

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Article, Published Version

Unverricht, Günter

Möglichkeiten des staubfreien Umschlags von pulverförmigen Schüttgütern

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

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105789>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Unverricht, Günter (1962): Möglichkeiten des staubfreien Umschlags von pulverförmigen Schüttgütern. In: Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Schifffahrt 2. Berlin: Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. S. 43-66.

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.



Möglichkeiten des staubfreien Umschlags
von pulverförmigen Schüttgütern

Dipl.-Ing. Unverricht

1. Aufgabenstellung

Der Umschlag von Düngemitteln aus KÜmos in geschlossene Waggonen ist in den Seehäfen der DDR zur Zeit mit schwerer gesundheitsschädigender manueller Arbeit verbunden und kann aus diesem Grunde nicht mehr vertreten werden. Des weiteren ergeben sich beim Umschlag Unzulänglichkeiten in wirtschaftlicher Hinsicht, die einer Abstellung bedürfen.

Die Abteilung Schiffs- und Maschinentechnik der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau, Berlin, erarbeitete im Jahre 1960 einen Studienentwurf, der aufzeigt, welche Möglichkeiten gegeben sind, das Problem des staubfreien Umschlages kleinerer Schüttgut-mengen wie Apatite, Phosphate und dgl. einer Lösung zuzuführen. In der Aufgabenstellung der Studie werden folgende Forderungen gestellt:

1. Die Anlage soll staubfrei arbeiten, damit Verluste durch Streuung und Windflug sowie eine Verunreinigung der Schiffe und des Hafengeländes wegfallen.
2. Die Anlage soll transportabel sein, damit an jedem beliebigen Liegeplatz des Hafens umgeschlagen werden kann.
3. Der Aufwand an manueller Arbeit soll gering sein.
4. Die Leistung der Anlage soll mindestens 75 t/h betragen.
5. Das Schüttgut soll im Laderaum selbsttätig aufgenommen werden.

2. Möglichkeiten des Umschlages von Schüttgütern

Das Literaturstudium hat gezeigt, daß grundsätzlich bei der Lösung der Aufgabe zwei Wege beschritten werden können:

- a) mechanisch
- b) pneumatisch

Von den mechanischen Fördergeräten kommen der Kettenförderer, der Schneckenförderer und der Greifer in Verbindung mit Trichter und Schnecke in Betracht, während die Lösung auf pneumatische Art durch einen Saugluftförderer oder durch einen kombinierten Saug- und Druckluftförderer erfolgen kann. Es gilt nun, das zweckentsprechendste dieser Geräte herauszufinden.

3. Zusammenstellung der Vor- und Nachteile der genannten Förderanlagen

Unter a) werden jeweils die Vorteile, unter b) die Nachteile aufgezählt.

3.1 Kettenförderer

- a) 1. Der Fördervorgang ist von der Umgebung dicht abgeschlossen, so daß keine Fördergutverluste bei staubenden Gütern auftreten.
- 2. Die Konstruktion ist einfach und billig.
- 3. Die Fördergutaufnahme regelt sich selbsttätig, ohne daß eine besondere Aufabeeinrichtung erforderlich ist.
- 4. Die Kette eignet sich zum Fördern der verschiedensten Gutarten gleich gut.
- b) 1. Der Verschleiß von Kette und Trög ist groß, da eine Schmierung nicht möglich ist.
- 2. Der Förderer ist für feuchtes, klebriges Gut ungeeignet.

3.2 Schneckenförderer

- a) 1. Wie bei dem Kettenförderer unter Punkt 1, 2 und 3.
- b) 1. Es tritt ein starker Verschleiß von Schnecke und Rohr auf.
- 2. Die Schnecke ist nur für kleinere Fördermengen geeignet.
- 3. Die Zwischenlagerung bei langen Schnecken bringt Schwierigkeiten mit sich.
- 4. Wie bei dem Kettenförderer unter Punkt 2.

