

## Abteilung II — Seeschifffahrt

### Thema 1

#### Leitgedanken für Roll-on/Roll-off-Anlagen und zum Container-Umschlag in deutschen Seehäfen

von

Direktor Dr. Günter Boldt, Bremer Lagerhaus-Gesellschaft, Bremen;  
Baudirektor Dr.-Ing. Kurt Georg Förster, Strom- und Hafenanbau, Hamburg

#### Zusammenfassung

Die Arbeit behandelt allgemein die seit einigen Jahren aus den Fähr-Landeanlagen des öffentlichen Verkehrs sich herauschälenden Roll-on/Roll-off-Anlagen. Ihre Entwicklungsgeschichte sowie ihre geographisch vorgegebenen und die planerisch-entwurfsmäßigen Voraussetzungen werden in knappster Form behandelt und typisiert. Die sich anbietenden technisch-konstruktiven Lösungen werden in kurzer Systematik mit Längsschnitt- und Grundriß-Skizzen dargestellt und beschrieben. Abschließend sind die wichtigsten deutschen Fähr- und Roll-Anlagen in diese Betrachtung eingegliedert und in ihren wesentlichsten Merkmalen erläutert worden.

Im zweiten Teil werden die wirtschaftlich-planerischen Voraussetzungen für das Anwachsen des Containerverkehrs von ihrer grundsätzlichen Seite her betrachtet und in ihrer vielfach sich einspielenden Kombination mit dem Roll-on/Roll-off-Verkehr im gleichen Hafen bzw. am gleichen Kai in Beziehung gesetzt. Ein Ausblick auf hierzu nötige Kranausrüstung und ein Überblick über die Container-Fazilitäten in den 3 großen deutschen Häfen Bremen, Bremerhaven und Hamburg bilden den Abschluß.

#### Inhalt

	Seite
1/2/3. Roll-on/Roll-off-Anlagen .....	178
1.1 Verkehrstechnische Vorbedingungen .....	178
1.2 Entstehung der Roll-on/Roll-off-Anlagen aus den „Fährbetten“ der Wagenfähren und Eisenbahn-Trajekte .....	179
1.3 Neuere Einflüsse aus der Schifffahrt und der Umschlagstechnik .....	179
2.1 Örtlich-geographische Voraussetzungen .....	180
2.2 Hafenplanerisch/entwurfsmäßige Anforderungen .....	181
2.3 Systematik der Roll-Anlagen im Längsschnitt .....	182
2.4 Systematik von Roll-Anlagen im Grundriß .....	187
3. Beispiele ausgeführter Anlagen in deutschen Seehäfen .....	190
4. Container- und Roll-on/Roll-off-Verkehr (als zusammengehörig betrachtet; ausgeführte Beispiele in Bremen, Bremerhaven und Hamburg) .....	192

## 1/2/3. Roll-on/Roll-off-Anlagen

### 1.1 Verkehrstechnische Vorbedingungen

Die moderne Umschlagstechnik in den Seehäfen fordert — analog dem „Fließband“ in der industriellen Fertigung — möglichst wenig unterbrochene, weitgehend gleichmäßig durchlaufende Arbeitsvorgänge. Wie sich beim Massengut seit Jahrzehnten die Stetigförderer (Becherwerk, Elevator, Förderband, Förderkette, „Redler“, Sauger, Pumpe usw.) gegenüber dem im Taktverfahren arbeitenden Spiel der Kräne mehr und mehr durchgesetzt haben, erkennt man im Stückgutumschlag die sich überraschend schnell entwickelnde Tendenz, immer größer werdende Lasteinheiten in immer länger und dabei möglichst gleichbleibend durchlaufenden Bewegungsvorgängen vom Land zum Schiff und umgekehrt — nach der Seereise wieder an Land — zu bringen.

Dieser in den Häfen sich abspielende Teil dergestalt modernisierter Bewegungsabläufe — die ja heute als durchlaufende Beförderungsleistungen vom Versender zum Empfänger gesehen werden müssen — erfordert praktikable, weitgehend nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zusammengefaßte Ladungseinheiten bzw. „Einheitsladungen“. Diese erscheinen kaum noch als Einzel-Colli, sondern meist als besetzte Paletten oder rollfähige Flats, als kompakt gebündelte „Unitloads“ und schließlich als nur noch mit Kränen zu handhabende Container. Diese werden zu Trailern, wenn sie im Gegensatz zu dem vom Fahrgestell immer wieder abzunehmenden Container gemeinsam mit ihrem straßengerecht konstruierten fahrbaren Untersatz, also auf diesem rollend, ins Schiff befördert werden.

Durch diese Vorbedingungen in der neuen Stückgut-Behandlung kommt die wechselseitig enge Beziehung oder auch gegenseitige Abhängigkeit bzw. sinnvolle Ergänzung der beiden in der Realität sich als nützlich erwiesenen Arbeitsmethoden klar zum Ausdruck. Die Großschiffahrt fordert eine rationelle Container-Behandlung mit Verladebrücken — bzw. dafür spezialisierten Drehkränen — und legt in vielen Fällen Wert auf Roll-on/Roll-off-Anlagen am gleichen Liegeplatz. Faßt man schließlich beide als zwei Varianten des eingangs charakterisierten immanenten Trends zur Konzentration im Umschlagsbetrieb auf, so erklärt sich die Roll-Anlage als nur ein Teil-Aspekt innerhalb eines universell orientierten „Container Terminals“ schon fast selbstverständlich.

Der unverkennbare Zug ins Große, d. h. zur Handhabung möglichst der ganzen Lkw-Last bzw. zu größtmöglicher Auslastung der zulässigen Waggon-Tragfähigkeit in Anpassung an das Lichttraumprofil, ist ein Spezifikum sowohl der meist nach Isonorm dimensionierten Container wie auch allgemein der maximal angestrebten Ausdehnung an- und von Bord rollender Ladungseinheiten. Die obere Grenze nach Maß und Gewicht ist bisher durch die Aufnahmefähigkeit der vorhandenen öffentlichen Verkehrsnetze der Straßen und Eisenbahnen, zum Teil auch der Binnenschiffahrt vorgegeben. Die speziell hierzu geschaffene bzw. sich anbietende technisch-konstruktive Installation für diese Verkehrssparte in den Auslaufhäfen ist der Gegenstand der vorliegenden Betrachtung.

Ein deutlicher Unterschied besteht darum gegenüber anderen modernen Lade- und Löschmethoden, etwa im „Truck-to-Truck-Verfahren“, bei welchem das palettierte Stückgut — in den Maßen den zu verwendenden Gabelstaplern angepaßt — von diesen durch entsprechend kleinere Seitenpforten ins Schiff bzw. herausgebracht wird oder auch in gebrochenem Beförderungsgang an der Bordwand in Deckshöhe einem zweiten im Schiff arbeitenden Gabelstapler übergeben bzw. von diesem übernommen wird. Dieses in manchen Regelverbindungshäfen Skandinaviens seit längerer Zeit eingespielte Verfahren kann wegen mancher grundsätzlicher oder auch nur gradueller Unterschiede allenfalls als Vorstufe bzw. als Variante des echten Roll-Verfahrens angesehen werden. Es liegt

daher am Rande des hier zu betrachtenden Haupt-Themas. Ziel dieser Ausführungen ist lediglich eine kurze Darstellung und Sichtung einiger während der letzten Jahre in nord-west-deutschen Häfen eingerichteten Rollanlagen, wobei jedoch die Gewinnung einer gewissen Systematik, ihrer Funktionen und ihrer wichtigsten technischen Kennzeichen im Längsschnitt und Grundriß im Vordergrund steht.

### *1.2 Entstehung der Roll-on/Roll-off-Anlagen aus den „Fährbetten“ der Wagenfähren und Eisenbahn-Trajekte*

Die Schiffstypen mit Haupt- oder Zusatzeinrichtungen für den modernen Roll-on/Roll-off-Verkehr sind durchweg in den letzten Jahren entwickelt worden. Sie haben zum Teil bekannte Vorbilder in den Wagenfähren der größeren Flüsse und Häfen bzw. an Meeresarmen. Deren meist kurze Überfahrtsdauer bei relativ ruhigem Wasser lassen besondere Vorrichtungen zum Befestigen (Festzurren) der selbstfahrenden an Bord abgebremsten Fahrzeuge überflüssig erscheinen; irgendwelche Stauprobleme treten daher kaum auf, weil freizügige An- und Abfahrt gewährleistet sein muß. Ein glattes Fahrdeck, das meist nur teilweise, häufig gar nicht gegen Witterungsunbilden geschützt ist, bildet die Regel.

Da im allgemeinen Bug und/oder Heck — bei seitlichem Anschluß ggf. die Reling des Schiffes — an der Landestelle überfahren wird, sind während der Fahrt hier oft nur leicht schließbare Schranken, gelegentlich auch Gitterpfosten, Riegel, Schwellen oder bewegliche Bodenklappen auf dem Schiff vorhanden. Derartige Einrichtungen genügen aber nur für einfachen Übersetzverkehr. Die ergänzenden landseitigen Teile der Fährbetten, Rampen oder auch Übergangsbrücken sind in dieser Hinsicht gleichfalls sehr einfach. Typisch für solche Anlagen an Gewässern mit Wasserstandsschwankungen — wie den meisten Flüssen — sind entsprechend lange Schrägrampen am Ufer. Durch flache Bauart der Fährschiffe pflegt man sich dieser Gegebenheit anzupassen; so entstanden aber auch die am Bug mit sog. Landeklappen versehenen mehr oder weniger typischen Landungsfahrzeuge im Orts- bzw. Inselverkehr, für Bautrupps sowie militärische Zwecke, wie sie als deutlich erkennbare Vorstufe zu den späteren Roll-on/Roll-off-Fahrzeugen heute in sehr verschiedenen Größen praktisch im Gebrauch sind.

Von der anderen Seite betrachtet, stellen die Trajektschiffe der Eisenbahnen mit ihrer waagrecht liegenden ebenen Decksfläche besonders hohe Anforderungen an die landseitige Installation. Wenn man die bekanntlich sehr vielfältigen Sicherheitsansprüche der Bahnverwaltungen an derartige Betriebsanlagen berücksichtigt, erfordert das genügend lange und entsprechend aufwendige bewegliche Übergangsbrücken mit tragfähigen Portalen sowie einwandfrei und schnell arbeitenden Bewegungsvorrichtungen. Die schlüssige Gleisverbindung vom Land zum Schiff bedingt außerdem eine extrem ruhige Lage des Schiffes in den dafür meist optimal ausgestatteten Fährbetten.

