

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Article, Published Version

**Pohl, O.**

## **Vollmechanischer Umschlag von feinkörnigem Schüttgut**

Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Schifffahrt

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105813>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Pohl, O. (1964): Vollmechanischer Umschlag von feinkörnigem Schüttgut. In: Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Schifffahrt 5. Berlin: Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. S. 261-276.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Vollmechanischer Umschlag von feinkörnigem Schüttgut

Dipl.- Ing. oec. Pohl  
VEB Seehafen Rostock



### Derzeitiger Stand des Schüttgutumschlages

In meinem Beitrag möchte ich versuchen, die derzeitige Umschlagstechnologie bei feinkörnigen Schüttgütern darzustellen und einige Schlußfolgerungen allgemeingültiger Art herauszuarbeiten, die sich im praktischen Umschlagsgeschehen ergeben haben und die für die Gestaltung entsprechender Umschlaganlagen von Bedeutung sind. Das umso mehr, als der Umschlagsbedarf bereits im kommenden Jahr die vorhandene Kapazität überschreitet und mithin eine Kapazitätserweiterung notwendig wird.

### Derzeitiges Sortiment an feinkörnigem Schüttgut

Zunächst zum Begriff "feinkörnig"! In dem Fachbuch 'Förderanlagen' von Spiwakowski und Djatschkow werden die Schüttgüter in Abhängigkeit von dem größten diagonalen Kantenabstand ( $a$ ) des Einzelstückes in folgende Gruppen eingeteilt:

grobstückig	$a =$ über 160 mm
mittelstückig	$a =$ 60 bis 160 mm
kleinstückig	$a =$ 10 bis 60 mm
körnig	$a =$ 0,5 bis 10 mm
staubförmig	$a =$ unter 0,5 mm.

Die Behandlung des Themas soll sich auf die Gutarten mit einer Korngröße bis 10 mm beschränken. Im einzelnen sind dies

1. Apatitkonzentrat mit  $a < 0,5$  mm
2. Phosphorite "  $a = 10$  mm bis unter 0,5 mm
3. Eisenerzkonzentrat "  $a < 0,75$  mm
4. Superphosphat  $a \approx 0,5$  mm

Diese Gutarten werden ausschließlich im Import über den Seehafen Rostock umgeschlagen. Dabei erfolgt der Umschlag des Apatitkonzentrates, der Phosphorite und des Eisenerzkonzentrates fast ausschließlich am Massengutpier des Überseehafens, während Superphosphat, das in geringen Mengen anfällt, im alten Stadthafen umgeschlagen wird.

Neben diesem Sortiment an feinkörnigem Schüttgut werden noch folgende Gutarten (ebenfalls im Import) umgeschlagen:

Steinkohle  
Eisenerz  
Baurit

Schwefelkies  
Manganerz  
Rohmagnesit  
Schwerspat  
Ilmenit  
Braunstein.

Ein Vergleich der umgeschlagenen Mengen im Zeitraum 1962-1963 zeigt, daß die feinkörnigen Gutarten einen Anteil von ca. 45 % innehaben (den Hauptanteil dabei hat das Apatitkonzentrat). Die übrigen Gutarten haben einen Anteil von ~ 55 %, wobei hier Steinkohle mit rd. 30 % am stärksten beteiligt ist.

#### Derzeitiger Stand der Umschlagstechnologie und Grad der Mechanisierung

Die derzeitige Umschlagstechnologie an der Massengutseite wird durch folgende technische Einrichtungen bestimmt.

Eine 720 m lange Kaimauer teilt sich in 3 Liegeplätze, die bei 10,5 m Wassertiefe je einem Schiff bis zu ca. 15 000 tdw Platz bieten. An den Liegeplätzen arbeiten 6 Bunkerbrücken von je 20 Mp Tragfähigkeit und 40 m Ausladung, die mit verschiedenen Greifertypen ausgerüstet sind. Die hinter den Bunkerbrücken liegenden 4 Lagerbansen haben eine Fläche von 15 200 m<sup>2</sup> und ein Fassungsvermögen von rd. 60 000 m<sup>3</sup>. Die Lager dienen der Zwischenlagerung der umgeschlagenen Schüttgüter. In der Regel werden heute zwei bis drei unterschiedliche Gutarten gleichzeitig gelagert.

