

## Abteilung I — Binnenschifffahrt

### Mitteilung 3

(gemeinsam für Abteilung I und II)

- a) **Wirtschaftliche Gestaltung geneigter oder senkrechter Uferneinbauten zum Anlegen der Schiffe.**
- b) **Einrichtungen und Methoden zum Beladen und Entladen ebenso wie zum Umladen von Gütern; Beziehung zum Schienen- und Straßenverkehr.**
- c) **Hafeneinrichtungen zum Beladen und/oder Entladen großer Mengen fester Massengüter (Erze, Kohle usw.) und deren Lagerung oder Weiterverteilung.**

Von Dipl.-Ing. Hermann B u m m, Hafendirektor, Vorstandsmitglied der Duisburg-Ruhrorter Häfen AG, Duisburg und Dr.-Ing. Erich L a c k n e r, Beratender Ingenieur, Prüfenieur für Baustatik, Bremen.

#### Zusammenfassung

##### *I. Wirtschaftliche Gestaltung von Anlegeplätzen für Schiffe an schrägen oder vertikalen Böschungen und Ufern*

In Binnenhäfen genügen zum Umschlag von Massengütern meist geböschte Ufer, die mit einem Bruchsteinpflaster abgedeckt sind und deren Fuß mit einer Steinschüttung geschützt ist. Am Fuß des Bruchsteinpflasters ist ein möglichst tiefgreifender Sporn gegen Unterspülung herzustellen. Die Steinschüttung ist gegen Ausspülung durch das Schraubenwasser der Motorschiffe mit Bitumenverguß zu sichern.

Senkrechte Ufermauern sind in Binnenhäfen aus umschlagtechnischen Gründen meist nicht erforderlich und ca. 20% teurer als teilweise senkrechte Wände. Die teilweise senkrechte Wand wird nur bis zur Höhe des Mittelwassers ausgeführt und darüber eine Böschung in der Neigung 1 : 1,25 angeordnet, die mit Bruchsteinpflaster abgedeckt wird.

Die senkrechten oder teilweise senkrechten Uferneinbauten werden aus Stampfbeton, Stahlbeton oder als verankerte Spundwände hergestellt. Welche Bauweise wirtschaftlicher ist, richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen.

##### *II. Ausrüstung und System für das Laden und Löschen sowie für den Umschlag von Waren; Beziehung zu Straßen- und Schienenverkehr*

Bei der Ausgestaltung der Kaianlagen in den Binnenhäfen sollte man möglichst großzügig verfahren, da für den Umschlag von Stückgütern erfahrungsgemäß viel Platz zum zeitweisen Absetzen der Güter benötigt wird. Durch den Einsatz von Flurförderern ist es nicht mehr nötig, das Lagerhaus möglichst nahe an das Ufer zu legen. Bei starkem Eisenbahnverkehr sind auf der Wasserseite 3 Gleise erforderlich. Die Verlade-rampe soll möglichst 6—8 m breit sein. Wenn der Lastkraftwagen-Verkehr überwiegt und man mit 2 Gleisen auskommen kann, ist es zweckmäßig, die Rampe auf 10—11 m zu verbreitern und hier den Lastkraftwagen für den Direktumschlag zum Schiff fahren zu lassen. Der Lagerschuppen liegt dann 33 m von der Kaikante zurück. Auf der Landseite der Schuppen ist kein Gleis und keine Rampe vorzusehen, da die Lastkraftwagen mit Gabelstaplern beladen werden können. Es ist dann nicht mehr nötig, daß die Lastkraftwagen quer zum Lagerhaus ihre Ladung aufnehmen, wodurch an Straßenbreite gespart wird.

### III. Hafenausrüstung für das Laden und Löschen von Massengütern (Erz, Kohle usw.) und für die Lagerung und Weiterverteilung

Erzumschlagplätze werden nicht mehr mit den bisher üblichen Verladebrücken ausgerüstet; das Löschen am Kai geschieht durch Wippkrane oder Uferentlader, die in einen Trichter löschen, von dem das Erz über eine Förderbandanlage weitertransportiert wird. Die Verteilung des Erzes auf dem Lagerplatz und die Rückverladung geschieht durch besondere Band- und Verladebrücken. Der Vorteil dieser Ausrüstung liegt darin, daß das Löschen, Lagern und die Rückverladung mit verschiedenen Geräten erfolgt, also unabhängig voneinander ist. Derartige Anlagen sind auch für das Löschen anderer Schüttgüter geeignet.

Die Beladung von Binnenschiffen mit Erz geschieht auch über Bandanlagen, die über einen Ausleger mit Niedertrageband die Schiffe schonend beladen. Die Massengüter werden entweder mit Selbstentlader angefahren, die über Zwischenbunker entleert werden, oder über Waggonkipper.

#### Inhalt

	Seite
I. Vorbemerkung . . . . .	154
II. Wirtschaftliche Gestaltung von Anlegeplätzen für Schiffe an schrägen oder vertikalen Böschungen und Ufern . . . . .	154
III. Ausrüstung und System für das Laden und Löschen sowie für den Umschlag von Waren; Beziehung zum Straßen- und Schienenverkehr . . . . .	162
IV. Hafenausrüstung für das Laden und Löschen von Massengütern (Erz, Kohle usw.) und für die Lagerung und Weiterverteilung . . . . .	165

#### I. Vorbemerkung

Die technische Entwicklung, die die Umschlaggeräte, Krane, Flurförderer, Gabelstapler, Förderbandanlagen usw., genommen haben, gibt die Möglichkeit zu einer betrieblich rationalen Ausgestaltung der Kaianlagen in einem Hafen. Die Kenntnisse, die daraus in deutschen Binnenhäfen gewonnen wurden, werden im folgenden behandelt.