### *1.3 Neuere Einflüsse aus der Schifffahrt und der Umschlagstechnik*

Die damit eingegrenzten grundsätzlichen Vorbedingungen für den Bau von Roll-Anlagen lassen sich den örtlichen Erfordernissen entsprechend beliebig ergänzen, zum Teil aber auch in überzeugender Weise vereinfachen. Dazu kommen dann die neuen Erkenntnisse in bezug auf Schiffsbetrieb und Umschlagstechnik.

So erfordern die Fährlinien des Nord- und Ostseeraumes ausreichend seefähige Schiffstypen, damit ein fester Fahrplan auch bei stürmischem Wetter eingehalten werden kann. Die für Waggons und Straßenfahrzeuge hergerichteten Decksflächen brauchen daher absolut zuverlässige Anschlüsse im Vorschiff und am Heck: Der aufklappbare, nach Schiffbaugrundsätzen mehrfach abzusichernde Bug und die Heckpforte, die zugleich

meist mittels Übergangsklappen das Hinüberfahren vom Schiff ans Land ermöglichen, wurden eingeführt und gaben dadurch der technischen Ausgestaltung der Roll-Anlagen wiederum entscheidende Anregungen. Andererseits bewirken die unterschiedlichen Liegebedingungen für die Schiffe an Roll-Anlagen während der Lösch- und Ladevorgänge sehr mannigfaltige Bauarten, sowohl was die konstruktive Lösung im Grundriß und Längsschnitt wie auch die mechanische bzw. elektrische Ausrüstung betrifft.

Für typische Fährverbindungen dominiert daneben die Passagier-Abfertigung, weswegen die dafür besonders eingerichteten Fährbetten vom Güter- und Fahrzeugumschlag getrennte Verbindungsbrücken mit oder ohne Gangways, Förderbänder, Gepäck-Elevatoren oder Kräne aufweisen. Die technische Ausrüstung ist zum Teil recht aufwendig, u. a. auch im Erscheinungsbild, kann dafür aber in hohem Grade als werbender Faktor betrachtet werden.

Für Roll-Anlagen bei überwiegendem Stückgutumschlag nebst Container- bzw. Trailer-Verladung sind jedoch meist sehr einfache Fährbetten angelegt worden, wenn nicht überhaupt das Schiff längsseits einer Kai- oder Pier-Anlage mit Kranbestückung, Straßen und Gleisen, die ohnehin für seine Bedienung notwendig sind, festmacht und die Roll-Anlage dann als wünschenswerte Zusatzeinrichtung erscheint.

Die Besonderheit einer modernen Roll-Anlage ist überhaupt in ihrer unmittelbaren, ausgesprochen betriebsbedingten Beziehung zum Kaiumschlag, den sie sinnvoll ergänzt bzw. gegenüber konkurrierenden Umschlagsystemen gewissermaßen verselbständigt, zu erblicken. So sind die in jüngster Zeit geschaffenen größeren und auch speziell kleineren, als Roll-on/Roll-off-Terminal bezeichneten Installationen entstanden und zunehmend in Gebrauch gekommen. Sie bieten damit die Möglichkeit, je nach Anfall der einen oder anderen Verschiffungsart die einzelnen Schiffsabfahrten nach Bedarf bzw. anteilmäßig mehr oder weniger mit Roll-Gütern und in Ergänzung dazu mit Containern und in der Größe genormten weiteren, zum Teil erst am Kai gepackten Einheitsladungen zu besetzen. Dazu ergibt sich meist noch die Möglichkeit, den zusätzlich verbleibenden Schiffsraum mit konventionell verladenem Stückgut mit Hilfe stets vorhandener Kaikräne günstig auszunutzen.

### *2.1 Örtlich-geographische Voraussetzungen*

Fähren in genauer Begriffsdefinition sind vom allgemeinen Seeverkehr zu unterscheidende, speziell nach Örtlichkeit, Zeitablauf (Regelmäßigkeit ist eine überragende Forderung!) und technischer Leistungsfähigkeit sich auszeichnende Verkehrsbetriebe. Ihre Entwicklung bzw. Lebensfähigkeit ist daher weitgehend an örtlich-geographische Voraussetzungen geknüpft; die maßgeblichen wirtschaftlich orientierten Einflüsse sind ihnen gleichgestellt.

Und danach hat es sich in einer hundertjährigen Entwicklung sehr exakt herausgeschält, wo — bzw. wo nicht — reine Eisenbahntrajekte, wo sodann Fähren für Bahn- und Straßenverkehr oder später reine Autofähren (für Lkw- und Pkw-Transporte) des öffentlichen Verkehrs entstanden sind bzw. sich erhalten haben. Schließlich sind die damit seit längerer Zeit kombinierten und die seit neuester Zeit davon unabhängigen Einrichtungen für Roll-on/Roll-off-Verkehr zu nennen, die von Schiffen gebraucht werden, welche neben der Stückgutverfrachtung mittels Kranhilfe auf Palette, in Unitloads und Containern nunmehr hauptsächlich für das An- und Abrollen von Trailern, Lastwagen mit und ohne Anhänger und schließlich selbstfahrenden Großstückgütern (Trekern, Landmaschinen, Wohnwagen, Export-Autos u. a. m.) besonders ausgestattet sind.

Während sich für die notwendige technische Spezialausrüstung des erstgenannten öffentlichen Fährdienstes weitgehend typische Lösungen herausgebildet haben (eine um-

fangreiche Literatur existiert bereits), sind die sogenannten Roll-Anlagen für die letztgenannten Dienste noch in schneller Entwicklung und demgemäß Veränderung begriffen. Allgemeingültige Erfahrungen, Empfehlungen oder gar Normen lassen sich zur Zeit kaum herausstellen. Alles ist noch im Fluß und man wird sich zunächst auf die wichtigsten Entwurfs- bzw. Konstruktionsgrundsätze beschränken müssen, um den vorliegenden Aufgabenkomplex wenigstens in großen Zügen zu umreißen und in Richtung einer zukünftig erwünschten Vereinheitlichung zu betrachten.

Hier handelt es sich vorwiegend um Spezial-Installationen ohne öffentlichen Verkehr; solche sind daher weitgehend nach privat-wirtschaftlichen Gesichtspunkten in ihrem Standort ausgewählt und dem zu erwartenden Verkehrsfluß entsprechend nach Eigenart und Häufigkeit der anfallenden Güter generell angeordnet und in konstruktiver Hinsicht gestaltet. Demnach weichen sie hierin weitgehend von den Fähranlagen der erstgenannten Gruppe ab, bei welchen neben wirtschaftlichen Erwägungen auch solche verkehrspolitischer Art eine Rolle spielen. Diese werden von staatlichen Stellen, Körperschaften, Aufsichtsinstanzen usw. beeinflusst, gefördert und gegebenenfalls auch subventioniert.

Deren technische Einrichtungen lassen daher in mancher Hinsicht erkennen, daß nicht nur ökonomische Grundsätze ihre Ausbildung kennzeichnen, sondern zum Teil übergeordnete Gesichtspunkte wie unbedingte Zuverlässigkeit und Verkehrssicherheit (sowohl in technischer Hinsicht wie im zeitlichen Ablauf gesehen) und weitgehend auch die Verkehrswerbung beim Entwurf ausschlaggebend waren. Markante Beispiele dieser dem öffentlichen Verkehr dienenden Art sind u. a. im Bereich der Bundesrepublik Deutschland die Gemeinschaftsfähre der Deutschen Bundesbahn und der Königlich Dänischen Staatsbahn im Zuge der Vogelfluglinie über den Fehmarn-Belt. Der moderne Fährhafen Puttgarden (gegenüber Rødby-Havn) kann als Prototyp eines Fährhafens dieser Kategorie gelten. Aber auch die in Lübeck und Kiel geschaffenen Fähranlagen, wie der Skandinavien-Kai Travemünde (nach Gedser, Kopenhagen, Malmö, Trelleborg, Helsinki u. a.) und der Nordland-Kai in Lübeck (generell nach Schweden und Finnland) einerseits, bzw der Oslo-Kai in Kiel (mit den Fährlinien nach Oslo, Göteborg und Langeland) andererseits, sowie der bisherige Endpunkt der England-Fähre in Bremerhaven (Gegenpunkt Harwich), deren zweiter Ausgangspunkt Hamburg sein wird, gehören in diese Kategorie. In einer mittleren Region rangieren die Fährn von und nach den ostfriesischen und nordfriesischen Inseln in Emden und Dagebüll; ebenfalls die Weser-Fähre Bremerhaven-Blexen und die Elbfähre Brunsbüttelkoog-Cuxhaven sowie — rein betrieblich gesehen — auch die Köhlbrandfähre in Hamburg. Generell gehören diese zu den staatlich gelenkten, teilweise subventionierten Gruppen.

Reine Roll-Anlagen des zweitgenannten Typs, die privatwirtschaftlich genutzt und immer im Zusammenhang mit dem allgemeinen Stückgutumschlag betrachtet werden müssen, befinden sich zur Zeit im Betriebs- bzw. im Entwurfs- oder Ausbaustadium begriffen in Bremerhaven (Container-Kaje und Nordhafen), Bremen (Überseehafen), Hamburg (Sandtorhafen, später Dalmanakai vorgesehen) und Kiel (Nordhafen Kiel-Holtenau). Sie werden rein kommerziell betrieben und von den an dieser Verkehrssparte privat-wirtschaftlich interessierten Reedern angefahren und nach Bedarf ausgenutzt neben den nicht weniger wichtigen an diesen Anlaufplätzen sich befindenden sonstigen Umschlag-Fazilitäten für den Stückgutumschlag.

## *2.2. Hafenplanerisch / entwurfmäßige Anforderungen*

Hafenplanerische und konstruktive Entwurfsgrundlagen lassen sich somit für jeden Einzelfall erarbeiten. Dabei haben nautische Belange im allgemeinen den Vorrang, weil sich diese an Ort und Stelle normalerweise am wenigsten verändern lassen. Die Fahr-

wassertiefen und -breiten, die nötigen Wendepunkte und Ausweichstellen, sowie die Ufergestaltung geben meistens den Ausschlag bei der Wahl des Standorts für die geplanten Roll-Anlagen.