Unter den Bunkerbrücken führen 3 Gleise in der Länge der Kaimauer entlang. Der Umschlag erfolgt wahlweise vom Schiff über Trichter direkt in den Waggon oder auf Bansen, die Rückverladung vom Bansen wiederum über Trichter in den Waggon. Daneben ist auch ein Umschlag in Binnenschiffe möglich; allerdings ist der Anteil dieses Umschlags zurzeit nur gering.

Aufgrund der großen Auslegerweite arbeitet die Brücke bei der Relation Schiff-Waggon aus dem Stand, schüttet das Gut vor sich in den Brückentrichter, von wo es mit Stetigförderern abgezogen und in Waggons geschüttet wird, die kontinuierlich unter der Brücke durchgezogen werden. Während des Transports mit den Stetigförderern erfolgt die Gewichtsfeststellung bzw. Gewichtsdosie-

rung für die Waggon mit elektrischen Bandwaagen.

Diese Umschlagstechnologie entspricht jedoch nicht den Erfordernissen, da sie zu stark von Gestellung des Transportraumes der DR abhängig ist. Die relativ geringen Lagermöglichkeiten wirken nicht als Puffer zwischen den diskontinuierlich zuschwimmenden Seeschiffen und dem daher stark schwankenden Waggonbedarf. Dieser Nachteil wird deutlich an dem prozentualen Anteil des Über-Lager-Umschlages, der z.B. im ersten Halbjahr 1964 bei 24 % lag.

In der Zeitschrift "Hansa" Nr. 21/63 werden 2 interessante Zahlen über die Entwicklung der Überlagernahme im Massenguthafen Emden genannt. Dort stieg der Anteil, der über Lager umgeschlagen wurde, von 9 % im Jahr 1955 auf 40 % im Jahr 1963, wobei noch mit einem weiteren Anstieg für die Zukunft gerechnet wird. Betrachtet man den Grad der Mechanisierung beim Umschlag der Schüttgüter, so ist festzustellen, daß aufgrund des Einsatzes von Schiffen, die nicht speziell für den Massenguttransport gebaut wurden, bei Einsatz von Greiferkränen erhebliche Arbeitsleistungen aufgebracht werden müssen, um das Schüttgut in den Aufnahmebereich des Greifers zu fördern. Auch der Einsatz von Trimmgreifern bringt hierbei keine völlig befriedigende Lösung.

Erfahrungswerte im Hafen besagen, daß von der jährlich über Kai-kante umzuschlagenden Menge ca. 20 % getrimmt werden müssen. Für die Trimarbeiten stehen Schwenkschaufler und Trimmraupen zur Verfügung. Trotz dieser Geräte müssen jedoch noch schätzungsweise 25 % bis 30 % der Trimmtonnage manuell bewegt werden, da die vorhandenen Trimmgeräte nicht universell einsetzbar sind. Aufgrund dieser Umstände kann z.Zt. bei den Trimarbeiten noch nicht von 'vollmechanisch' im ursprünglichen Sinn des Wortes gesprochen werden.

#### Möglichkeiten der Sortimentsentwicklung in der Perspektive

Die Mechanisierung des Umschlages von Stückgut wird zurzeit in den Häfen der ganzen Welt zum Problem, da die derzeitigen Umschlagverfahren aufgrund der unterschiedlichen Gestaltung der Land- und Seetransportmittel sowie der mannigfaltigen äußeren Formen der Stückgüter zu einem Hemmnis bei der Rationalisierung

der Seetransporte werden. Daher liegt der Gedanke nahe, solche Massengüter wie Zement, Rohzucker, Düngemittel usw., die heute gesackt zum Versand kommen, in loser Form, d.h. als Schüttgut, zu befördern.