3.3 Greifer

- a) 1. Der Greifer ist universell einsetzbar.
- 2. Es ist leicht möglich, den Kran von Greifer- auf Hakenbetrieb für den Stückgutumschlag umzustellen.
- b) 1. Der Fördervorgang ist unstetig.
- 2. Der Umschlag ist selbst bei entsprechenden Vorkehrungen nicht vollkommen staubfrei abzuwickeln.

3.4 Pneumatik

- a) 1. Wie bei dem Kettenförderer unter Punkt 1 und 3.
- 2. Es ist eine beliebige Linienführung der Rohrleitungen möglich.
- 3. Es ist nur eine geringe Anzahl von Bedienungspersonal erforderlich.
- b) 1. Der Leistungsbedarf ist verhältnismäßig hoch (etwa 4 - 10mal so groß wie bei mechanischen Förderern).

2. Der Verschleiß verschiedener Teile ist beim Fördern schleißender Güter sehr groß.
3. Die Anlage muß entsprechend der Gutart ausgelegt sein, d. h. ein universeller Einsatz für die verschiedensten Güter ist nicht gegeben.

4. Ermittlung der erforderlichen Antriebsleistung der Förderanlagen

Die Ermittlung der Antriebsleistung erfolgt für die einzelnen Förderer unter jeweils gleichen Bedingungen; diese sind:

Förderweglänge: 25 m
Fördermenge: 75 t/h
Fördergut: Superphosphat

4.1 Kettenförderer

Die Leistungsermittlung erfolgt nach Berechnungsgrundlagen für Trogkettenförderer vom VEB Fördertechnik, Freital. Es werden ungünstigste Verhältnisse angenommen: 10 m vertikaler und 15 m horizontaler Förderweg.

Antriebsleistung für horizontalen Förderweg:

$$N_{AH} = \frac{P \cdot v}{75} \cdot w \quad [PS]$$

Es bedeuten:

v = Geschwindigkeit der Kette [m/s]

v = 0,25 m/s (gewählt)

P = Kettenzug [kp]

$P = L (G_m + G_K) \cdot \mu + L \cdot G_K \cdot \mu_a \quad [kp]$

L = Förderweg [m]

L = 15 m

μ = Reibungszahl für Kette und Gut im Fördertrum
= 0,6 für feinkörniges Gut

G_K = Kettenmasse [kg/m]

Um die Kettenmasse ermitteln zu können, muß die Kettenbreite bekannt sein. Sie wird über den erforderlichen Trogquerschnitt festgelegt. Dieser beträgt nach Spiwakowski "Förderanlagen":

$$F_T \text{ erf} = \frac{Q_t}{3600 \cdot v \cdot \gamma \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \gamma_v} \quad [m^2]$$

Es bedeuten:

$$Q_t = \text{Fördermenge} \quad [\text{t/h}]$$

$$Q_t = 75 \text{ t/h}$$

$$\gamma = \text{spez. Gewicht des Gutes} \quad [\text{t/m}^3]$$

$$\gamma = 2,1 \text{ t/m}^3 \quad (\text{durchschnittliches spez. Gewicht von Phosphaten})$$

$$v = \text{Kettengeschwindigkeit} \quad [\text{m/s}]$$

$$v = 0,25 \text{ m/s} \quad (\text{gewählt})$$

K_1 = Geschwindigkeitsbeiwert für das Zurückbleiben des Fördergutes gegenüber der Kette

$$K_1 = 0,8$$

K_2 = Verlustbeiwert für die Einbuße des Fassungsvermögens durch die Kettenteile

$$K_2 = 0,95$$

γ_v = Beiwert für die Verdichtung des Fördergutes im Trog

$$\gamma_v = 1,05$$

$$F_T \text{ erf} = \frac{75}{3600 \cdot 0,25 \cdot 2,1 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 1,05}$$

$$F_T \text{ erf} = \frac{0,0498 \text{ m}^2}{\text{=====}}$$

Es wird eine zweisträngige Kette D 50 x 8 x 200 mit einer Breite von B = 400 mm und einer Höhe von H = 190 mm gewählt.