Auf der Landseite sind neben guten Straßenverbindungen und ausreichendem Bahnanschluß (einschl. Rangieranlagen) vor allem genügend große Aufstellflächen für abgehende und ankommende Rollgüter (Trailer, Paletten, Container, Selbstfahrer usw.) ausschlaggebend für die Standortwahl. Dazu kommen Betriebseinrichtungen wie ein Ladekai mit ausreichender Kranbestückung, ebenfalls mit Gleisanschluß nebst Aufstellgleisen und mit Versorgungsleitungen, sowie Abfertigungsgebäuden für Schiff, Bahn, Post, Zoll und Spediteure. Schließlich bilden Unterkünfte für Fahrgäste, Besucher und Betriebsangehörige wie gegebenenfalls Materiallager, Werkstätten und Ausrüstungsplätze für die Fährschiffsreedereien die Ergänzung im Hinblick auf die nötigen Hochbauten.

Danach sind nun die verschiedenen Möglichkeiten der Lage für das Fährschiff etwa wie folgt zu unterscheiden:

- A. Mehr oder weniger freiliegend „im Strom“, an Dalben, zwischen Leitwerken, also in einem aufgelösten Fährbett mit den Landzugängen über Heck- oder Bugklappen.
- B. Enger eingeordnet in ein Hafenbecken, und zwar
  1. am Kai im fest ausgekleideten Fährbett,
  2. am Kai einfach vertäut, also in reiner Seitenlage am Ufer oder in sägeförmiger Anordnung zum Ufer gestaffelt.

Hierbei wird die landseitige Zufahrt „vor Kopf“ mit oder ohne Stützpunkte an Dalben bewerkstelligt.

Bei allen diesen Varianten in der Grundrißlösung ist es betrieblich ausschlaggebend, ob Passagiere bevorzugt oder nebenbei mitbefördert werden, d. h. ob diese in Sonderanlagen abzufertigen sind, ob deren Autos und weitere bewegliche Güter über Heck- bzw. Bugklappen an Bord rollen oder ob dieser bei großen Anlagen — z. B. wie bei der Vogelfluglinie — mittels seitlicher Brücken und Schiffsporten auf das spezielle Autodeck für Passagiere geleitet werden. Das ist immer dann nötig, wenn das Hauptdeck für Eisenbahn- bzw. Landfahrzeuge und Trailer des Regelverkehrs freigehalten werden muß.

Manche verkehrstechnische Voraussetzungen und die konstruktive Durchbildung der in der Bundesrepublik Deutschland in den letzten Jahren entstandenen reinen Fähranlagen und die der oben beschriebenen, noch in stetiger Weiterentwicklung befindlichen speziellen Roll-Anlagen sind in der Fachliteratur behandelt worden. Daher genügt hier eine kurze Übersicht ihrer typischen Merkmale in einer allgemeingültigen Zusammenstellung. Diese werden im Längsschnitt und Grundriß skizzenhaft dargestellt, wobei lediglich das Charakteristikum der jeweiligen Lösung genannt werden und somit zur Diskussion anregen soll. Wichtig erscheinende Details werden daher nur gelegentlich erwähnt, sofern dieses zur Erläuterung der allgemeinen Zusammenhänge nötig erscheint.

### *2.3 Systematik der Roll-Anlagen im Längsschnitt*

Beim Entwurf von Roll-Anlagen ist die Übergangsstrecke für das Fahrzeug zwischen Land und Schiff im Längsschnitt maßgeblicher für ihre Gestaltung als in der Grundrißlösung. Deshalb werden in systematischer Reihenfolge gebräuchliche bzw. praktisch mögliche oder unter gewissen Voraussetzungen empfehlenswert erscheinende Lösungen hier angesprochen. Da es sich häufig um das Überführen von Rollgütern mit sehr geringer Bodenfreiheit handelt, ist, abgesehen von den verkehrstechnisch zulässigen Neigungen, die

Befahrbarkeit der unvermeidlichen Gefällwechsel in der Praxis vielfach ausschlaggebend. Diese Schwierigkeit wächst mit der Variabilität der Fahrdeckshöhen des Schiffes über dem Wasserspiegel und der auftretenden Wasserstandsschwankungen, für welche die Roll-Anlage noch verkehrssicher betrieben werden kann.

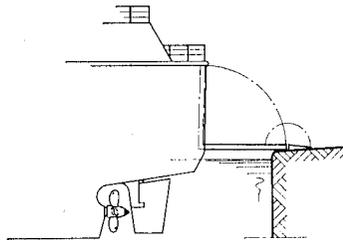
In Abb. 1 sind Beispiele dafür zusammengestellt.

Skizze 1:

Bei nahezu gleichbleibendem Wasserstand wäre die Kaifläche in Höhe des Fahrdecks selbstverständlich das Ideale. Eine Übergangsklappe vom Schiff braucht in waagerechter Lage nur den Spalt zwischen Schiff und Land zu überbrücken.

Bei relativ geringen Höhenunterschieden zwischen Schiff und Land kommt die in der Skizze angedeutete feste Schrägrampe den Verhältnissen am besten entgegen. Mit Hilfe einer genügend langen Schiffsklappe läßt sich auch der Gefällunterschied zwischen dieser und der Schrägrampe herabmindern. In bezug auf die Gradienten der Schrägrampe ist an Stelle des oberen Brechpunktes eine Ausrundung mit genügend großem Radius für die Brauchbarkeit ausschlaggebend.

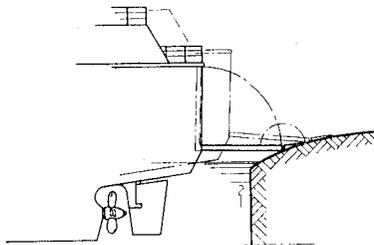
1



Skizze 2:

Sofern geringe Wasserstandsschwankungen und wenig veränderliche Deckshöhen in Betracht kommen, läßt sich die Lösung 1 auch abwandeln in Form einer kurvenförmig ausgebildeten Gradienten der Rampe, so daß es möglich ist, durch Änderung der Entfernung des Schiffes vom Kai für jeden Wasserstand die betrieblich günstigste Gradienten des Rollweges mit Hilfe einer genügend langen Schiffsklappe zu bewirken.

2

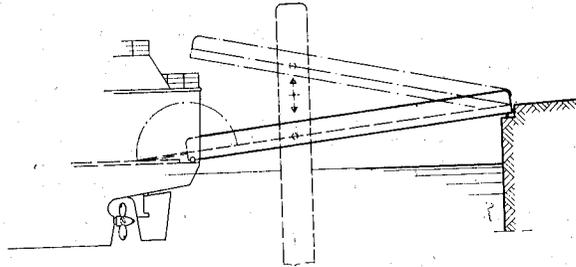


Skizze 3:

Speziell bei den Eisenbahnfähren, die in der Übergangsstrecke zwischen Land und Schiff nur geringe Neigungen der Schienenoberkante in Kauf nehmen können, hat sich die Lösung mit einer beweglichen Brücke, vom Land ausgehend, die mittels

einer Hubvorrichtung auf das Schiffsdeck aufgelegt wird, vielfach bewährt. Die Lösung kann bei Roll-Anlagen mit entsprechenden örtlichen Voraussetzungen selbstverständlich ebenfalls als überzeugende und einfache Möglichkeit angesehen werden. (Das Hubwerk dient in diesem Falle nur der Bewegung der leeren Übergangsbrücke ohne Verkehrslast, weswegen es in der Skizze nur gestrichelt angedeutet ist. Diese Lösung ist für die großen Fähranlagen im Ostsee-Bereich typisch.)

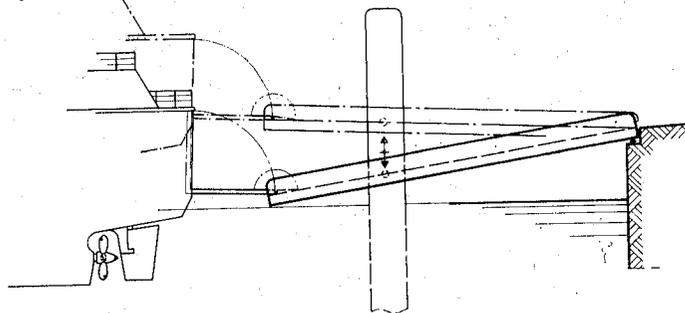
3



Skizze 4:

Bei größeren Wasserstandsschwankungen, wie sie im allgemeinen in den Tidehäfen der Nordsee zu beobachten sind, kommt man mit festen Rampen nicht mehr aus und die von Land ausgehende Übergangsbrücke muß durch ein leistungsfähiges Hubwerk bewegt und ständig dem wechselnden Wasserstand angepaßt werden. Bei einfacheren Lösungen begnügt man sich mit einem elektrisch oder hydraulisch betriebenen Hubwerk für die Bewegung der Brückenklappe ohne Verkehrslast. Es ist daher erforderlich, der Tidebewegung von Zeit zu Zeit folgend, etwa in Höhenabständen von 20—30 cm die Brücke in den Pfeilern des Hubwerkes mittels mechanischer Riegel abzustecken, um die Verkehrslast übernehmen zu können. Hierdurch verbietet sich das Auflagern der Brücke auf dem Schiffsdeck. Der Übergang muß vielmehr wie bei der festen Rampe durch die Schiffsklappe ermöglicht werden. Mit Hilfe des Hubwerkes hat man es in der Hand, den Gefällewechsel zwischen Brücke und Schiffsklappe bzw. den zwischen der aufliegenden Schiffsklappe und dem Schiffsdeck selbst für die Roll-Güter möglichst unschädlich zu halten. Der Gefällebrechpunkt an Land und die äußersten Neigungen können durch entsprechende Länge in praktisch vertretbaren Grenzen gehalten werden.