Bei dem Transport von Schüttgut gibt es heute bessere Möglichkeiten für eine volle Mechanisierung. Als Beispiel sei hier der Cuba-Rohzucker genannt. Er wird gesackt importiert. Der Einzelsack wiegt 117 kg. Zum Löschen eines Schiffes mit ca. 10 000 t Ladung werden ungefähr 8 Tage gebraucht. Der manuelle Aufwand dabei ist erheblich. Stellt man einmal die dazu benötigten Arbeitskräftestunden dem Arbeitskräftestundenbedarf beim Umschlag von losem Rohzucker mit Greifer gegenüber, so ergibt sich - bezogen auf eine Ladung von 10 000 t - folgendes Bild:

	<u>Rohzucker</u>	
	<u>gesackt</u>	<u>lose</u>
Arbeitskräfte	12	5
t/Gang und Schicht	167	249
Arbeitskräftestunden	5 400	1 500
Abfertigungszeit (Tage)	ca. 8	ca. 5

Aus dieser Gegenüberstellung wird bereits deutlich, wenn man den Mechanisierungsgrad nur allein auf die benötigten Arbeitskräftestunden bezieht, daß er beim Greiferumschlag 3,6 mal höher liegt. Das ist also ein Weg, die technische Revolution auch im Hafen durchzuführen. Dabei ist noch ein wesentlicher Gesichtspunkt zu beachten. Ähnliche Vorteile, wie sie sich beim Hafenumschlag ergeben, treten bei der Behandlung des Gutes auf der gesamten Transportkette auf. Sie sind natürlich besonders wichtig für den Teil der Transportkette, der sich in unserer Republik abwickelt, einschließlich der Seetransportmittel der DDR.

Der Transport von losem Rohzucker wird bereits von verschiedenen Ländern durchgeführt. Die Hafenvirtschaft der DDR rechnet bereits für das kommende Jahr mit einem derartigen Umschlag.

Ähnlich würden die Verhältnisse bei solchen Gütern wie Zement, Düngemittel und sonstigen Gutarten liegen, die zurzeit als gesacktes Massengut transportiert werden. Bei Zement wird der lose Transport auf Großbaustellen bereits durchgeführt, wo man Zementsilos aufstellt, die durch Spezialkraftfahrzeuge mit pneumatischen Förder-

anlagen versorgt werden. Es wäre doch denkbar, derartige Methoden auch bei der Verschiffung über See in Anwendung zu bringen. Allerdings erfordert der Umschlag dieser Güter in loser Form eine Reihe von Voraussetzungen, die von den derzeitigen technischen Einrichtungen nicht erfüllt werden.

### Einflußfaktoren auf die Gestaltung der Umschlagstechnologie

Welche Faktoren wirken sich im wesentlichen auf die Umschlagstechnologie aus und wären demnach beim Bau neuer Anlagen zu berücksichtigen? Ganz allgemein können aus unseren Erfahrungen heraus als wesentlich genannt werden die spezifischen Eigenschaften der Gutarten selbst, die erforderlichen Umschlagrelationen, die Gestaltung der Transportgefäße (sowohl see- als auch binnenseitig), die Notwendigkeit, mehrere verschiedene Gutarten gleichzeitig umzuschlagen sowie sonstige Anforderungen, die sich aus der Notwendigkeit der Verwiegung, der Zwischenlagerung usw. ergeben.