#### II. Wirtschaftliche Gestaltung von Anlegeplätzen für Schiffe an schrägen oder vertikalen Böschungen und Ufern

1. Zur Uferbefestigung in Binnenhäfen genügen beim Umschlag von Massengütern meist geböschte Ufer, die mit Bruchsteinpflaster abgedeckt sind und deren Fuß mit einer Steinschüttung geschützt ist. Entscheidend für die Standfestigkeit des Bruchsteinpflasters ist die Sicherung des Böschungsfußes. Zumindest muß der Fuß der Pflasterböschung durch einen möglichst tiefgreifenden Sporn gegen Unterspülung gesichert sein. Die Herstellung des Spornes aus Beton empfiehlt sich nur, wenn die Ausführung in trockener Baugrube möglich ist, also meist nur bei Neuanlage eines Hafens, andernfalls ist keine Gewähr gegeben, daß eine Betonmauer einwandfrei wasserdicht ausgeführt wird. Bei Betonwänden begnügt man sich meist mit einer Gründungstiefe von 1,2–1,5 m, die aber bei starkem Verkehr von Motorgüterschiffen nicht ausreichend ist. Wenn der Schlitz für die Gründung nicht einwandfrei trockenlegen ist, empfiehlt sich statt dessen die Anordnung einer leichten Spundwand. Die Spundwand hat den Vorteil, daß sie ohne Wasserhaltung und in größerer Tiefe, am besten 2,5–3 m ausgeführt werden kann.

Die Steinschüttung vor dem Bruchsteinpflaster ist dem Angriff des Schraubenwassers der Motorschiffe ausgesetzt, die den Kies unter der Steinschüttung wegsaugen, so daß die Steine im Untergrund versinken und schließlich das Bruchsteinpflaster zum Einsturz kommt. Die Steinschüttung erfordert daher einen erheblichen Unterhaltungsaufwand, weil immer neue Steine nachgepackt werden müssen. Es empfiehlt sich deshalb, die Steinschüttung durch Bitumenverguß oder Colgretebeton zu sichern. Bitumen muß in den ersten Jahren oft nachgegossen werden, bis die Steinschüttung steht. Auf Grund allgemeiner Erfahrungen hat der Arbeitsausschuß „Ufereinfassungen“ der Hafentechnischen Gesellschaft eine Empfehlung für die Ausbildung von Anlege- oder Umschlagböschungen in Flußhäfen herausgebracht, die im folgenden Wortlaut wiedergegeben wird:

„Ausbildung von Anlege- oder Umschlagböschungen in Flußhäfen:

Da an Flüssen mit starken Wasserspiegelschwankungen lotrechte Ufer teuer sind, werden hier häufig die wesentlich billigeren gepflasterten Uferböschungen angewendet. Diese erfordern bisher aber erhebliche Unterhaltungsarbeiten. Sie sind unter anderem auf Schraubeneinwirkungen, das Einholen ausgeworfener Anker, Auswaschen des Untergrundes, Winterschäden und auf Rutschungen zu steiler Böschungen zurückzuführen“.

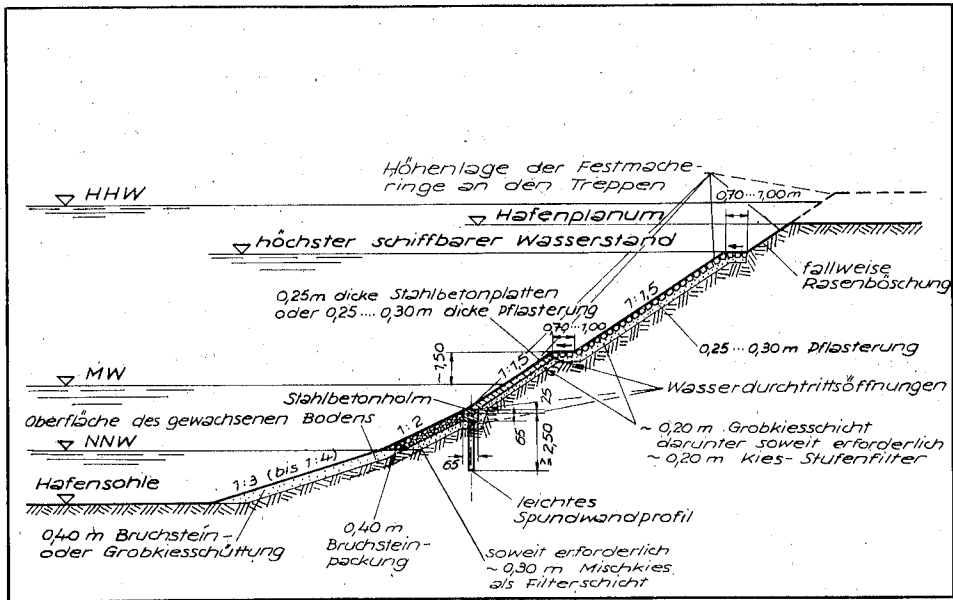


Bild 1

Ausbildung eines schräg geböschten Ufers in einem Binnenhafen.

Auf Grund gesammelter Erfahrungen wird bei nichtbindigem, mitteldicht gelagertem, gewachsenem Untergrund die in Bild 1 dargestellte Uferbildung empfohlen. Hierbei sind drei Hauptabschnitte der Böschungssicherung zu unterscheiden.

Im unteren Abschnitt schließt sich an die Hafensole bis zur Höhe des niedrigsten Niedrigwassers je nach den örtlichen Verhältnissen eine befestigte oder unbefestigte Böschung in der Neigung 1 : 3 an. In gefährdeten Bereichen mit starker Strömung ist an Stelle von 1 : 3 die Neigung 1 : 4 anzuwenden. Darüber liegt eine befestigte Böschung in

der Neigung 1:2, die je nach den Möglichkeiten der Bauausführung etwa bis 1 m unter mittleren Wasserstand reicht. Die Befestigung besteht aus einer rund 0,40 m dicken Bruchsteinpackung von etwa 15 kg Gewicht, die möglichst durch einen leichten Bitumenverguß verkittet werden soll. Wenn unter der Bruchsteinpackung Boden ansteht, der durch die Packung hindurchgespült werden kann, muß dies durch einen rund 0,30 m dicken Mischkiesfilter mit geeignetem Kornaufbau verhindert werden. Das gleiche gilt auch für eventuelle Bodenausspülungen am Fuß der Steinpackung.