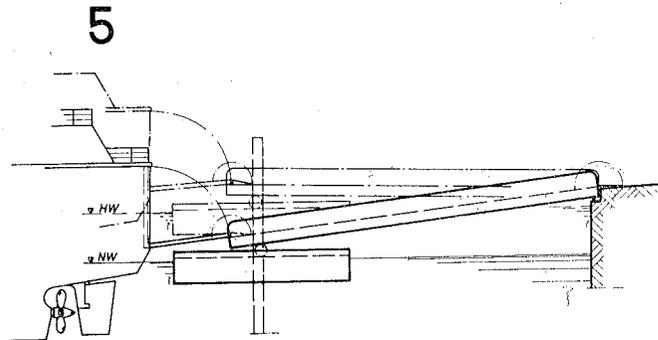
4



Skizze 5:

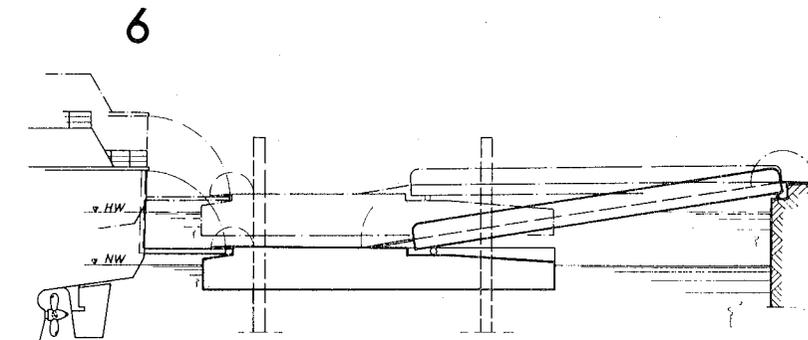
Anstelle einer beweglichen Brücke mit hydraulisch oder elektrisch betriebenen Hubwerk ist auch die Lagerung des wasserseitigen Brückenendes auf einem Ponton denk-

bar, der zunächst nur als Schwimmer in Funktion tritt und somit den Vorteil bietet, das wasserseitige Brückeneinde in einer konstanten Höhe über dem wechselnden Wasserstand des Hafens zu halten. Auf diese Weise ist eine optimale Lage zum Fahrdeck des Schiffes mit von diesem ausgehender Übergangsklappe zu erreichen. Durch Fluten bzw. Lenzen des Pontons kann man diese Höhenlage fein-regulieren und insbesondere ein Gegengefälle zwischen Brücke und Schiffsklappe vermeiden. Ob der Ponton an Dalben geführt werden soll (die gleichzeitig als Stütze für das Schiff beim Landemanöver dienen können) oder ob die Lage des Pontons durch Trossen, Traversen (u. U. die Brücke selbst) gehalten und gestützt, d. h. „abgebäumt“ werden soll, hängt von der Örtlichkeit ab und ist rein praktisch zu bestimmen.



Skizze 6:

Wird der Ponton nicht nur als Träger für die Brückenlast aufgefaßt, sondern bei entsprechender Längenausdehnung mit Fahrdeck ausgestattet, das am wasserseitigen Ende die Schiffsklappe trägt, so hat man damit die klassische Lösung eines Übergangspontons. Jedoch kann das Befahren des Pontons mit schweren Einzellasten mehr noch als bei der Lösung 5 zu ungünstig vergrößertem Gefällewechsel zwischen Brücke und Ponton bzw. Ponton und Schiffsklappe führen. Nachteile, die bei der unter 3 und 4 beschriebenen festen Führung der beweglichen Brücke vor der Rampe vermieden werden.

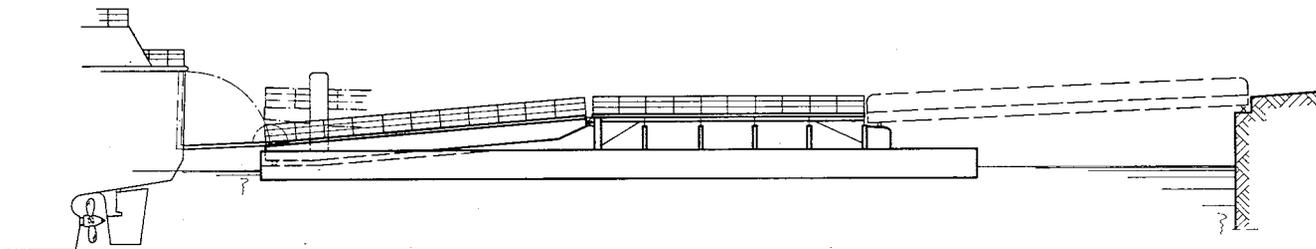


Skizze 7:

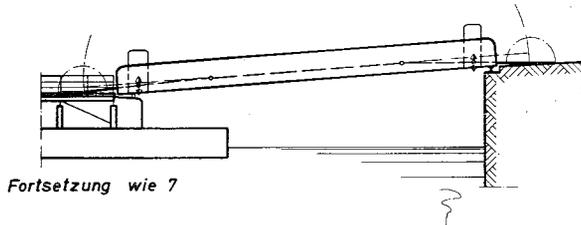
Die in mancher Hinsicht grundsätzlich vorteilhaft erscheinende Lösung mittels Ponton kann weiter entwickelt werden, dadurch, daß auf dem Ponton selbst wieder eine bewegliche Klappe zwecks Anpassung an verschiedene Deckshöhen der Schiffe, deren Ladezustand u. U. erhebliche Differenzen auslöst, vorgesehen wird.

186

7



8



Fortsetzung wie 7

9

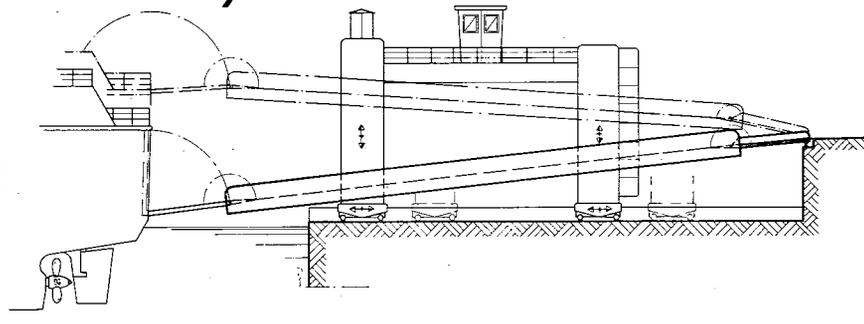


Bild 1  
Systematische Folge von Roll-Anlagen im Längsschnitt, entsprechend den verschiedenen technischen Vorbedingungen der Häfen  
(wie sie im Text zu den Skizzen 1—9 erläutert worden sind)

## Skizze 8:

Für den Fall, daß bei allzu großem Neigungswechsel Abflachungen der Brechpunkte notwendig werden, kann man die Brücken selbst an ihrem landseitigen und ihrem wasserseitigen Ende mit Spezialklappen versehen, die hier für einen Ausgleich zu sorgen haben.

## Skizze 9:

Hier ist der allgemeinste Fall dargestellt, in dem die Übergangsbrücke an zwei Portalen hängt, die beide Brückenenden nach Bedarf in der Höhe verstellen (unter Last wird die Brücke verriegelt), die aber auch land- und wasserseitig je nach Bedarf unter Ausladung der Schiffsklappe entsprechend bewegt und optimal eingestellt werden können. Dazu ist landseitig selbstverständlich eine weitere Übergangsklappe zur Verbindung dieser aus den Erfordernissen des Schiffes eingestellten Brücke mit der Kaiebene vorzusehen. Ein solches System erlaubt theoretisch von Fall zu Fall die Einstellung einer optimal für die Roll-Güter geeigneten Gradienten.

## 2.4 Systematik von Roll-Anlagen und Fährbetten im Grundriß

Ergänzend zu diesen Beispielen grundsätzlicher Lösungen im Längsschnitt werden hier die Grundrißformen betrachtet. Sie haben sich jeweils unter den örtlich gegebenen Voraussetzungen eingebürgert und können im allgemeinen unabhängig von der gewählten Anordnung im Längsschnitt gewählt werden. Dennoch ergeben sich bis zu einem gewissen Grade Abhängigkeiten, indem nämlich z. B. bei gedrängter Entwicklungslänge in einem Hafengebiet für Roll-Anlagen ein Längsschnitt bevorzugt sein wird, der platzsparend wirkt, d. h. eine möglichst kurze Übergangsstrecke vom Kai zum Schiff ermöglicht. Die freie Wahl bezieht sich dann nur auf die konstruktive Lösung, weil an sich mit dem zu überwindenden Höhenunterschied zwischen Land und Schiff eine gewisse Mindestlänge bereits durch die Wahl der Gradienten gegeben ist, und überhaupt für jeden Ausführungsfall eine Größtneigung der Übergangsbrücke vorgegeben sein wird. In solchen Fällen kann vom wirtschaftlichen Standpunkt aus die Übergangsbrücke mit den dafür nötigen Installationen nicht für sich betrachtet, sondern muß im großen Zusammenhang mit für die Gestaltung der Fährnisse insgesamt notwendigen Tiefbauten beurteilt werden. Dies gilt in verstärktem Maße, wenn es sich um einen Kai handelt, an dem nicht nur eine, sondern eine größere Zahl von Fähranlagen auf beschränktem Raum errichtet werden müssen.

In der Abb. 2 sind typische Beispiele für Grundrißlösungen zusammengestellt.

## Lösung A:

Das Schiff liegt längsseits am Kai und Fahrzeuge können lediglich durch Seitenpforten überführt werden, was im allgemeinen nur für Pkws und kleine fahrbare Einheitsladungen möglich ist. Lastzüge, Trailer und größere rollende Einheitsladungen müssen hierbei unberücksichtigt bleiben.

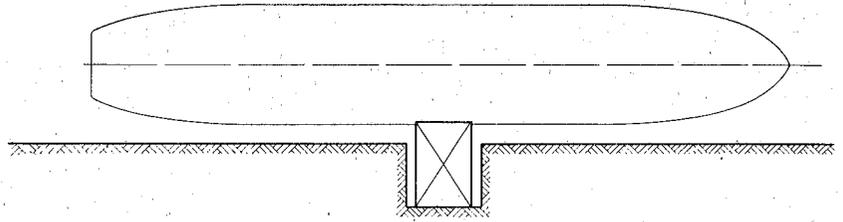
## Lösung B:

Lage des Schiffes am Kai mit einer Roll-Anlage für Bug- bzw. Heckverladung. Das Schiff wird am Kai so vertäut, daß Fender, Dalben o. ä. „vor Kopf“ an der Roll-Anlage entbehrlich sind.