### Zu den Eigenschaften der Gutarten

Eine der wesentlichsten Eigenschaften ist die Staubentwicklung, die gerade bei den feinkörnigen Gutarten in der Regel sehr groß ist. Besonders zu erwähnen ist in dieser Hinsicht das Apatitkonzentrat. Bedingt durch den Greiferumschlag, bei dem große Fallhöhen des Gutes auftreten, durch die Lagerung im Freien und den Transport in O-Waggons kommt es zu einer erheblichen Staubentwicklung. Diese Staubbildung hat negative Auswirkungen in zweifacher Hinsicht,

1. treten erhebliche Flugstaubverluste auf und
2. kommt es zur Verstaubung anderer Güter, was in bestimmten Fällen chemische Prozesse nach sich zieht.

Der Flugstaubbildung muß deshalb mit geeigneten Maßnahmen entgegengetreten werden. Bei der vorhandenen Anlage sind solche Maßnahmen kaum möglich. Den Flugstaubverlusten während der Bewegung des Gutes mit dem Kran kann nicht entgegengewirkt werden, ebenso kaum den Verlusten während der Lagerung. Gegen die Verluste während des Eisenbahntransportes wäre die Berieselung der Waggons mit Wasser eine Maßnahme, die eine recht gute Lösung darstellen würde.



Die wirksamste Maßnahme zur Vermeidung der Staubentwicklung wäre natürlich, für derartige Gutarten von vornherein ein Fördersystem zu wählen, bei dem der Weg des Gutes überdeckt ist und auch die Einlagerung in gedeckten Lagern erfolgt. Der Transport in G-Waggons würde die Verluste während des Transportes ausschließen, kompliziert jedoch die Anforderungen an die vollmechanische Beladung. Ein gangbarer Weg wäre m.B. der Einsatz von Waggons mit abklappbarem Dach, also Gmmk-Waggons, bzw. als Zwischenlösung O-Waggons, die abgeplant werden.

Besonders aggressiv im Hinblick auf die gegenseitige chemische Beeinflussung ist Apatit. Der hohe Phosphorgehalt (23 %  $P_2O_5$  und 50 %  $Ca_3P_2O_5$ ) führt zu einer erheblichen Phosphoranreicherung bei anderen Gutarten, insbesondere bei Eisenerzen. Bei der vorhandenen Anlage gibt es nur eine Möglichkeit, der gegenseitigen Verstaubung weitgehend entgegenzutreten, nämlich den gleichzeitigen Umschlag und die Einlagerung von Apatit und Eisenerzen unter Berücksichtigung der Hauptwindrichtung so zu steuern, daß die Eisenerze nicht durch Apatit u.ä. bestaubt werden können. Umgekehrt ist die Bestaubung von Apatit mit Eisenerz nicht so problematisch, da das Apatit bereits unbedeutende Mengen an  $Fe_2O_3$  enthält und die Erhöhung dieses Anteils sich nicht negativ auswirkt. Auf weitere Einflußfaktoren wie Schüttgewicht, zulässige Schütthöhe, Böschungswinkel und so weiter soll hier nicht näher eingegangen werden, da sie zwangsläufig der Auswahl und Ausführung von Umschlagsanlagen zugrunde gelegt werden müssen.

#### Einfluß der verschiedenen Bewegungsrichtungen

Ein weiterer wesentlicher Gesichtspunkt sind die erforderlichen Umschlagsrelationen, die die Gestaltung einer Umschlagsanlage beeinflussen. Bereits die grundlegende Bewegungsrichtung ist von entscheidender Bedeutung (wird eine Anlage nur für den Import, nur für den Export von Schüttgütern, oder wird sie für beide Bewegungsrichtungen gebraucht?).

Die Schüttgutanlage in Rostock ist eine reine Importanlage. Daraus ergibt sich bereits eine gewisse Spezialisierung, die z.B. Exporte über diese Anlage unwirtschaftlich macht. Weil der Kran in erster Linie die vorliegenden Schiffe möglichst schnell

entladen soll, hat man ihn in seiner Tragkraft und Auslegerweite so groß dimensioniert, daß mit den zur Anwendung kommenden Greifern kaum eine direkte Waggonentladung durchgeführt werden kann, da die Gewichte und Abmessungen derselben unweigerlich zu erheblichen Beschädigungen der Waggonen führen. Der Einsatz von den Waggonen entsprechenden Greifern wäre jedoch unrationell, denn jede Leistungsberechnung für einen Kran geht aus von dem Quotienten

$$\frac{\text{Hiebgewicht}}{\text{Kranspielzeit}} = 60 \text{ t/h}$$

Wird das Hiebgewicht verkleinert, ohne daß die Zeit für ein Kranspiel entsprechend verkürzt wird, sinkt die Leistung des Krans rapide.