Der untere Teil der Böschung, der vor allem durch Schraubeneinwirkung und Anker gefährdet ist, wird vom mittleren Teil durch eine mindestens 2,50 m lange Spundwand getrennt. Hierfür reichen leichte Stahlspundwände oder gleichwertige Stahlbeton- bzw. Holzspundwände aus. Letztere kommen aber nur in Frage, wenn sie durch Fäulnis nicht gefährdet sind. Die Spundwand soll verhindern, daß Schäden vom unteren in den mittleren Böschungsbereich übergreifen. Hierzu muß sie am Kopf durch einen kräftigen Holm, der gefährdete Strecken überbrücken kann, gestützt werden. Dieser Holm wird zweckmäßig in Stahlbeton ausgeführt.

Der durch Spundwand und Stahlbetonholm gesicherte mittlere Böschungsbereich reicht etwa bis 1,50 m über mittleren Wasserstand. Er wird in der Neigung 1:1,5 ausgeführt, mit anschließender 0,70 m bis 1,0 m breiter Berme als Gehweg. Für diesen Bereich haben sich, abgesehen von Fällen mit Schrottverladung, rund 2,0 m breite und 0,25 m dicke Stahlbetonplatten als Abdeckung gut bewährt. Sie lassen sich als Fertigteile rasch verlegen. Gleichfalls gut bewährt haben sich 0,25 m bis 0,30 m dicke Pflasterungen.

Die mittlere Böschungszone ist besonders sorgfältig gegen Wasserüberdruck von der Landseite, aber auch gegen Auswaschen des stützenden Untergrundes zu sichern. Bei Pflasterungen ist außerdem noch für einen guten Verband mit ausreichender gegenseitiger Stützung der Pflastersteine zu sorgen. In jedem Falle wird unter der Deckschicht eine 0,20 m dicke Grobkiesschicht als Drainage angeordnet. Im Bedarfsfalle ist darunter noch ein 0,20 m dicker Kies-Stufenfilter einzubauen.

Die Fugen der Stahlbetonplatten werden im allgemeinen mit Bitumen geeigneter Mischung vergossen. Die Pflasterfugen werden nur zum Teil 5 cm tief mit Zementmörtel ausgefügt bzw. mit Bitumen vergossen, so daß bei gegenseitiger Stützung der Steine noch ein ausreichender Wasserdurchtritt möglich bleibt. Regelmäßig geformte Steine können aber auch ohne besondere Fugen Stein an Stein verlegt werden. In Orlhäfen ist ein Bitumenverguß der Fugen nicht angebracht, da hier das Bitumen aufweichen oder sich auflösen könnte.

Als Pflasterung kommen z. B. in Frage: unbehauene Sandsteine, Basaltbruchsteine, Basaltsäulen und Betonsteine. Betonsteine sollen in möglichst dichtem Beton etwa 50 kg schwer ausgeführt werden.

An die Berme schließt sich als oberer Abschnitt eine weitere Pflasterböschung unter 1:1,5 an. Sie reicht mindestens bis zum höchsten schiffbaren Wasserstand und hat am oberen Ende eine 0,70 bis 1,0 m breite Berme oder den entsprechenden Abschluß im Hafenanplanum.

Endet die Pflasterung unter dem Hafenanplanum, wird der oberste Teil als Rasenböschung unter 1:1,5 m oder flacher ausgeführt. In Orlhäfen empfiehlt es sich, die Pflasterung bis zum Hafenanplanum zu führen. Bei Flußhäfen mit einem Hafengelände über dem höchsten Hochwasserstand muß die Pflasterung mindestens bis zum höchsten Hochwasserstand reichen.

Um den Personenverkehr zu den Schiffs Liegeplätzen zu ermöglichen, werden etwa 1 m breite Treppen in rd. 40 m Abstand angelegt. Sie beginnen am Spundwandholm und füh-

ren, der Böschung folgend, bis zum Hafenplanum. Beiderseitig der Treppen werden Festmachinge angebracht. Gelegentlich werden im Hafenplanum zwischen den Treppen auch leichte Poller angeordnet.

Die Ausführungskosten für Böschungen nach Bild 1 sind bei mittleren Uferhöhen etwa halb so groß wie die einer teilweise senkrechten Wand (Bild 2, 6 und 7).

2. Wenn mit größerem Verkehr von Motorgüterschiffen zu rechnen ist, die zudem noch mit starken Motoren ausgerüstet sind, ist die Steinschüttung vor dem Bruchsteinpflaster auf die Dauer nicht zu halten oder erfordert zumindest einen derart hohen Unterhaltungsaufwand, daß bei Kapitalisierung dieser Kosten eine senkrechte oder teilweise senkrechte Wand, bei der der Steinwurf fortfällt, wirtschaftlicher wird. Senkrechte Ufer werden in Binnenhäfen im allgemeinen nur angewandt, wo das für die Entwicklung des Hafens zur Verfügung stehende Gelände durch die Natur oder die Bebauung so beengt ist, daß man zu einer möglichst weitgehenden Ausnutzung der Kaifläche gezwungen ist oder wenn die Umschlagbedingungen es erfordern. Sie sind bei großer Wasserstandsschwankung, also hoher Uferwand, etwa um 20% teurer als teilweise senkrechte Wände. Bei hohen Nutzlasten ist der Kostenunterschied noch größer.

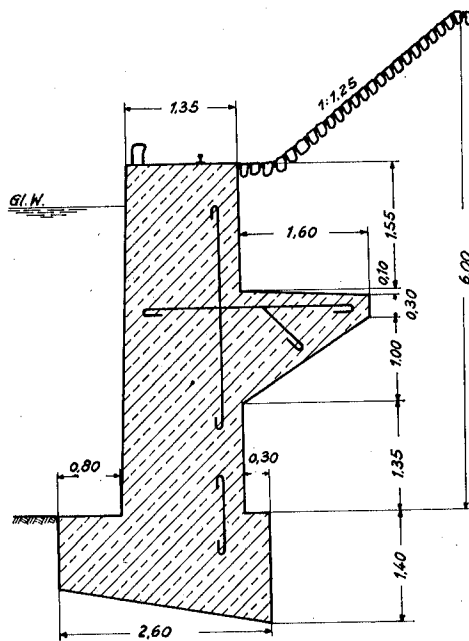


Bild 2

Ausbildung eines senkrechten Ufers in Stampfbeton mit Entlastungssporn

An der senkrechten Kaimauer muß das Schiffpersonal über Steigeleitern große Höhenunterschiede überwinden, um an Land zu kommen. Die häufig in Nischen angeordneten Treppen erfordern einen unbequemen Bauaufwand, verschmutzen leicht und sind an der sonst glatt durchlaufenden Kaimauer Gefahrenquellen, da eine Absicherung durch Geländer wegen des Kranbetriebes nicht möglich ist.

