, in größeren Stärken werden ungespundete Pfahlwände ausgeführt. Die in den Abb. 86 bis 90 wiedergegebene

Pfahlwand dient als Uferbefestigung an der Elbe vor Waltershof; die Spundwand der Abb. 91 bis 95 ist am Rofkanal auf Neuhof und am Neuen Petroleumhafen auf Waltershof auf längeren Strecken ausgeführt worden. Die Spundwand ist entweder 1:7 nach hinten geneigt oder senkrecht angeordnet. Bei der Bockausbildung ist der Schrägpfahl in den Geradpfahl in der dargestellten Weise eingelassen. Den Kopf des Geradpfahles umschließt ein schmiedeeiserner Ring, der das Abspalten des Pfahlkopfes verhindern soll.

Die Bockpfähle werden durch einen zweiten schmiedeeisernen Ring fest zusammengehalten, mit einem Schraubbolzen verbunden und dazwischen durch einen fest eingetriebenen Eichenzolkeil gegen Verschieben gesichert.

Auch diese versteiften hölzernen Pfahl- und Spundwände haben bisher in allen Fällen gegenüber Angeboten in Eisenbeton und in Eisen ihrer Wirtschaftlichkeit wegen immer den Vorzug erhalten.

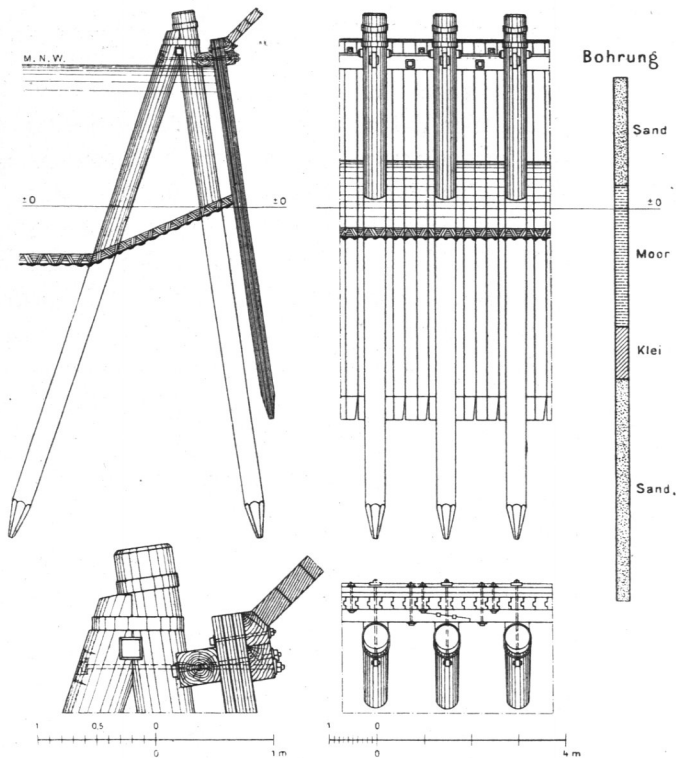


Abb. 91 bis 95. Versteifte Spundwand.

4. Hafenschleusen.

Dr.-Ing. Ehlers.

Die im Hafengebiet vorhandenen Schleusen weichen von den sonst unter diesem Namen bekannten Bauwerken insofern ab, als sie eigentlich nicht dazu dienen, den Schiffen den Übergang von Wasserflächen verschiedener Spiegelhöhe zu ermöglichen. Diese Schleusen sind als Kammerschleusen ausgebildet und haben ein Becken, das an jedem Ende abgeschlossen werden kann. Bei Nichtvorhandensein der Schleusen würde der Strom in den verhältnismäßig engen Verbindungskanälen zeitweilig so stark sein, daß Fahrzeuge ohne Schleppdampferhilfe ihn nicht würden überwinden können, auch würden in den Häfen sich Strömungen in unliebsamer Weise geltend machen.

Der Wasserstandsunterschied an den Schleusen ist dadurch bedingt, daß die Wasseroberfläche in dem Hafenbecken dieselbe Höhe einnimmt, die der Elbstrom an den Mündungen dieser Häfen aufweist; oberhalb der stromaufwärts belegenen Schleusen macht sich das natürliche Gefälle des Stromlaufes geltend. Der Wasserstandsunterschied beträgt bei diesen Schleusen im allgemeinen nicht mehr als 15 bis 20 cm, er kann aber bei besonders hohem Oberwasser bis auf 60 cm und mehr steigen. Beim Eintritt der Flut kommen zwischen Unter- und Oberwasser Spiegelunterschiede bis zu 35 cm Höhe vor.

Dadurch, daß diese Schleusen eine Durchströmung der Häfen verhindern, sichern sie dem offenen Elbstrom und seinen hauptsächlichlichen Nebenarmen einen möglichst großen Wasserdurchfluß und unterstützen hierdurch ihre selbsttätige Tiefhaltung. Ältere Schleusen dieser Art befinden sich am Ostende des Sandtorhafens und des Bakenhafens (s. Tafel II). Zum Abschluß der