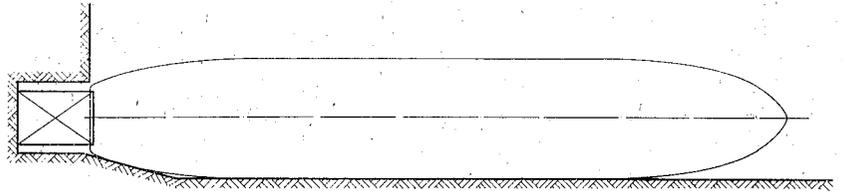
## Lösung C:

Das Schiff liegt längsseits am Kai, mit Bug oder Heck jedoch in einer festen, abgefeindeten Fährnische, die für den Übergang von und zum Land größte Sicherheit

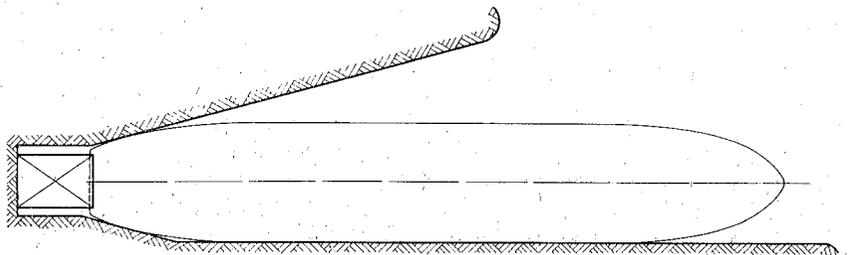
**A**



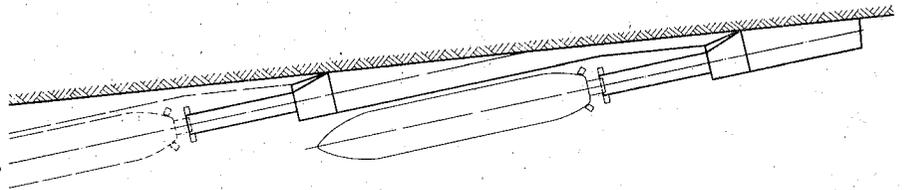
**B**



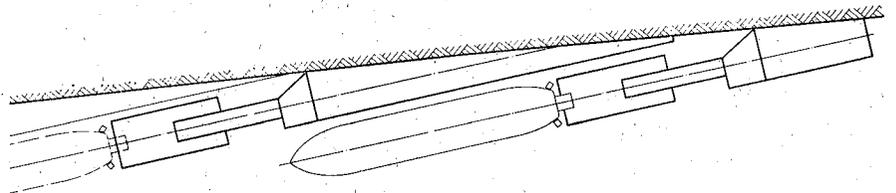
**C**



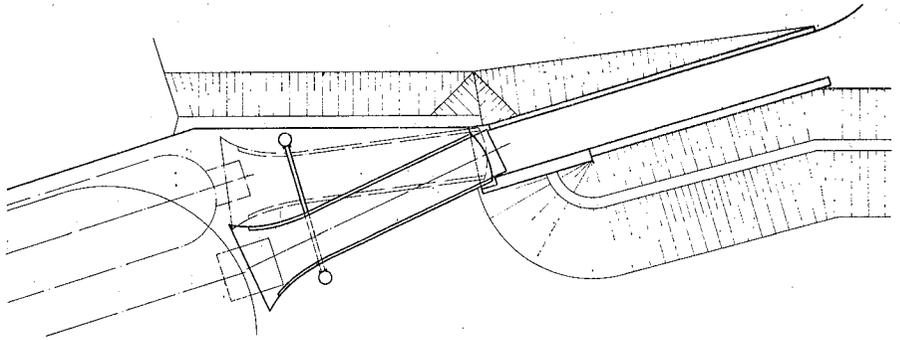
**D**



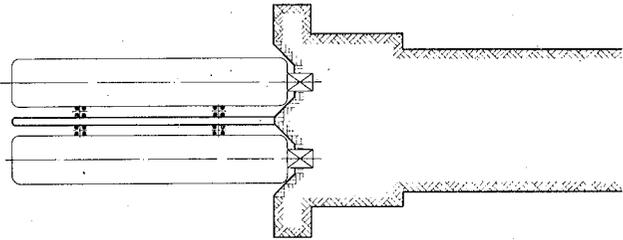
**E**



F



G



H

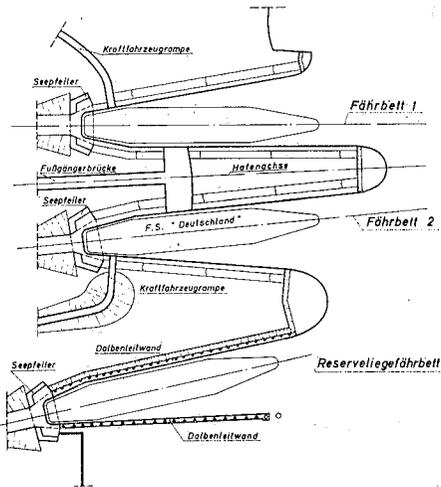


Bild 2

Systematische Folge von Roll-Anlagen im Grundriß, wie sie sich planerisch aus den im Text erläuterten Lösungen „A“ bis „H“ beispielhaft ergeben haben

bietet. Diese Lösung ist insbesondere dort notwendig, wo Eisenbahnverkehr neben dem Übergang von Straßenfahrzeugen beherrschend ist.

Lösung D:

Sofern mehrere Roll-Anlagen an der gleichen Kaistrecke notwendig werden, ergibt sich zweckmäßig die Staffelung in Sägeform. Dies wirkt raumsparend, wenn ohnehin auf eine geringstmögliche Längenentwicklung der Übergangsbrücke Wert gelegt wird.

**Lösung E:**

Ist man gezwungen, einen Übergangsponton zu benutzen, so wird diese Lösung auch in Sägeform erheblich mehr Längenentwicklung erfordern, also vom rein hafengebäulichen Standpunkt aus unwirtschaftlich erscheinen.

**Lösung F:**

Falls Schiffe sehr unterschiedlicher Größe, d. h. mit sehr verschiedener Breite der Heckklappe und variabler Deckshöhe an einer (Universal-)Roll-Anlage bedient werden sollen, hat man die Möglichkeit, durch Konstruktion einer gleichzeitig zu heben und schwenkbaren Brücke die notwendige Anpassung zu erreichen. Eine solche Übergangsbrücke müßte landseitig von einem Drehzapfen gehalten werden und ruht wasserseitig mit der Möglichkeit in Querrichtung zu gleiten, auf einer Traverse, die beiderseits von Hubwerken gehoben bzw. abgesenkt werden kann. So ist eine leichte Anpassung an alle Betriebsverhältnisse bei schwankendem Wasserstand möglich.

**Lösung G:**

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Lösungen sind die Doppelanlagen „vor Kopf“ an Dalben in bezug auf die Raumausnutzung im Hafenbecken die günstigsten. Falls neben dem Übergang des rollenden Verkehrs über Bug bzw. Heck noch Seitenbeladung mit Kränen konventioneller Art erforderlich wird, sind pierartige Lösungen empfehlenswert, wobei in einigen Fällen auch die getrennte Passagierabfertigung von und zum Schiff durch eine solche Anordnung erleichtert wird.

**Lösung H:**

Derartig allgemeine Gruppierungen festausgebauter Fährbetten findet man jedoch nur in besonderen Fährhafen für festeingespielte Verbindungen, insbesondere wenn die Eisenbahn gegenüber dem sonstigen Rollgut die Vorhand hat.

**3. Beispiele ausgeführter Anlagen in deutschen Seehäfen**

Für die meisten der vorstehend in eine systematische Reihenfolge gebrachten Anordnungen hinsichtlich Längsschnitt und Grundriß gibt es in der Praxis ausgeführte Beispiele, die den an sie gestellten Anforderungen im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten bestens entsprechen. Aus diesem Grunde kann abschließend eine Bewertung nicht vorgenommen werden. Die daraus resultierenden etwaigen Empfehlungen könnten daher auch nur einen relativ geringen Geltungsbereich haben. Es verbleibt die Möglichkeit, einige im genannten Sinne typische oder auch durch ihre Verkehrsbedeutung wichtige, in Deutschland ausgeführte Anlagen hier einzureihen.

So gehört zur Lösung „A“ beispielsweise der in Kiel befindliche sog. Oslo-Kai, der die Fährschiffe nach Norwegen in Seitenlage abfertigt, wobei jeweils zwei quer zum Kai verschiebbare Übergangsbrücken vor den Seitenpforten der Schiffe verwendet werden. Daneben sind für die Fährschiffe nach Göteborg und in die dänische Inselwelt Fährbetten nach Lösung „E“ vor Kopf angeordnet, wobei die Übergangsbrücken nach Skizze 3 ausgeführt worden sind.

Für den Skandinavien-Kai in Lübeck-Travemünde sind in den vergangenen 8 Jahren 4 Fähranlagen errichtet worden, bei denen zum Teil die technische Weiterentwicklung gut ablesbar ist. Der Grundriß hat sich notwendigerweise nach Lösung „D“ gestaffelt mit Brücken ergeben, wobei jedoch auf eine weiträumige Gestaltung der Landanlagen Rücksicht genommen wurde. Man war bestrebt, den in der Saison sehr erheblichen Passagierverkehr, größtenteils mit Pkw, von der im übrigen gleichfalls sehr leb-

haften Benutzung der Fähren nach Dänemark, Schweden und Finnland durch Rollgüter aller Art möglichst zu trennen. Von einer „gestaffelten Lösung auf engstem Raum“ kann hier daher kaum gesprochen werden. Die in zeitlichem Abstand erstellten Kaianlagen, Fähranleger und Übergangsbrücken sind sinngemäß nach den Skizzen 1, 3 und 9 einzuordnen. Besonderes Interesse verdient die Übergangsbrücke nach Skizze 9, die für schwere Lastwagen mit geringer Bodenfreiheit auch in extremen Schiffslagen eine günstige Gradiente mit möglichst unschädlichen Gefällebrechpunkten bietet.

Der Nordland-Kai in Lübeck dagegen verbindet den Liegeplatz des Schiffes am Kai mit einer einfachen Roll-Anlage für Bug oder Heck nach Skizze 3 und Seitenbeladung nach Lösung „A“. Die hierfür eingebaute schwere Transportbrücke wird zusätzlich von den Kranschielen und Kaigleisen gekreuzt und erscheint als Ausnahmelösung technisch recht bemerkenswert.