Wenn genügend Gelände zur Gestaltung des Hafens vorhanden ist, besteht keine Veranlassung zur Anordnung einer vollkommen senkrechten Wand. Die teilweise

senkrechte Wand wird bis zur Höhe des mittleren oder am häufigsten auftretenden Wasserstandes geführt, über der eine mit Bruchsteinpflaster abgedeckte Böschung in der Neigung 1 : 1,25 liegt. (Bilder 2, 6 und 7). Die Treppen führen auf der Böschung 1 : 1,25 bis zum Mittelwasser, so daß hier Steigeleitern an der senkrechten Wand durchaus genügen, weil sie nicht mehr so lang sind und nur bei sehr niedrigen Wasserständen benutzt werden müssen. Die an der Oberkante Spundwand entstehende Berme wird als Laufgang von dem Schiffpersonal sehr geschätzt. Es besteht keine Gefahr, daß die Schiffe auf der Spundwand bei höheren Wasserständen aufsetzen, da beladene Schiffe immer genügend weit von der Böschung abliegen. Es ist nach jahrelanger Erfahrung auch noch nicht vorgekommen.

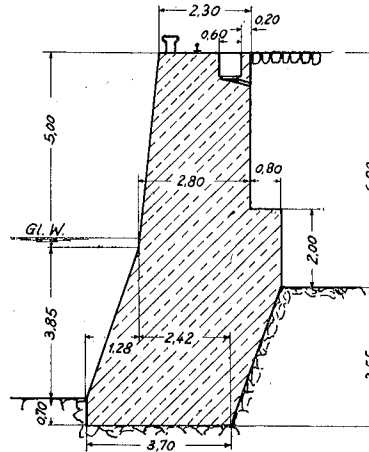


Bild 3

Ausbildung eines Ufers in Stampfbeton in einem Binnenhafen

3. Die senkrechten oder teilweise senkrechten Uferneignungen werden aus Stampfbeton, Stahlbeton mit oder ohne Entlastungssporn und aus verankerten Spundwänden hergestellt. Welche Bauweise am wirtschaftlichsten ist, richtet sich nach der örtlichen Lage, den Untergrundverhältnissen, den Wasserständen und der Bauzeit. In Bild 2 ist eine Ufermauer bei nur geringer Bauhöhe mit Sparbewehrung vor allem am Entlastungssporn dargestellt. Ob ein Entlastungssporn vorteilhaft ist, richtet sich nach den Belastungsverhältnissen und der Höhe der Mauern. In den Bildern 3 bis 5 sind weitere ausgeführte Beispiele von Betonkaimauern dargestellt. Beton- und Stahlbetonmauern werden vorzugsweise beim Neubau von Hafenanlagen ausgeführt, wenn die Mauer in trockener Baugrube vor dem Füllen der Becken hergestellt werden kann. Massive Ufermauern müssen auch angewandt werden, wenn der Untergrund für eine Spundwand nicht rammbaar ist, also aus Fels besteht oder wenn eine Spundwand durch Korrosion, z. B. beim Umschlag aggressiver Chemikalien oder durch Sandschliff, besonders gefährdet wäre.

4. Die Spundwandbauweise wird unter normalen Verhältnissen am billigsten, wenn das Eisenmaterial frachtgünstig zur Verfügung steht. Nach langjähriger Erfahrung sind Stahlspundwände in Binnenhäfen durch Korrosion, abgesehen von Sonderfällen, nur wenig gefährdet. Der Substanzverlust beträgt im Mittel etwa 0,01 mm pro Jahr. Die Verankerung von Spundwänden wird in den letzten Jahren anstatt der bisher üblichen Rundstahllanker mit Verankerungsplatten oder durchlaufender Verankerungsspundwand