Der Schwerpunkt bei der Importanlage unter dem Gesichtspunkt der Vollmechanisierung gesehen, liegt beim Greiferumschlag bei den Trimmerarbeiten im Schiff. Trotz des eindeutigen Trends zum Selbsttrimmer, also zum Spezialmassengutschiff, muß heute noch mit dem konventionellen Stückgutschiff mit mehreren Zwischendecks und größeren Untersügen gearbeitet werden. Ich habe bereits auf den Umfang der Trimmerarbeiten an anderer Stelle verwiesen und auch gesagt, daß die derzeit vorhandenen Trimmergeräte noch nicht den Anforderungen entsprechen. Hier klappt zurzeit noch eine Lücke, die geschlossen werden muß, wenn der Schüttgutumschlag vollmechanisch sein soll. Es geht dabei um ein Gerät, das unter ungünstigen räumlichen Bedingungen (bei beschränkter Höhe (Zwischendecks) und bei beschränkten seitlichen Ausweichmöglichkeiten (zwischen Wellentunnels)) das Schüttgut aufnehmen und zum Lukenschacht in den Aufnahmebereich des Greifers fördern kann. Das Aufnehmen des Gutes muß dabei so erfolgen können, daß bei Gutarten, die einen negativen Schüttwinkel bilden können, die Gefahr des Überschützens des Gerätes ausgeschlossen ist.

Der zweite Schwerpunkt bei der Importanlage ist die unbedingte Trennung von Schiffsentladung und Abfuhr des Gutes. Das setzt einmal entsprechende Lagermöglichkeiten voraus, zum anderen gesonderte Fördereinrichtungen für die Waggonbeladung. Dadurch, daß bei der vorhandenen Anlage das zur Verfügung stehende Lager zu klein ist, muß der größte Teil des Umschlages direkt erfolgen,

insbesondere wenn mehrere Schiffe dicht aufeinanderfolgen. Wenn das Lager voll ist, ist die Umschlagsleistung allein abhängig von der Gestaltung des Waggonraumes. Dadurch kommt es häufig zu Ausfallzeiten bei der Schiffslöschung, wobei diese Ausfallzeiten am Schiff auch nicht für die Entleerung des Lagers benutzt werden können. Eine Schütтанlage ist zweckmäßigerweise so zu gestalten, daß in Abhängigkeit vom Güteraufkommen so viel Lagerplatz vorhanden ist, daß die Entladegeräte am Schiff ohne Unterbrechung auf Lager arbeiten können und eine direkte Beladung binnenseitiger Transportgefäße keine Unterbrechung des Löschvorganges am Schiff mit sich bringt. Die Beladung vom Lager muß dann von gesonderten Geräten erfolgen. Damit wird erreicht, daß das diskontinuierliche Zuschwimmen großer Gütermengen im Hafen aufgefangen wird und von hier aus ein kontinuierlicher Güterstrom zu den Empfangsbetrieben fließt, der keine stoßartigen Anforderungen an die Binnentransportträger stellt und auch den Erfordernissen der Empfangsbetriebe, die ja kontinuierlich produzieren müssen, gerecht wird. Schließlich ist noch ein Schwerpunkt zu erwähnen, der auftritt, wenn z.B. nässeempfindliches Gut in G-Waggons umgeschlagen werden muß.