Der Trogquerschnitt beträgt dann:

$$F_T \text{ vorh} = B \cdot H = 0,40 \cdot 0,19 = \frac{0,0760 \text{ m}^2}{\text{=====}}$$

$$\frac{F_T \text{ vorh} > F_T \text{ erf}}{\text{=====}}$$

Aus der Tabelle 02.010 der Berechnungsgrundlagen für Kettenförderer von VEB Fördertechnik, Freital, ergibt sich eine Kettenmasse von

$$G_K = 20,7 \text{ kg/m} \quad (\text{siehe Auszug S. 48})$$

$$G_m = \text{Masse des Fördergutes} \quad [\text{kg/m}]$$

$$G_m = v \cdot \gamma$$

$$G_m = 0,076 \cdot 2100$$

$$G_m = 160 \text{ kg/m}$$

μ_1 = Reibungszahl für Kette im Leertrum

$$\mu_1 = 0,6$$

Festlegung von Kettenbreiten sowie der Masse von Ketten in kg/m
(Auszug aus Blatt 02.010 VEB Fördertechnik, Freital)

Kettenbreite mm	Horizontalredler 2 Strang	Steilredler 2 Strang
200	18,1	18,0
250	18,8	20,0
315	19,5	25,0
400	20,7	28,0

In den Spalten eingetragene Werte = Masse der Kette
D 50 x 8 x 200 Tlg. in kg/m

$$P = 15 (160 + 20,7) \cdot 0,6 + 15 \cdot 20,7 \cdot 0,6$$

$$P = 1800 \text{ kp}$$

w = Beiwert für Lagerreibung und Kettenbiegewiderstand

$$w = 1,38 \text{ (Diagramm 2)}$$

$$N_{AH} = \frac{1800 \cdot 0,25}{75} \cdot 1,38$$

$$N_{AH} = 8,27 \text{ PS}$$

=====

Antriebsleistung für vertikalen Förderweg:

$$N_{AV} = \frac{L \cdot G_m (1 + f) \cdot v \cdot w}{75} \quad [\text{PS}]$$

f = Beiwert für Reibung zwischen Fördergut und Trog

$$f = 1,8 \text{) (aus Diagramm 1 und 2)}$$

$$w = 1,45 \text{)}$$

$$N_{AV} = \frac{10 \cdot 160 (1 + 1,8) \cdot 0,25 \cdot 1,45}{75}$$

$$N_{AV} = 21,6 \text{ PS}$$

=====

$$N_A = N_{AH} + N_{AV} = 8,27 + 21,6$$

$$N_A \approx 30 \text{ PS}$$

=====

Bei einem Übertragungswirkungsgrad von $\eta_u = 0,7$ ist eine Gesamtantriebsleistung von

$$N_{A \text{ ges}} = \frac{N_A}{\eta_u} = \frac{30}{0,7} = 42,8 \text{ PS} = 31,6 \text{ kW}$$

erforderlich.

Zu berücksichtigen ist, daß durch die Wahl der Kette der Trogquerschnitt und damit die Förderleistung erheblich vergrößert werden. Für die vorausgesetzte Förderleistung von 75 t/h beträgt die Antriebsleistung etwa nur $N_{A \text{ ges}} = 22 \text{ kW}$.

4.2 Schneckenförderer

Bei der Leistungsermittlung werden wiederum 10 m vertikaler und 15 m horizontaler Förderweg angenommen.