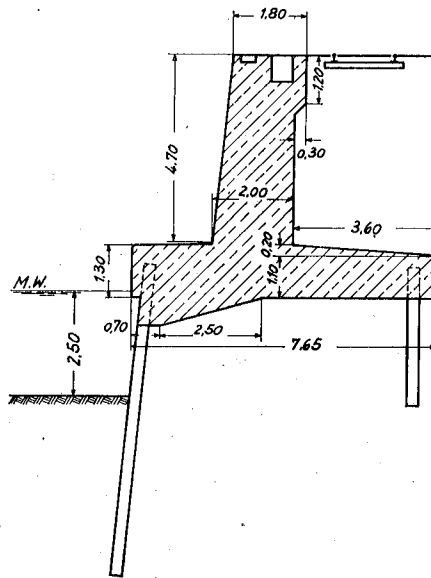


Bild 4  
Ausbildung eines Ufers in Eisenbeton mit Entlastungssporn

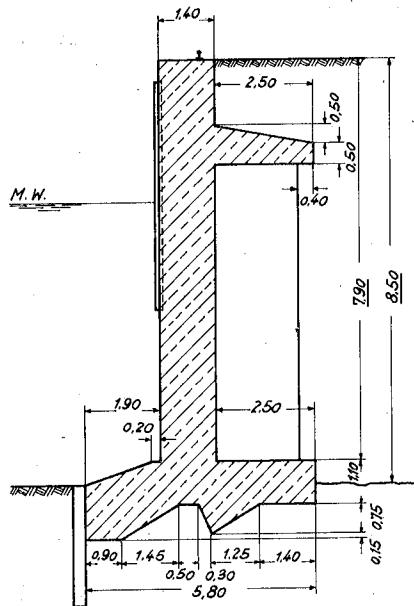


Bild 5  
Ausbildung eines Ufers in Eisenbeton als Winkelstützmauer

oft mit Verankerungspfählen, z. B. durch horizontal liegende Bohrpfähle, vorgenommen. Der Bohrpfahl wird von der Wasserseite mittels eines dünnwandigen Bohrrohres von 4—5 mm Wanddicke und 20—30 mm  $\phi$ , wie bei einem senkrechten Eisenbetonpfahl, eingebohrt. Ein verdickter Fuß wird entweder durch ein besonderes Bohrwasser oder bei nicht zu großer Tiefenlage des Ankers von oben durch ein zweites Bohrloch im Durchmesser des Pfahlfußes hergestellt. Nach Einlegen eines Rundstahl- oder Kabelankers oder von Bewehrungsseisen in das Bohrrohr, dessen Enden im Fuß auseinander-gespreizt werden, werden Bohrrohr und Fußverbreiterung von der Wasserseite her mit Beton B 300 durch eine Betonpumpe gefüllt. Eine andere Art der Verankerung sind schräg gerammte Spundbohlen oder verpreßte gerammte Ankerpfähle. Bei letzteren wird eine Stahlspitze mit angeschlossenem schweren Rundstahlanker oder zwei gespreizten [ ]-Stählen schräg in den Boden gerammt, und der durch die breitere Spitze entstehende Hohlraum während des Rammens laufend mit Zementmilch verpreßt. Dadurch entsteht um den Stahlanker ein unregelmäßiger Pfahl aus Verpreßmasse, der durch seine gute Verbindung mit dem Untergrund bei nichtbindigem Boden eine große Zugkraft aufnehmen kann. Die Pfahlverankerung hat den Vorteil, daß die ganze Uferbefestigung von der Wasserseite ausgeführt werden kann. Sie eignet sich daher besonders für den Ein- oder Umbau in bestehenden Hafenanlagen, da der Umschlagbetrieb nur auf kurze Strecke behindert wird, insbesondere keine Gleise aufgenommen und auf den Lagerplätzen keine Baugruben aufgedigelt werden müssen.

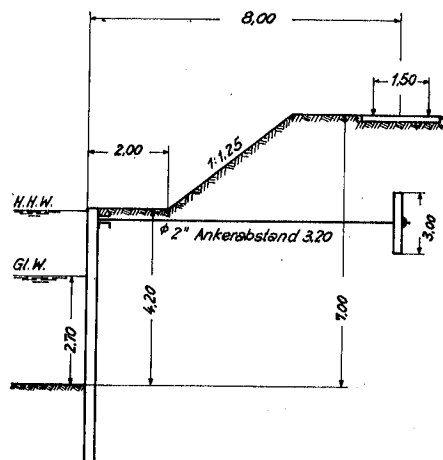


Bild 6

Ausbildung eines Ufers mit verankerter Spundwand in einem Kanalhafen

5. In den Bildern 6 und 7 sind zwei ausgeführte Uferneinlassungen in Spundwand mit einer Böschung im oberen Teil dargestellt. Die früher oft angewandte doppelte Verankerung von Spundwänden ist nicht zu empfehlen, weil oft nur 1 Anker zum Tragen kommt, der dann infolge Überbeanspruchung reißt. Die Bilder 8 bis 10 zeigen verschiedene Ausführungen von senkrechten Uferneinlassungen bei großer Bauhöhe, in Spundwand mit aufgesetzten Eisenbetonkonstruktionen, in Caissongründung mit verankerter Eisenbetonwand und in Senkbrunnen mit aufgesetzter Stützmauer. Eine besondere Konstruktion stellt die in Bild 11 dargestellte Wellenspundwand dar. Die Uferneinlassung ist aus Spundwänden Profil 0 hergestellt, die in Wellenform mit einem Stichmaß von ca. 2,5 m gerammt



werden und oben durch einen starken Eisenbetonholm schubsicher zusammengefaßt sind. Die Spundwand ist in der Lage, ohne Verankerung eine erhebliche Belastung aufzunehmen.

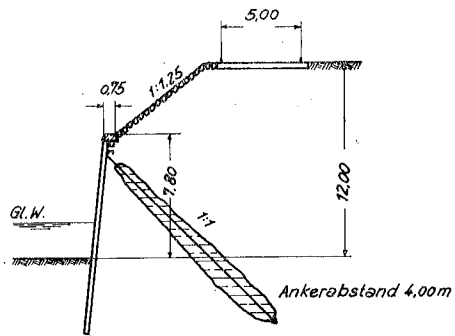


Bild 7

Ausbildung eines Umschlaghafens in Spundwand mit Pfahlverankerung in einem Hafen mit großen Wasserstandsschwankungen

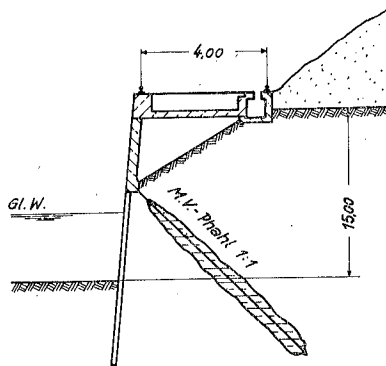


Bild 8

Ausbildung eines Ufers in Spundwand mit aufgesetzter Winkelstützmauer

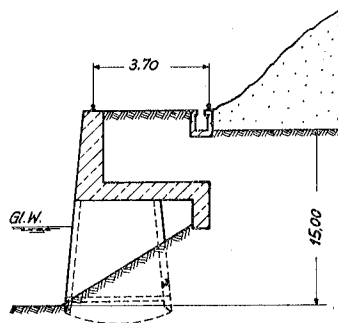


Bild 9

Ausbildung eines Ufers mit Senkbermen und aufgesetzter Winkelstützmauer

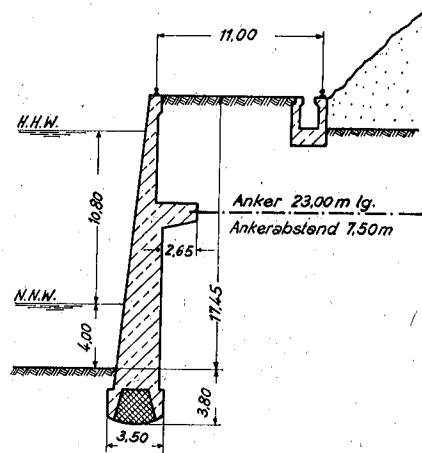


Bild 10

Ausbildung eines Ufers in Caissongründung mit aufgesetzter verankerter Eisenbetonwand bei großer Bauhöhe