In Hamburg existiert im Sandtorhafen eine Roll-Anlage für den seit 2 Jahren eingespielten reinen Roll-on/Roll-off-Fracht-Verkehr mit Spezialschiffen in der Schweden- und Englandfahrt. Sie ist mit Hilfe der sog. Hard-Anlage, wie sie nach dem Kriege aus den besonderen Bedürfnissen des Nachschubes heraus entstanden war, an einem geeigneten Standort für diesen zeitgemäß neu entstandenen Umschlag erstellt worden. Sie stellt sich dar nach Skizze 6 als Roll-Anlage über einen Ponton mit Fahrdeck, der sich den in Hamburg herrschenden Tideverhältnissen mit häufig außergewöhnlichen Wasserständen relativ gut anpaßt, aber in der Größe auf die hier verkehrenden Schiffe unter 1 000 BRT abgestellt ist.

Die erste Touristik-Fähranlage in Hamburg soll im Sommer 1969 gleichfalls für die England-Fahrt in Betrieb genommen werden. Vorerst handelt es sich hier um regulären Passagier-Verkehr mit großenteils eigenen Pkw, der saisonbedingt das Fährschiff ausnutzen dürfte. In der übrigen Zeit ist die Beförderung von Lastzügen und Trailern vorgesehen. Man versucht, dafür am westlichen Ende der schwimmenden St. Pauli-Landungsbrücken durch geeigneten Umbau des dort ausliegenden Pontons mit einer neu zu erstellenden schweren Übergangsbrücke einen verkehrstechnisch günstigen Liegeplatz zu schaffen. Den Übergang zum Schiffsdeck bildet ein neuartiger Ponton als Vorleger, dessen Fahrdeck einerseits mit den Landungsbrücken gelenkig verbunden ist, andererseits eine Übergangsklappe für die variable Deckshöhe des Schiffes trägt, insgesamt also eine Anordnung, die im Prinzip der Skizze 7 entspricht. Ob diese im Grundriß rechtwinklig auf dem Ponton herumgeführte Lösung mit verschiedenen Gefällewechseln bei bewegtem Wasser auch für empfindlichere Rollgüter, insbesondere Flats mit geringer Bodenfreiheit in Frage kommt, wird die Praxis lehren. Das Beispiel eines vorgelegten Pontons ist im übrigen dem Fähranleger am Nord-Ostsee-Kanal in Kiel-Holtenau für den vorgenannten Schwedenverkehr nachgebildet. Dieser dient zur Zeit als Anlaufpunkt der oben genannten Spezialschiffe unter 1 000 BRT.

Im übrigen befindet sich eine weitere Roll-Anlage in Hamburg am Europa-Kai in der Nachbarschaft des modernen Kaischuppens 90 in Vorbereitung. Da hier im Gegensatz zum Sandtorhafen auch größere Schiffe mit variablen Decksbreiten in verschiedenen Höhenlagen berücksichtigt werden sollen, ist an eine Übergangsbrücke gedacht, die von einem Hubwerk in der Vertikalrichtung bewegt und gehalten werden soll; in der Waagerechten wird die Brücke jedoch schwenkbar sein, um die rollenden Lasten an der jeweils günstig erscheinenden Stelle auf das Schiff und umgekehrt übergehen zu lassen (nach Lösung „F“).

In Bremen ist 1968 im Überseehafen eine Roll-Anlage vor einem konventionellen Kaischuppen errichtet worden, deren Übergangsbrücke nach Skizze 4 ohne Verkehrslast durch elektrisches Windwerk nach Bedarf gehoben und abgesenkt werden kann, jedoch für den Übergang der Verkehrslasten, der Tidebewegung folgend, von Zeit

zu Zeit an den Pfeilern neu abgesteckt werden muß. Die Anlage wird als Provisorium betrachtet und besitzt zur Zeit eine feste und eine bewegliche Übergangsbrücke gleicher Abmessungen. Es ist vorgesehen, diese beiden Brücken später nebeneinander beweglich anzuordnen, um sodann eine Doppelanlage „vor Kopf“ etwa nach Lösung „G“ zur Verfügung zu haben.

In Bremerhaven befindet sich an der Columbus-Kaje neben der Nordschleuse der Anleger der künftig mit Hamburg korrespondierenden England-Fähre nach Harwich. Er ist ebenfalls ausgerüstet mit einer den Tideverhältnissen entsprechend beweglichen und absteckbaren Übergangsbrücke. Die Anlage ist gleichfalls nur für straßengängigen Fährverkehr und zusätzlich eine große Passagierzahl gedacht. Dagegen befindet sich hinter der Nordschleuse (also im Dockhafen) am Ostkai des hauptsächlich für Container- und Roll-on/Roll-off-Verkehr geschaffenen Nordhafens eine auch für die Großschiffahrt geeignete Roll-Anlage mit einer nur 20 m langen Übergangsbrücke, die aber im allgemeinen wegen des gleichbleibenden Wasserstandes allen Anforderungen genügen wird, zumal sie sich in einer Breite von 12,40 m an Land und 21,50 m an der Wasserseite auch für die Heck-Klappen sehr großer Schiffe geeignet erweisen wird. Die Bewegung geschieht durch elektrische Winden in Türmen mit Absteckvorrichtung durch seitlich ausfahrbare Riegelbolzen mit gleichfalls elektrischem Antrieb. Diese Lösung ist infolge ihrer Größe und ihrer bevorzugten Lage in einem Dockhafen geeignet, den heutigen Anforderungen auch eines schweren Roll-on/Roll-off-Verkehrs zu genügen.

#### 4. Container-Verkehr und Roll-on/Roll-off-Verkehr

- I. Während die Technik im Schiffbau in den letzten Jahrzehnten geradezu revolutionäre Fortschritte machte, blieb die Technik der Güterbehandlung im Stückgutbereich auf Grund der konventionellen Ladesystematik der Stückgutschiffe nahezu unverändert. Die Seehäfen konnten von sich aus keine technischen oder organisatorischen Neuerungen induzieren, da sie hinsichtlich ihres quantitativen und qualitativen Investitionsprogramms in eindeutiger Weise vom Typ des Seeschiffes abhängen.

Containerverkehr und Roll-on/Roll-off-Verkehr sind die Kriterien einer vom Seeschiff ausgehenden Neuorientierung in Organisation und Technik der Güterbehandlung.

Die Gründe für diese neuerliche Entwicklung sind folgende:

Massenhäftigkeit, Homogenität und Hochwertigkeit der zu behandelnden Stückgüter.

Hochentwickelte Volkswirtschaften an den Endpunkten dieser Verkehre.

Hoher Austauschereffekt zwischen den in Frage kommenden Volkswirtschaften.

Vollbeschäftigung in diesen Wirtschaften,

steigende Löhne und stagnierender Produktivitätszuwachs im konventionellen Stückgutumschlag und somit Neigung zur Substitution menschlicher Arbeitskraft durch Kapitaleinsatz bzw. Ergänzung menschlicher Arbeitskraft durch Kapitaleinsatz.

Ausgeprägte Infrastrukturen für den Zu- und Ablauf im Binnenland.

Ausgeprägte Hafeninfrastrukturen.

Containerverkehr und Roll-on/Roll-off-Verkehr können als verspäteter Industrialisierungsprozeß im Verkehrsgeschehen angesehen werden. Vorherplanung der Arbeitsabläufe (Vorstaufen der Container), Regelabläufe, integrierte Informationen, Prozeßsteuerung und Kontrolle dieser Prozesse sind der Ausdruck der Industriali-

sierung im Verkehrswesen und der Wandelung des handwerklichen Charakters des Hafens zum industriellen System.

Das Pendant zum Containerverkehr im überseeischen Bereich ist der Roll-on/Roll-off-Verkehr in der Kleinen Fahrt. Beiden Verkehrsarten ist gemein, daß nicht mehr einzelne Güter, sondern Units in Form von ganzen oder teilweisen Verkehrsträgern umgeschlagen werden. Aus Kostengründen wird in dem einen Fall das Chassis beim Seetransport mitbefördert, im anderen auf das Chassis verzichtet.

Im Stückgutverkehr wiederholt sich das, was vor Jahrzehnten an ökonomischen und technischen Neuerungen sich im Massengutverkehr vollzog.

## II. Die Systeme im Container- und Roll-on/Roll-off-Verkehr

Die Seereederei entscheidet darüber, ob sie für den Landtransport Chassis oder Eisenbahnwagen zum Transport der Container oder Units vorhält oder nicht.

Entscheidet sie, daß je Container, der gelöscht und geladen wird, ein Chassis vorgehalten wird, so induziert sie das sog. „Chassis-System“. Im Zuge des Umschlages mit bordeigenen Containerkränen oder mit landfesten Containerkränen wird somit durch Zusammenfügen von Container und Chassis eine rollfähige Einheit erzeugt.

Entscheidet die Reederei, lediglich Container umzuschlagen, nicht dagegen fahrbare Untersätze vorzuhalten, so induziert sie das sog. „Van-System“. Die Verladung der Container oder Units erfolgt auf diverse Arten auf Eisenbahnwagen oder Chassis.

Diese Basisentscheidungen der Reedereien haben auf die Infrastruktur und Anlagentechnik in den Häfen unterschiedliche Effekte.

Für den Containerumschlag im Lift-on/Lift-off-Verfahren hat der Hafen beim Chassis-Prinzip ausschließlich große Freiplätze vorzuhalten, auf denen die mit den Containern beladenen Chassis zwischengeparkt werden. Bei der Entscheidung zum Van-System obliegt es dem Hafen, geeignete technische Vorrichtungen zu finden, mittels deren die Container auf Binnenverkehrsträger umgeschlagen werden können. In diesem Falle sind außer Freiflächen fahrbare Portalkräne oder Portalhubwagen vorzuhalten. Entscheidet die Reederei zugunsten des Roll-on/Roll-off-Verkehrs, so können die Auswirkungen auf die Häfen unterschiedlich sein:

Für die Aufnahme der Heck- oder Bugklappen sind Roll-on/Roll-off-Rampen zu erstellen, deren Ausführung jedoch davon abhängt, ob der in Frage kommende Hafen ein eingeschleuster Hafen mit festem Wasserstand oder ein tidenabhängiger Hafen mit unterschiedlichem Wasserstand ist.