Beiwert f in Abhängigkeit vom Steigungswinkel des Förderers

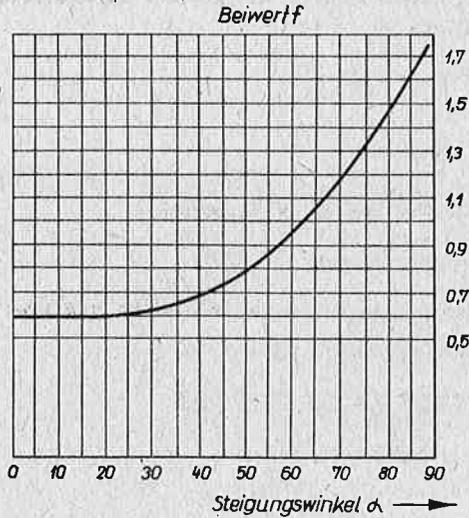


Diagramm 1

Beiwert w in Abhängigkeit der Länge des Förderers

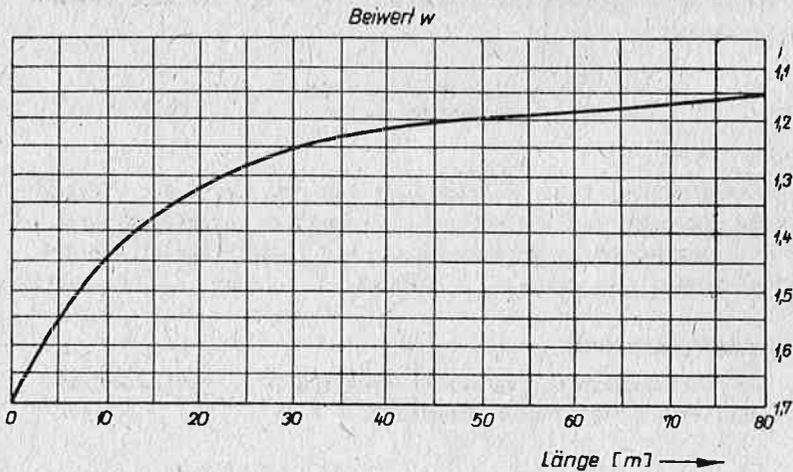


Diagramm 2

Nach Spiwakowski "Förderanlagen" ergibt sich die Antriebsleistung zu:

$$N_A = \frac{Q_t}{367} (L \cdot w_a + H) \text{ [kW]}$$

Es bedeuten:

Q_t = Förderleistung [t/h]

$Q_t = 75 \text{ t/h}$

L = horizontaler Förderweg [m]

$L = 15 \text{ m}$

H = Förderhöhe [m]

$H = 10 \text{ m}$

w_a = Gesamtwiderstandszahl

Die Gesamtwiderstandszahl w_a hängt von der Art des Fördergutes ab; sie beträgt bei Formsand, Schwefel, Zement, Asche, Grob- und Feinsand $w_a = 4,0$. Es wird angenommen, daß w_a für Superphosphat etwa in der gleichen Größenordnung liegt.

Antriebsleistung für horizontalen Förderweg:

$$N_{AH} = \frac{75}{367} (15 \cdot 4 + 10)$$

$$N_{AH} = 12,3 \text{ kW}$$

Antriebsleistung für vertikalen Förderweg:

$$N_{AV} = \frac{75}{367} (10 \cdot 4 + 10)$$

$$N_{AV} = 10,2 \text{ kW}$$

$$N_A = N_{AH} + N_{AV}$$

$$= 12,3 + 10,2$$

$$N_A = 22,5 \text{ kW} = 30,5 \text{ PS}$$

=====

Bei einem Übertragungswirkungsgrad von

$$\eta_{\dot{u}} = 0,7 \text{ (angenommen)}$$

ist eine Gesamtantriebsleistung von

$$N_{A \text{ ges}} = \frac{N_A}{\eta_{\dot{u}}} = \frac{30,5}{0,7} = 43,7 \text{ PS} = 32 \text{ kW}$$

erforderlich.

4.3 Greifer

Der Leistungsverbrauch eines 5-t-Greiferkranes beträgt laut Statistik des Hafens Rostock ca. 20 kW.

4.4 Pneumatischer Förderer

Die Leistungsermittlung einer pneumatischen Sauganlage erfolgt überschlägig nach Richtwerten aus der "Hütte" und aus "FlieBarbeit und Förderung von Massengütern":

1. Nach Hütte II

Die Förderleistung von Sauganlagen beträgt bei staubförmigen Gütern und einem Förderweg von 20 - 100 m etwa 180 kg/h PS. Für die vorausgesetzte Förderleistung von 75 t/h werden also etwa 400 PS Antriebsleistung benötigt.