Dabei ist ein erheblicher manueller Arbeitsaufwand erforderlich, um das Gut im Waggon zu trimmen. Im alten Stadthafen wurde dazu ein Trichter verwandt, der durch den Greifer gefüllt wurde und von wo das Gut über eine Rutsche in den Türbereich des Waggons gelangte. Von hier wurde der Kegel manuell im Waggon verteilt. Abgesehen von der dabei auftretenden Staubentwicklung ist das eine zeit- und kraftraubende Methode. Später wurde die Rutsche am Trichter durch eine schwenkbare Förderschnecke ersetzt, die das Gut in den Waggonraum schleudern sollte. Dieses Gerät brachte jedoch keine befriedigenden Ergebnisse, da es vielfach zu Verstopfungen aufgrund des Feuchtigkeitsgehaltes des Gutes kam.

Bei Funktionstüchtigkeit des Gerätes hätte das jedoch eine Einsparung von 2-3 Arbeitskräften pro Arbeitsgang und Beseitigung des manuellen Aufwandes für diese Arbeit bedeutet.

## Einfluß der Transportmittel

### a) Das seeseitige Transportmittel

In der Praxis des Massengutumschlages im Seehafen Rostock werden die Seeschiffe in 3 Klassen eingeteilt. Das Kriterium für diese Einteilung liegt in der Trimmfähigkeit der Schiffe.

In die Klasse I werden die Schiffe eingereiht, die als Selbsttrimmer ausgebildet sind. Bei diesen Schiffen entspricht die lichte Weite der Lukenöffnung in etwa der Grundfläche des Laderaumes. Diese Schiffe lassen sich sowohl mit Greiferkränen als auch mit Spezialfördermitteln sehr gut bearbeiten.

Trimmarbeiten sind nur in geringem Umfang erforderlich. Die Klasse II erfaßt die Schiffe, die zwar nicht ausdrücklich für den Massenguttransport gebaut wurden, jedoch ohne besondere Schwierigkeiten mit Greifern gelöscht werden können und der Aufwand für Trimmarbeiten in solchen Grenzen bleibt, daß noch ein zügiges Löschen gewährleistet ist.

Die Schiffe der Klasse III sind in der Regel für den Massenguttransport ungeeignet. Die Ladung befindet sich zum Teil in schwer zugänglichen Räumen und der Aufwand für das Trimmen der Ladung in den Aufnahmebereich des Greifers ist sehr hoch.

Im Hafen kommt es bei diesen Schiffen in der Regel zu erheblichen Liegezeiten, da die Umschlagsleistungen gegenüber anderen Schiffen stark absinken. Einige Zahlen sollen diesen Sachverhalt veranschaulichen.

Es wurde aus jeder Klasse ein Schiff herausgegriffen, wobei dieselbe Gutart, nämlich Apatit, und annähernd dieselbe Tonnage (ca. 9 000 t) vorhanden sind.

Klasse	Tonnage	Kranstd.	Trimstunden	Ø Std.-Leistung
I	9270 t	52,5 h	215 h	176,6 t/h
II	10567 t	82,6 h	342 h	127,9 t/h
III	8907 t	114,0 h	1524,5 h	78,1 t/h

Die Zahlen zeigen, daß sich die Verhältnisse in Abhängigkeit von der Eignung der Schiffe für derartige Transporte bewegen.

Setzt man die Werte der Klasse I gleich 100, so steigt der Aufwand an Kranstunden auf 158 % in der Klasse II und sogar 217 % in der Klasse III, der Aufwand an Trimmstunden auf 159 % in der Klasse II und sogar auf 710 % in der Klasse III.

Die  $\emptyset$  Stundenleistung dagegen sinkt auf 72 % bei der Klasse II und sogar auf 44 % bei der Klasse III.

Ein weiterer Einfluß ist die Schiffsgröße bzw. die Ladungsmenge pro Schiff. Beträgt z.B. die  $\emptyset$  Ladung pro Schiff bei den im Rostocker Hafen umgeschlagenen Schiffen ca. 11 000 t, so wird bereits für 1970 mit einer mittleren Schiffsgröße von 22 000 t bei Maximalladungen bis 30 000 t gerechnet.