Entscheidet die Reederei zugunsten der Kombination von Lift-on/Lift-off und Roll-on/Roll-off im Containerverkehr, so potenzieren sich die Investitionen des Hafens:

Es sind sowohl Containerbrücken als auch Roll-on/Roll-off-Anlagen, möglichst in einer Einheit verbunden, zu erstellen.

## III. Der Hafen ist nicht nur von den genannten Basisentscheidungen abhängig bei der Gestaltung seines Investitionsprogrammes, sondern auch von der Entscheidung der Reederei über die Systematik, in der Container im Binnenland transportiert werden sollen. Es mehren sich die Überlegungen der Reedereien, statt eines 20'-Containers zwei 20'-Containers in einer Hieve umschlagen zu lassen. Dieses sog. „Twin-Twenty-Verfahren“ unterscheidet sich in drei Unterfälle:

Einmal können die zwei 20'-Container in einer Einheit zu einem 40'-Container verbunden umgeschlagen werden;

Zum zweiten können zwei 20'-Container in der Weise umgeschlagen werden, daß sie zwar in einer Hieve bewegt, aber individuell am Containerkran angeschlagen werden;

Die dritte Variante besteht darin, daß die Container durch „Spacer“ auf die Norm eines 40'-Containers gebracht werden, aber nicht zu einer Einheit miteinander verbunden sind.

Die skizzierte Anforderung durch das Umschlags- und Beförderungssystem, die unterschiedlichen Containergrößen wie 20', 30', 35' und 40' sowie die unterschiedlichen Anschlagsvorrichtungen nach ISO und ASA sind die Daten, die die eigentliche Technik der Umschlags- und Flurfördergeräte bestimmen. Die Forderung der Häfen an die Industrie spitzt sich darin zu, daß Allroundumschlags- und -flurfördergeräte gewünscht werden, die allen genannten Kriterien im Containerverkehr und im Roll-on/Roll-off-Verkehr entsprechen.

Containerverkehr und Roll-on/Roll-off-Verkehr sind lediglich dann rentabel, wenn die Produktivität des Umschlages im Hafen bestimmten Minimalanforderungen entspricht. Umschlagsleistungen von 20 bis 30 Containern je Stunde gelten heute als Standard. Durch die Kombination zweier 20'-Container lassen sich theoretisch Gewichte zwischen 30 und 40 t errechnen, die in einer Hieve vom Containerumschlagsgerät zu bewältigen sind.

- IV. Die eigentliche technische Ausführung der Containerumschlagsbrücken hängt primär davon ab, ob der Containerverkehr unmittelbar zwischen Seeschiff und dem Verkehrsträger Eisenbahn vorgenommen werden soll oder nicht. Auf Grund seiner Beweglichkeit ist das Chassissystem nicht kritisch bei der Auslegung der Containerkräne im Detail.

Die Anzahl der unter oder hinter dem Containerkran verlaufenden Eisenbahngleise für den direkten Umschlag zwischen Seeschiff und Bahn sind entscheidend für die Breite des Kranportals und damit der technischen Details der Containerbrücke. Indessen werden Containerumschlagsanlagen gegenwärtig entweder aus konventionellen Anlagen entwickelt oder aber in konventionelle Anlagen eingebettet. Der direkte Umschlag zwischen Vollcontainerschiff und Eisenbahn ist auf Grund von Informationsschwierigkeiten über den Zu- und Ablauf der Container sowie deren Vorstauung im Hafen, auf Grund verkehrstechnischer Probleme wie Rangieren der Waggons, gegebener gegenwärtiger Gleisanlagen in den Häfen sowie der operationellen Problematik eisenbahntechnischer Art bei der Bearbeitung mehrerer Containerschiffe mit mehreren Containerbrücken schwierig. Es muß daher zwischen Containeranlagen differenziert werden, die sozusagen „Auf der grünen Wiese“ nach völlig neuen, sich speziell am Container- und Ro-Ro-Verkehr orientierenden Kriterien erbaut werden und solchen, die sich organisch in den konventionellen Hafenebereich einfügen.

- V. Wenngleich im Grundsatz davon auszugehen ist, daß dem Containerverkehr in der Großen Fahrt der Roll-on/Roll-off-Verkehr als weiterentwickelter Fährverkehr in der Kleinen Fahrt entspricht, so sind dennoch Mischformen im kombinierten Roll-on/Roll-off und Lift-on/Lift-off-Verfahren realistisch:

Während in der Großen Fahrt bereits Schiffe im Einsatz sind, die außer über Containerzellen auch über Heckrampen verfügen, zeigen die Bauprogramme für Schiffe in der Kleinen Fahrt Typen, die außer über Heck- und Bugklappen auch über Zellen für den Containertransport im Lift-on/Lift-off-Verfahren verfügen.

VI. Anliegend sind die technischen Beschreibungen der technischen Anlagen in Bremen, Bremerhaven und Hamburg gegeben, mit denen sämtliche in Frage kommenden Kombinationen der beiden genannten Verkehrsarten abgefertigt werden sollen.

Die große Erfahrung und die Fazilitäten ermöglichen es, das reine Chassis-System (Sea-Land), das reine Van-System (Madson) und alle daraus abzuleitenden Mischsysteme zu praktizieren.

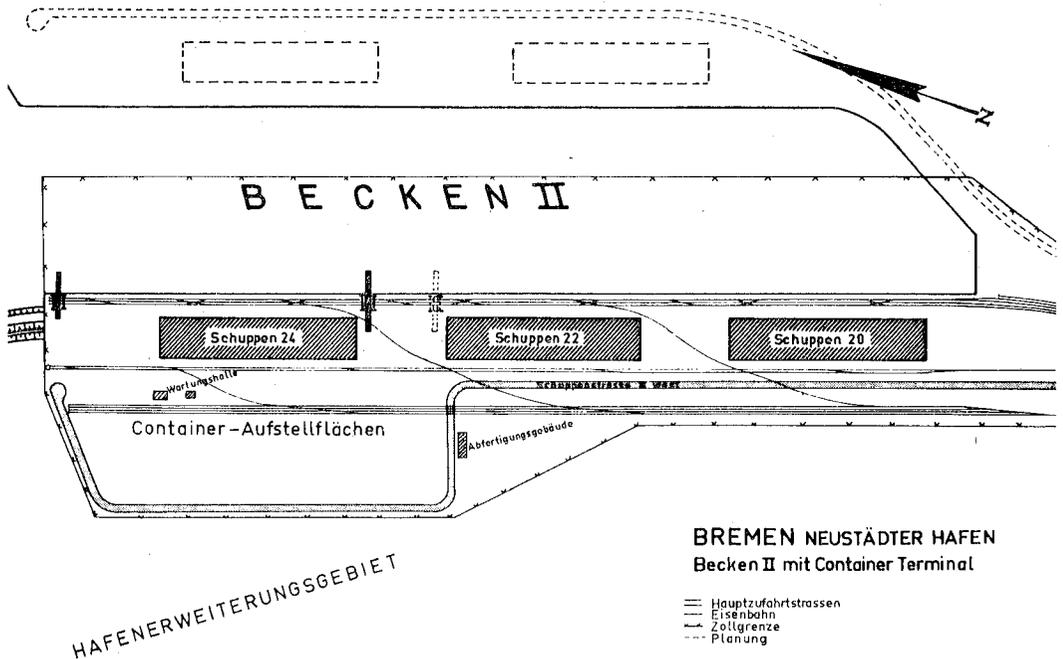


Bild 3 a  
Container-Anlagen in Bremen — Neustädter Hafen

#### Bremen

Schuppen 22 C, Containerbrücke Typ Kocks,

Tragfähigkeit 40 t, für 20'- bis 40'-Container, Auslage von Kajevorkante zur Wasserseite 28 m, Auslage zur Landseite 22 m. Durch die Auslage zur Landseite von 22 m ist es möglich, Container beim Löschen und Laden ohne Einschaltung irgendwelcher Transportmittel auf dem Containerplatz abzustellen bzw. von dort abzunehmen. Der Spreader der Containerbrücke ist für verschiedene Containergrößen einstellbar.

Schuppen 24 C, Containerbrücke Typ Paceco,

Tragfähigkeit 25 t, für 35'-Container, Auslage von Kajevorkante zur Wasserseite 29,60 m. Auslage zur Landseite 9 m.

Schuppen 20, 22 und 24,

12 Uferkrane, Tragfähigkeit 7,5 t (gekoppelt 15 t),

28 Uferkrane, Tragfähigkeit 3 t (gekoppelt 6 t),

Schuppen 16 B,

4 Uferkrane, Tragfähigkeit 7,5 t (gekoppelt 15 t),

3 Uferkrane, Tragfähigkeit 3 t (gekoppelt 6 t).

Schuppen 16 B,

6 Mobilkrane (Diesel), Tragfähigkeit 6 t, 2 Schwimmkrane, 100 t und 60 t Tragfähigkeit, Auslage bis 28 m über Pontonkante.

Für alle Ufer- und Schwimmkrane stehen Spreader für 20'- bis 40'-Container zur Verfügung. Ein weiterer Schwimmkran mit einer Tragfähigkeit von 100 t, der auch dem Containerumschlag dienen soll, ist geplant.

Die Containerbrücken haben einen Umschlagsrhythmus von 30 Containern pro Stunde. Dieser Rhythmus ist als Durchschnittsleistung anzusehen; in der Spitze wurden schon bis zu 45 Container pro Stunde umgeschlagen.