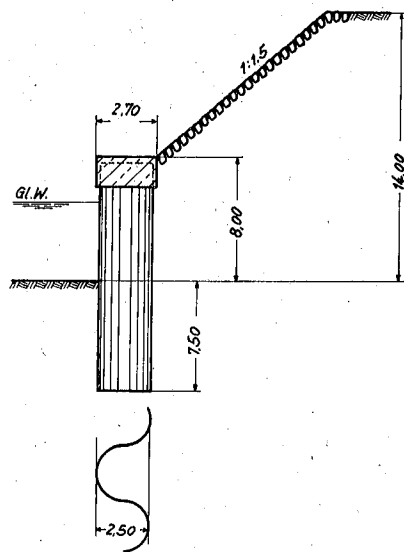


Bild 11

Ausbildung eines Ufers mit Wellenspundwand

### III. Ausrüstung und System für das Laden und Löschen sowie für den Umschlag von Waren; Beziehung zum Straßen- und Schienenverkehr

6. Die Ausbildung der Kaianlage in einem Binnenhafen muß aus den Bedingungen des gewählten Umschlaggerätes entwickelt werden. Ein moderner Stückgutkran mit festem Ausleger oder ein Wippkran hat bei der gebräuchlichen Tragfähigkeit von 3—5 t eine Ausladung von 23 m. Diese Ausladung des Kranes reicht, wenn bei starkem Eisen-

bahnverkehr 1 Gleis für den Umschlag Schiff/Bahn, 1 Gleis für den Umschlag Lagerhaus/Bahn und 1 Zustellgleis, also insgesamt 3 Gleise vorhanden sind, um vor dem Schuppen noch eine 6—8 breite Rampe anzuordnen. Die Erfahrung zeigt, daß die Rampen auf der Wasserseite der Schuppen nicht breit genug sein können. Durch den Einsatz von Flurförderern ist es nicht mehr nötig, das Lagerhaus möglichst nahe an das Ufer zu legen. Da die Güter nicht mehr mit dem Sackkarren von Hand, sondern mit mechanisch angetriebenen Transportmitteln gefahren werden, spielt der längere Weg auf der Rampe keine Rolle. Man soll sich daher auf dem Platz, auf dem der Umschlag geschieht, nicht unnötig einengen. Erfahrungsgemäß benötigt man beim Stückgutumschlag viel Platz zum kurzfristigen Abstellen von Gütern, sei es, daß das andere Verkehrsmittel zum

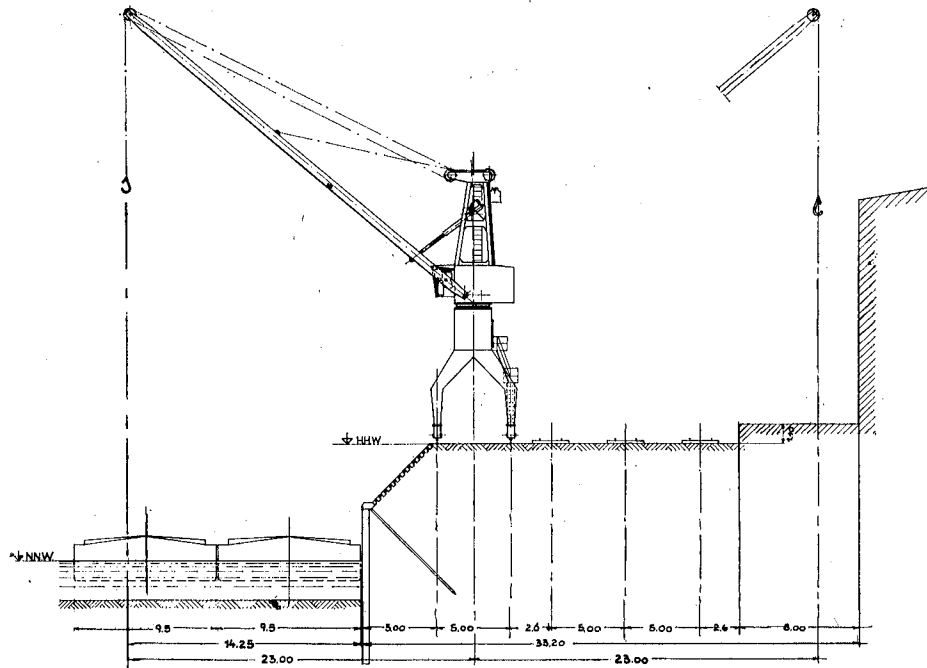


Bild 12

Ausbildung einer Kaianlage mit teilweise senkrechtem Ufer

direkten Umschlag noch nicht da ist, sei es, daß diese Güter aus sonstigen Gründen einige Zeit liegen müssen oder im Freien lagern können. Angenehm ist es auch, wenn die Kranbahns pur nicht durch ein Gleis belegt ist, so daß man auch unmittelbar am Ufer Platz zum Abstellen hat. Sonst werden doch erfahrungsgemäß die Gleise häufig mit Gütern kurzfristig belegt. (Bild 12). Bei geringem Bahn- und größerem Lastkraftwagen-Verkehr genügen 2 Gleise. Die Rampen können dann noch um 5 m verbreitert, also insgesamt auf 10—11 m ausgelegt werden. Auf diese breite Rampe kann der Lastkraftwagen für den Direktumschlag Schiff/Lastwagen fahren, was sich in Seehäfen bereits bewährt hat. Es empfiehlt sich nicht, die Gleise anzupflastern und auf der Wasserseite zwischen Kai und Lagerhaus gemischten Verkehr von Bahn und Lastwagen zuzulassen. Dies sollte nur ein Notbehelf beim Umbau bestehender Anlagen oder bei ganz geringem Bahnverkehr sein. Die Lastwagen behindern sehr das Rangieren, im übrigen ist es nicht ungefährlich, weil der Kranbetrieb über den fahrenden Lastkraftwagen stattfindet. Das

Lagerhaus liegt dann 33 m hinter der Vorderkante Kai. Bei dieser Ausbildung der Kaianlage kann ein moderner Wippkran mit 23 m Ausladung die Rampen bedienen und 2 nebeneinander liegende Schiffe bestreichen, auch wenn der Kai im oberen Teil in einer Breite von 5—6 m mit geböschtem Ufer ausgeführt wird, das heißt, aus Gründen der Kranausladung ist ein senkrechtes Ufer nicht erforderlich.