Für den Zeitraum bis 1985 dürfte der Trend im Mittel bis 40 000 t ansteigen. Je größer die Schiffe werden, desto größere Bedeutung erhält die Verkürzung der Hafensliegezeit. Das zwingt wiederum den Hafen, seine Anlagen so zu gestalten, daß er bei den Umschlagsarbeiten einen maximalen Zeitgewinn erzielt.

#### b) Binnenseitige Transportmittel

Der Abtransport des Schüttgutes erfolgt zurzeit fast ausschließlich auf der Schiene. Die Zeit für die Beladung des einzelnen Transportgefäßes ist sehr kurz. Sie liegt in Abhängigkeit von der Gutart bei einer Lademenge von 21 t/Waggon zwischen 3,45 und 4,41 Minuten.

Die Zeiten für das Auswechseln der Waggons unter dem Beladegerät müssen daher so weit wie möglich eingeschränkt werden. Der Maximalfall wäre erreicht, wenn ganze Züge unter dem Beladegerät durchgezogen werden könnten. Vergleichbare Anlagen des Auslandes gehen eindeutig zu immer größeren Zuggruppen über, wobei Halbzüge bereits als Mindestgrenze angesehen werden können.

Aus den Erfahrungen beim Umschlag von feinkörnigen Schüttgütern gibt es Anforderungen an den Eisenbahnwaggon, die zurzeit nicht erfüllt werden bzw. deren Erfüllung mit erheblichem Aufwand für den Hafenbetrieb verbunden sind. Das ist die Vermeidung von Rieselverlusten, die durch Undichtigkeiten bzw. Schäden an den Waggons auftreten können. Das erforderliche Abdichten der Waggons bzw. die Beseitigung der Schäden kleinerer Art nimmt Zeit in Anspruch und stört den kontinuierlichen Ablauf der Beladung.

Nachteilig auf den Ablauf der Beladung wirkt sich außerdem aus, daß keine gattungseine Waggonbereitstellung erfolgt. Die seit einiger Zeit im Einsatz befindlichen Ombu-Wagen der Deutschen Reichsbahn würden sich sehr gut in die Umschlagstechnologie des Hafens einfügen und zu einer erheblichen Leistungssteigerung führen, wenn sie in Ganzzügen dem Hafen zugefahren würden. Der Anteil der Abfuhr per Binnenschiff ist zurzeit aufgrund des fehlenden Binnenwasserstraßenanschlusses relativ gering. Aber der Binnenschifftransport ist infolge seiner geringen Transportkosten für den Massenguttransport geradezu prädestiniert. Er stellt an die vorhandene Anlage keine besonderen Anforderungen. Der Umschlag kann als optimale Lösung im Bord-Bord-Umschlag erfolgen. Allerdings muß auch die Möglichkeit bestehen, Binnenschiffe vom Lager aus zu beladen. Das setzt jedoch eine gesonderte Beladestelle voraus, wenn die Trennung der Schiffsentladung von der binnenseitigen Abfuhr konsequent erfolgt.

#### Sonstige Anforderungen

Ein wichtiges Problem beim Umschlag von Schüttgütern im Seehafen stellt die Verwiegung dar. Die Praxis des Seetransports erfordert eine Kontrolle des vom Schiff ausgelieferten Konnossementsgewichte sowie eine Gewichtsdozierung bei der Beladung der binnenseitigen Transportmittel. Diese Gewichtsfeststellung muß erfolgen, ohne den Umschlagsvorgang zu unterbrechen oder zu behindern. Da die Gewichtsfeststellung Grundlage für die Abrechnung von Verträgen bildet, muß sie mit eichfähigen Wiegevorrichtungen erfolgen. Bis vor kurzen erfolgte die Gewichtsfeststellung über Gleiswagen, die die beladenen Waggon wog. Dadurch war eine exakte Gewichtsdozierung entsprechend der unterschiedlichen Tragfähigkeit der Waggon schon bei der Beladung unmöglich, was einen erheblichen Mehraufwand für Regulierungsarbeiten bedingte.