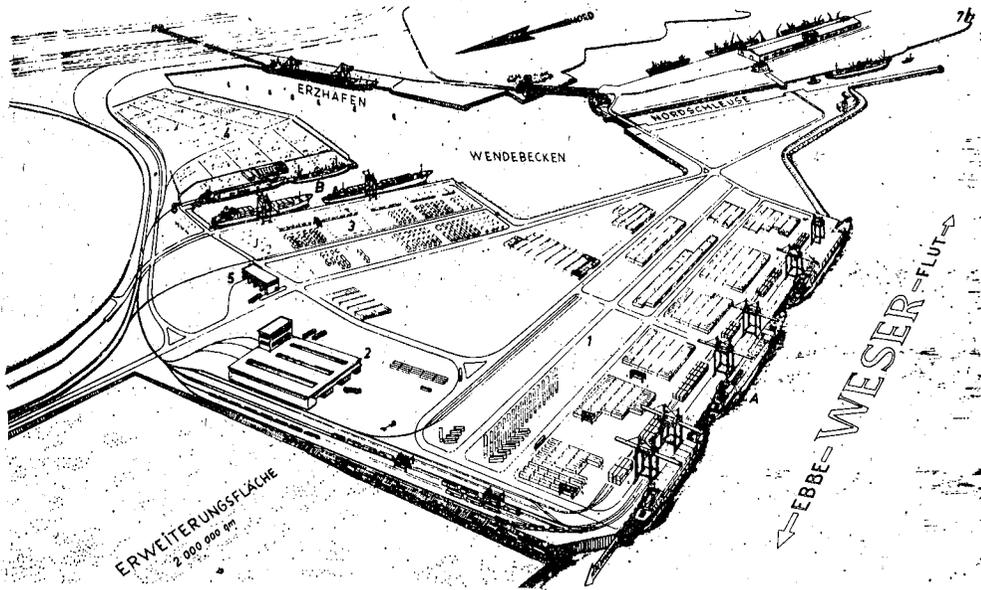


Bild 3b  
Container-Anlagen in Bremerhaven — Nordhafen und zukünftiger „Container-Terminal“  
an der Weser

#### Bremerhaven

Nordhafen Ostseite, Länge 285 m, Wassertiefe 35'.

Nordhafen Westseite, Länge 325 m, Wassertiefe 33'.

Die Verlängerung der Kaje auf der Westseite des Nordhafens um 75 m ist im Herbst 1968 beendet, so daß dort zwei große Schiffs Liegeplätze zur Verfügung stehen.

Die Einfahrt zum Nordhafen erfolgt durch die Nordschleuse (Länge 372 m, Kammerbreite 60 m, Torbreite 45 m, Wassertiefe 36').

Liegeplätze im Bau:

Stromkaje, Länge 570 m, Wassertiefe 39'. Später Vertiefung auf 46'.

Die Stromkaje liegt am offenen Fluß, so daß die Schiffe nicht mehr durch die Schleuse zu fahren brauchen. Die Fertigstellung des ersten Bauabschnittes, der 2 Liegeplätze schaffen wird, ist für Herbst 1970 vorgesehen. Im Endzustand soll die neue Stromkaje 5 Liegeplätze für Vollcontainerschiffe haben und mit Containerbrücken oder Spezialkranen für den Containerumschlag ausgerüstet werden.

## Bremerhaven

Nordhafen Westseite,

Containerbrücke Typ Kocks für 20'- bis 40'-Container, Tragfähigkeit 40 t, Auslage von Kajevorkante zur Wasserseite 33 m, Auslage zur Landseite 22 m.

Durch die Auslage zur Landseite von 22 m ist es möglich, während des Löschens oder Ladens Container ohne Einsatz anderer Transportmittel auf den Platz zu setzen bzw. von dort abzunehmen.

Eine Containerbrücke des gleichen Typs wurde bis Herbst 1968 aufgestellt.

Für die Stromkaje sind weitere 2 Containerbrücken geplant.

Um im Nordhafen Westseite auch Schiffe mit Flats und anderen Stückgütern abfertigen zu können, ist dort die Aufstellung von 4 Uferkränen mit einer Tragfähigkeit von je 7,5 t vorgesehen.

Die Häfen Bremen/Bremerhaven bilden eine Operationseinheit. Da an beiden Plätzen — dem jeweiligen Bedarf entsprechend — Container-Umschlagsanlagen geschaffen werden, ist die Möglichkeit gegeben, durch Austausch des notwendigen Gerätes, Schwerpunkte zu bilden. Portalhubwagen sowie alle anderen Flurfördergeräte können ohne weiteres wechselweise in Bremen und Bremerhaven eingesetzt werden. Sogar die Containerkrane sind so konstruiert, daß sie gegebenenfalls zwischen den beiden Häfen ausgetauscht werden können.

## Hamburg

Waltershofener Hafen — Burchardkai —

Container-Brücke I Typ DEMAG verfügt über eine Tragkraft von 38 t an den Seilen, so daß eine Nutzlast von 30 t verbleibt. Das ist das nach ISO vorgeschriebene Maximalgewicht eines 40'-Containers. Die Brücke verfügt über eine Reichweite von 36 m über Wasser und 30 m über Kai.

Containerbrücke II Typ Peine kann 53 t an den Seilen bzw. 45 t Nutzlast heben. Sie ist damit geeignet, zwei 20'-Container gleichzeitig aufzunehmen (twin-twenty-operation). Durch die größere Nutzlast werden indessen die Arbeitsgeschwindigkeiten nicht beeinträchtigt. Die Reichweite beträgt 36 m über Wasser und 35 m über Kai — also insgesamt 71 m, Kranspurbreite 18 m.

Die Aufstellung zweier weiterer Brücken mit entsprechenden Abmessungen ist für 1969 vorgesehen.

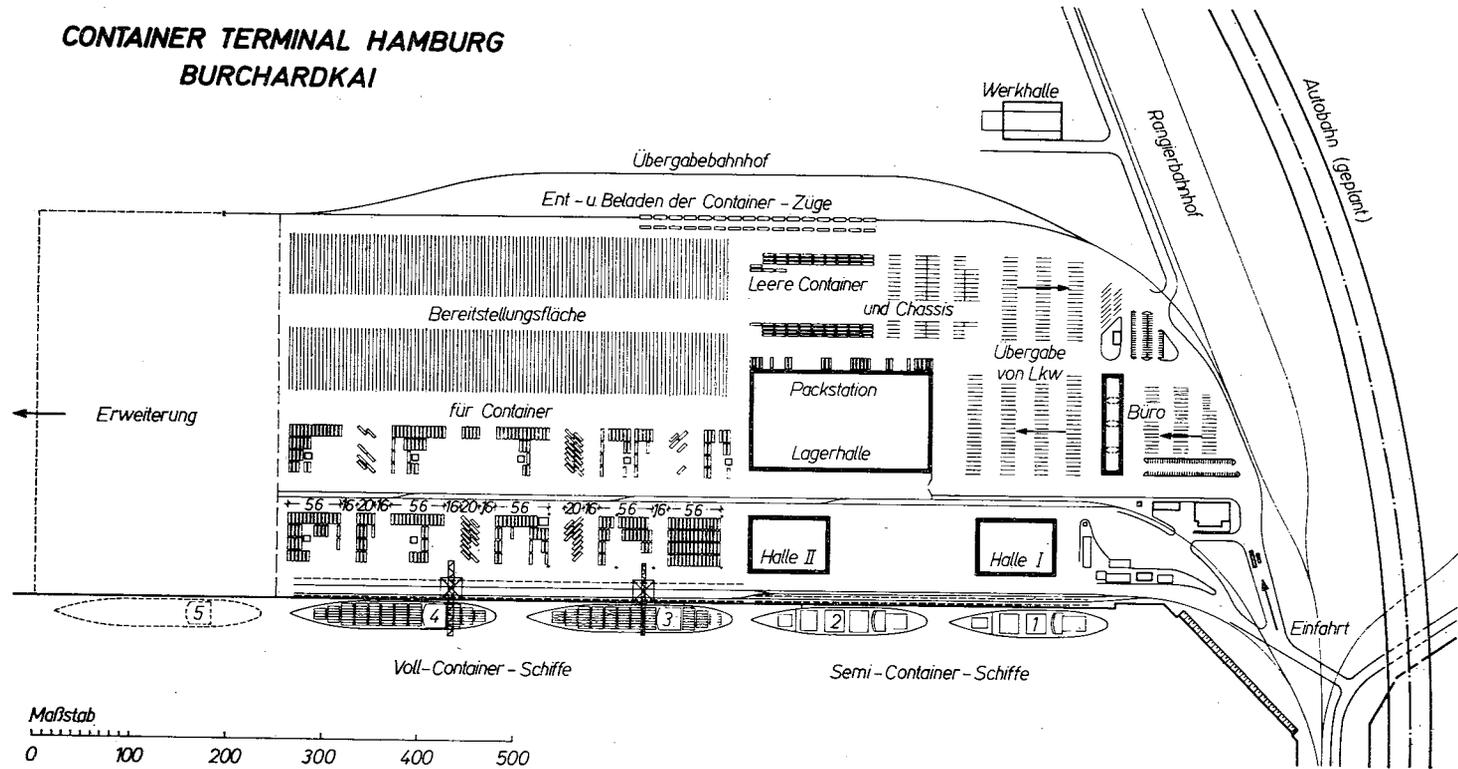


Bild 3c  
Container-Anlagen in Hamburg — Übersichtsplan vom „Container-Terminal Burchardkai“

**Schriftums-Verzeichnis**

- [1] Sauer, W. und Haass, W.: Bau einer neuen Hafenanlage am Schloßgarten in Kiel für die Fährverbindung Oslo-Kiel. „Schiff und Hafen“ 13 (1961) Seite 288.
- [2] Jahnke, Th.: Die neuen Fähranlagen in Puttgarden am Fehmarnbelt. „Schiff und Hafen“ 15 (1963) Seite 759.  
und  
Anfangserfahrungen mit den neuen Fähranlagen in Puttgarden. „Schiff und Hafen“ 16 (1964) Seite 53.
- [3] Lüninhöner, W.: Freiungsschlagsanlage an der Ostseite des Nordhafens im Überseehafen Bremerhaven. „Hansa“ 102 (1965) Seite 863.
- [4] Lüninhöner, W. und Herbst, W.: Neue Anlage für den roll-on/roll-off-Verkehr im Nordhafen von Bremerhaven. „Schiff und Hafen“ 20 (1968) Seite 211.
- [5] Kluth, W. und Giese, N.: Bau moderner Hafenanlagen für den rollenden Verkehr in Travemünde und Lübeck. „Schiff und Hafen“ 17 (1965) Seite 699.
- [6] Müller, R.: Moderne Auto- und Personenfährschiffe. „Hansa“ 100 (1963) Seite 351.
- [7] Ciesielski, H.: Die Eisenbahnfährianlage Großenbrode. „Die Bautechnik“ 19 (1952) Seite 272.
- [8] Rogge, Th.: Über den Bau von Fähranlagen für den rollenden Verkehr. „Mitteilungen des Franzius-Instituts für Grund- und Wasserbau der TH Hannover“ Heft 23 (1963).