7. Für die Ausladung des Krans ist also die Ausgestaltung der Landseite und nicht die Wasserseite maßgebend. Es kann eine Böschung im oberen Teil des Ufers angeordnet werden, ohne die Ausladung des Krans vergrößern zu müssen. Für den Kranführer bietet eine senkrechte Wand keinen Vorteil, im Gegenteil, der zu löschende Raum liegt bei senkrechter Uferwand direkt unter dem Kran, so daß im Führerstand ein gläserner Fußboden angeordnet werden muß, um die Sicht in das Schiff zu gewährleisten.

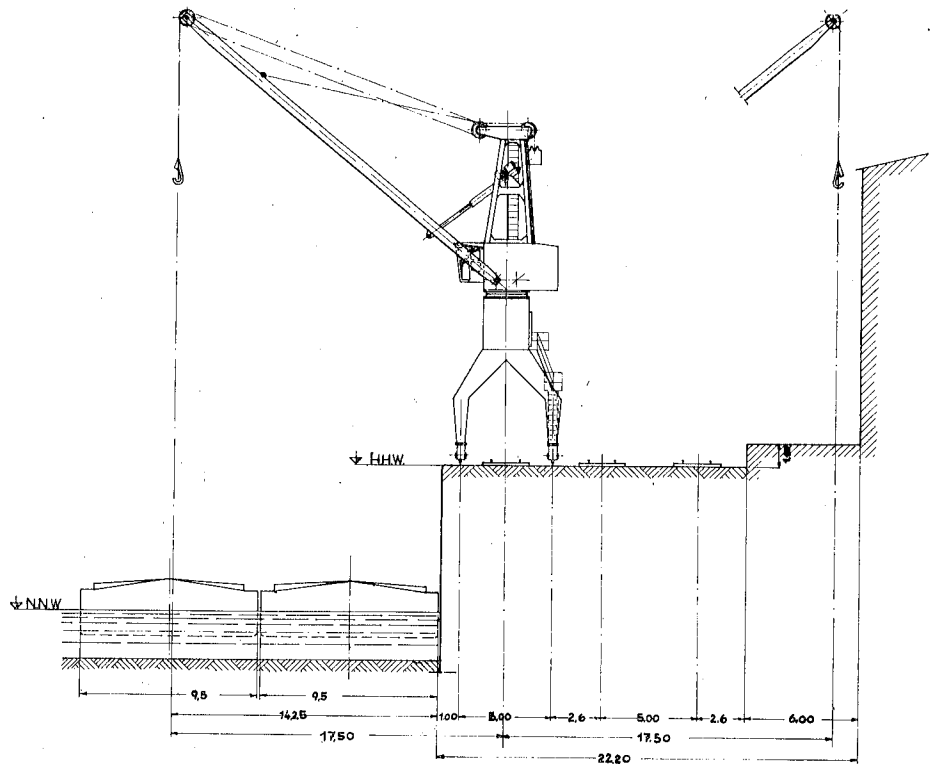


Bild 13

Ausbildung einer Kaianlage mit senkrechtem Ufer bei beschränkten Raumverhältnissen

8. Für beengte Raumverhältnisse ist in Bild 13 eine Uferausbildung mit senkrechten Wänden dargestellt. Die Breite des Uferstreifens kann bei 3 Gleisen auf 22,2 m zusammengedrückt werden, wobei ein Lastkraftwagen-Verkehr auf der Wasserseite nicht vorgesehen ist. Für die Größe der Kranausladung ist hier die Wasserseite maßgebend. Je nach den örtlichen Verhältnissen, der Art und dem Umfang des Güterumschlags, wäre zwischen diesen beiden extremen Lösungen die zweckmäßigste Ausbildung der Kaianlage zu wählen. Bei ausreichenden Geländebedingungen sollte man sich nicht einengen und nur bei ungünstigen Platzverhältnissen auf das Mindestmaß von 22,2 m heruntergehen.

Auf der Landseite des Lagerhauses ist eine Rampe beim Einsatz von Gabelstaplern für die Lastkraftwagen-Beladung nicht erforderlich. Es ist dann nicht mehr nötig, daß die Lastkraftwagen quer zum Lagerhaus ihre Ladung aufnehmen, wodurch an Straßenbreite gespart wird. Man kann die Ladestraße um die Rampenhöhe = 1,10 m höher als die Gleise auf der Kaiseite legen, so daß der Fußboden der Halle horizontal liegt. Andernfalls muß der Gefälleunterschied im Hallenboden ausgeglichen werden. Wenn die Rampe auf der Wasserseite für den Lastkraftwagen befahrbar ist, ist es besser, die Straße um die Rampenhöhe gegen das Schienenniveau anzuheben.

9. Die Tiefe der Lagerschuppen wird von der Art der zu lagernden Güter bestimmt. Die zweckmäßigste Tiefe in Binnenhäfen liegt zwischen 30—50 m. Die Landseite soll dem Lastkraftwagen-Verkehr vorbehalten bleiben. Da in Binnenhäfen der Bahnverkehr auf der Wasserseite zu bewältigen sein wird, ist hier kein eingepflastertes Gleis vorzusehen. Ist ein größerer, direkter Umschlag Schiff/Lastkraftwagen zu erwarten, so kann dieser auf Freiplätzen zwischen den Lagerhäusern vorgenommen werden. Diese Plätze müssen 60 m breit sein, damit der Lastkraftwagen eine Rundfahrt ausführen kann. Ob die vor den Lagerhäusern liegende wasserseitige Rampe vor diesen Plätzen durchgeführt wird, hängt von dem umzuschlagenden Gut ab, das entweder auf der Rampe abgesetzt wird oder bei fehlender Rampe direkt auf den Lastkraftwagen umgeschlagen wird.