Eine Verbesserung wurde inzwischen durch den Einsatz von Bandwagen in den Bunkerbrücken erreicht, die eine genaue Gewichtsdozierung für die Waggon ermöglichen und somit die aufwendigen Regulierungsarbeiten an den Waggon in Portfall bringen.

## Schlußfolgerungen

Zusammenfassend können aus den Darstellungen folgende Schlußfolgerungen abgeleitet werden, die sich aus den Erfahrungen beim Umschlag von Massengütern im Seehafen Rostock ergeben haben.

1. Mit bedingt durch das ständige Steigen der Größe der Schiffs-ladungen im Massenguttransport muß der Hafen immer mehr die Funktion eines Puffers zwischen den diskontinuierlich zu-schwimmenden großen Gütermengen einerseits und der kontinuierlichen Abfuhr der Güter ins Binnenland andererseits übernehmen.
2. Es muß unbedingt eine technologische Trennung zwischen dem Löschvorgang der Schiffe und dem Beladevorgang der Binnen-transportgefäße erfolgen.
3. Die Umschlagsgeräte müssen den Eigenarten der Gutarten und den Erfordernissen der Transportgefäße angeglichen werden.

Insbesondere beim Umschlag von feinkörnigen Gutarten kann beim Greiferumschlag Flugstaubverlusten und unerwünschter gegenseitiger Verstaubung nur schwer oder z.T. gar nicht entgegenge-wirkt werden. Zweckmäßigerweise sollte bei diesen Gutarten von dem Greiferumschlag zu anderen Fördermitteln, bei denen der Weg des Gutes gegen Staumentwicklung gesichert ist, übergegan-gen werden.

4. Um den Umschlag von Schüttgütern voll mechanisiert durchzuführen, muß der Mechanisierung der Trimmerarbeiten im Schiff beson-dere Aufmerksamkeit geschenkt werden, da auch in der nächsten Zeit noch mit Schiffen gearbeitet werden muß, die für den Mas-senguttransport nicht geeignet sind und z.T. einen hohen manu-ellen Aufwand für das Trimmen erfordern.
5. Bei der Gestaltung von neuen Umschlagsanlagen müssen die Mög-lichkeiten der perspektivischen Entwicklung des Schüttgutart-ensortiments berücksichtigt werden.
6. Um die Funktion eines Puffers übernehmen zu können, müssen ausreichende Lagerflächen vorgesehen werden. Für feinkörnige Gutarten müssen es gedeckte Lagerflächen sein, die so auszule-gen sind, daß sie eine schnelle Beladung der Binnentransport-mittel unterstützen.

7. Der Transport von feinkörnigem Schüttgut stellt besondere Anforderungen an die Qualität der Eisenbahnwaggons, insbesondere im Hinblick auf Vermeidung von Rieserverlusten. Bei Nichterfüllung dieser Anforderungen wird erheblicher Aufwand verursacht, der sich hemmend auf den kontinuierlichen Ablauf des Beladevorganges auswirkt. Die Ombu-Waggons erfüllen diese Anforderungen und sollten verstärkt beim Seehafenumschlag zum Einsatz kommen.
8. Für den Transport von Gütern in geschlossenen Waggons sollte der Einsatz von Waggons mit abklappbaren Dächern oder als Zwischenlösung O-Waggons mit Planen erfolgen. Der Umschlag in den normalen G-Waggons wirkt sich negativ auf den Grad der Mechanisierung aus.
9. Der Gewichtsfeststellung bzw. der Gewichtsdosierung muß besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, damit sie den kontinuierlichen Ablauf des Umschlages nicht beeinträchtigen.