10. In den Oberrheinhäfen Basel, Straßburg und Ludwigshafen haben sich die sogenannten „Schnellumschlaghallen“ sehr bewährt. Hier stehen nebeneinander mehrere ca. 50—80 m lange und 25 m breite Hallen quer zum Kai, die mit Laufkatzenkränen ausgerüstet sind. Die Kranbahnen führen über die Gleise und ragen soweit über die Ufer in das Hafenbecken, daß sie 2 nebeneinander liegende Schiffe bedienen können. Die Kranbahnen sind überdacht, so daß im Trockenen gelöscht werden kann. Insbesondere, wenn länger zu lagernde Güter anfallen, haben sich diese Hallen gut bewährt, weil der Umschlag mit Laufkatzenkränen billig ist und weil große Mengen von den die ganze Halle bestreichenden Kranen hoch gestapelt werden können, also je laufendes Meter Ufer eine große gedeckte Lagerkapazität vorhanden ist. Der Nachteil ist, daß die Schiffe beim Umschlag verholen müssen, da eine Laufkatze nur  $\frac{1}{4}$  der Schiffslänge bestreicht.

11. Für den Umschlag von Eisenblechen, Profileisen und Rohren sind verhältnismäßig große Lagerplätze erforderlich, um die verschiedenen Sorten einwandfrei lagern zu können. Zur Bedienung dieses Lagerplatzes und für den Umschlagbetrieb sind hier Kranbrücken mit einem auf dem Obergurt laufenden Drehkran am zweckmäßigsten. Laufkatzenkrane sind nicht so günstig, weil die langen Eisen mit der Traverse in Längsrichtung zwischen den Stützen der Brücke, also quer zum Schiff, bewegt und zweimal gedreht werden müssen.

#### **IV. Hafenausrüstung für das Laden und Löschen von Massengütern (Erz, Kohle usw.) und für die Lagerung und Weiterverteilung**

12. Erzumschlagplätze sind in letzter Zeit nicht mehr mit den bisher üblichen Verladebrücken ausgerüstet worden. Das Löschen am Kai geschieht durch Wippkrane oder Uferentlader, auch Hammerkran genannt, die in einen Trichter löschen, von dem das Erz über eine Förderbandanlage entweder direkt zum Hochofen oder auf den Lagerplatz transportiert wird. Die Uferentlader sind Laufkatzenkrane, deren horizontaler Ausleger über 1 Schiff reicht und deren Trichter im Portal angeordnet sind (Bild 14). Sie sind billiger und im Betrieb einfacher als Wippkrane. Die Verteilung des Erzes auf dem Lagerplatz und die Rückverladung geschieht durch besondere Band- und Verladebrücken,

meist Laufkatzenbrücken, die den ganzen Lagerplatz bestreichen. Der erhebliche Vorteil dieser Anlagen liegt darin, daß das Löschen der Schiffe und die Bedienung des Lagerplatzes betriebsmäßig getrennt und damit voneinander unabhängig sind. Das Löschen der Schiffe geht schneller, da der Kran das Erz nicht auf hinten liegende Lagerplätze ablegen muß. Zudem würde bei den heute üblichen Greifergewichten von 12 bis 16 t eine Kranbrücke mit Drehkran sehr schwer und unbeholfen sein. Die bei modernen Wippkranen oder Uferentladern übliche Leistung von 300—400 t/h bei 60 Spielen in der Stunde wäre bei Kranbrücken nicht zu erreichen. Auch das Löschen anderer Schüttgüter wie Kohle, Steine usw. kann über gleichartige Anlagen, Uferentlader und Bandanlagen erfolgen.

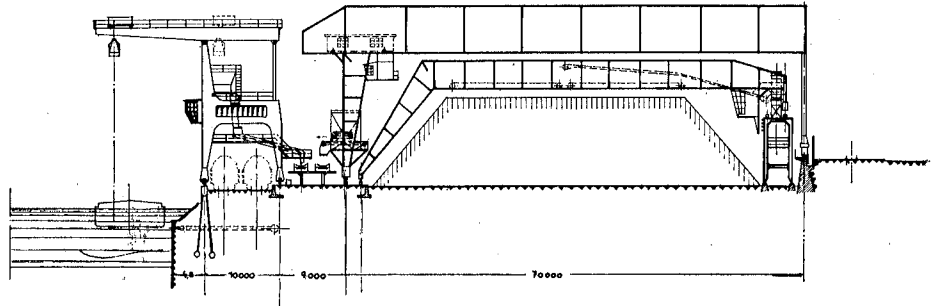


Bild 14

## Ausbildung eines Erzhafens

13. Die Beladung von Binnenschiffen mit Erz geschieht auch über Bandanlagen, die über einen Ausleger mit Niedertragband die Schiffe schonend beladen. Die Niedertragebänder müssen längs des Ufers fahrbar sein, damit das Schiff nicht verholen muß. Wird das Erz per Bahn angefahren, so kommen hierfür nur Selbstentlader in Frage, die über Zwischenbunker auf die Bandanlagen entleert werden. Erfolgt bei Kohle die Zufuhr per Bahn, so kommen hier auch Selbstentlader zum Einsatz oder die Wagen werden über Kipper auf Band entleert. Bei Kohle ist auch die Kübelverladung zweckmäßig. Die auf Spezialwaggons stehenden Kübel werden vom Kran über das Schiff gehoben und durch eine Bodenklappe entleert. Dieses Verfahren ist nur bei einem Knotenpunktverkehr und nicht zu großen Entfernungen wirtschaftlich. Findet in größerem Umfang die Abfuhr der Kohle durch Lastkraftwagen statt, so kann an die Brückenkonstruktion ein Verladeband mit heb- und senkbaren Auslegebändern und Waage angeordnet werden.

Es besteht kein Hinderungsgrund, daß die beschriebenen Anlagen für Massengüter verschiedener spezifischer Gewichte konstruiert werden.