2. Nach Mey "FlieBarbeit und Förderung von Massengütern"

Man rechnet bei einer Förderweg bis zu 150 m für staubförmige Stoffe mit einem Leistungsbedarf von 5 PS/t. Für die Förderleistung von 75 t werden nach diesem Anhaltswert etwa 375 PS Antriebsleistung benötigt.

Der Leistungsermittlung wurden jeweils die ungünstigsten Richtwerte zugrunde gelegt. Eine exakte Berechnung der Anlage würde wahrscheinlich eine erforderliche Leistung ergeben, die 20 bis 25 % unter den obigen Werten liegt.

5. Auswahl des optimalen Gerätes

Aus den Gegenüberstellungen (Tafel 1 und Abschnitt 3), in denen die wichtigsten Merkmale der Förderer genannt werden, ist ersichtlich, daß in betrieblicher Hinsicht dem Kettenförderer gegenüber allen anderen Geräten der Vorzug zu geben ist. Allgemein wäre es jedoch falsch, bei der Suche einer optimalen Förderanlage die in Frage kommenden Geräte nur vom Standpunkt der betrieblichen Vorteile zu vergleichen, ohne ein Augenmerk darauf zu werfen, mit welchem Investitionsmehraufwand diese Vorteile verbunden sind. Mit Hilfe einer graphischen Methode läßt sich der erhöhte Aufwand an Investitionen bei der einen Variante und die Einsparung an Selbstkosten, die sie bringt, der anderen Variante gegenüberstellen.

Handelt es sich darum, daß jede der Anlagen erst vollkommen neu angeschafft werden müßte, dann kann man ohne große Untersuchungen sofort sagen, daß der Kettenförderer das billigste Gerät sein wird,

Gegenüberstellung der wichtigsten Eigenschaften und Daten der Förderer

	Kettenförderer	Schneckenförderer	Greifer	Pneumatik
1. Umschlag erfolgt staubfrei	ja	ja	Selbst bei entsprechenden Vorkehrungen nicht vollkommen	ja
2. Anlage ist transportabel	ja	bedingt, auf Schienen verfahrbar	bedingt auf Schienen verfahrbar	bedingt, bestenfalls auf Schienen verfahrbar
3. Geforderte Leistung läßt sich verwirklichen	ja	Anlagen dieser Größe sind nicht bekannt	ja	ja
4. Energieaufwand kWh	22	32	ca. 20	ca. 220!
5. Verwendbarkeit	für sämtliche nicht klebenden Schüttgüter bis zu einer maximalen - von den Abmessungen des Förderers abhängigen - Korngröße	wie beim Kettenförderer	universell	nur für die Gutart, für die die Anlage ausgelegt ist
6. Anzahl der erforderlichen Arbeitskräfte	1	1	3	1
7. Unterhaltungskosten (Reparatur, Pflege, Wartung) geschätzte Werte	0,4	0,5	1	0,4

Tafel 1

und zwar sowohl hinsichtlich der Investitionskosten als auch der Betriebskosten.

In der Studie wird ein Wirtschaftlichkeitsvergleich mit einem vorhandenen Kran, dessen Abschreibungskosten infolge hohen Alters relativ gering sind und Kettenförderern durchgeführt. In der graphischen Darstellung (Diagramm 3) sind zwei beliebige Preisvarianten eines Satzes von Kettenförderern eingezeichnet, nämlich 300.000,-- und 400.000,-- DM, die lediglich als recht hoch gewählte Grenzwerte zu betrachten sind. Je mehr die tatsächlichen Kosten eines Satzes dieser Geräte nach unten hin und die jährlich zu fördernde Menge Gut nach oben hin von den Beispielen abweichen, um so wirtschaftlicher ist der Umschlagsvorgang. Das Ergebnis ist, daß Variante I bei einer Fördermenge über 115.000 t/J und Variante II bei einer solchen über 42.000 t/J dem Greiferbetrieb vorzuziehen ist.

Damit ist ausreichend bewiesen, daß auch die ökonomische Seite selbst bei ungünstigen Bedingungen für den Kettenförderer spricht.

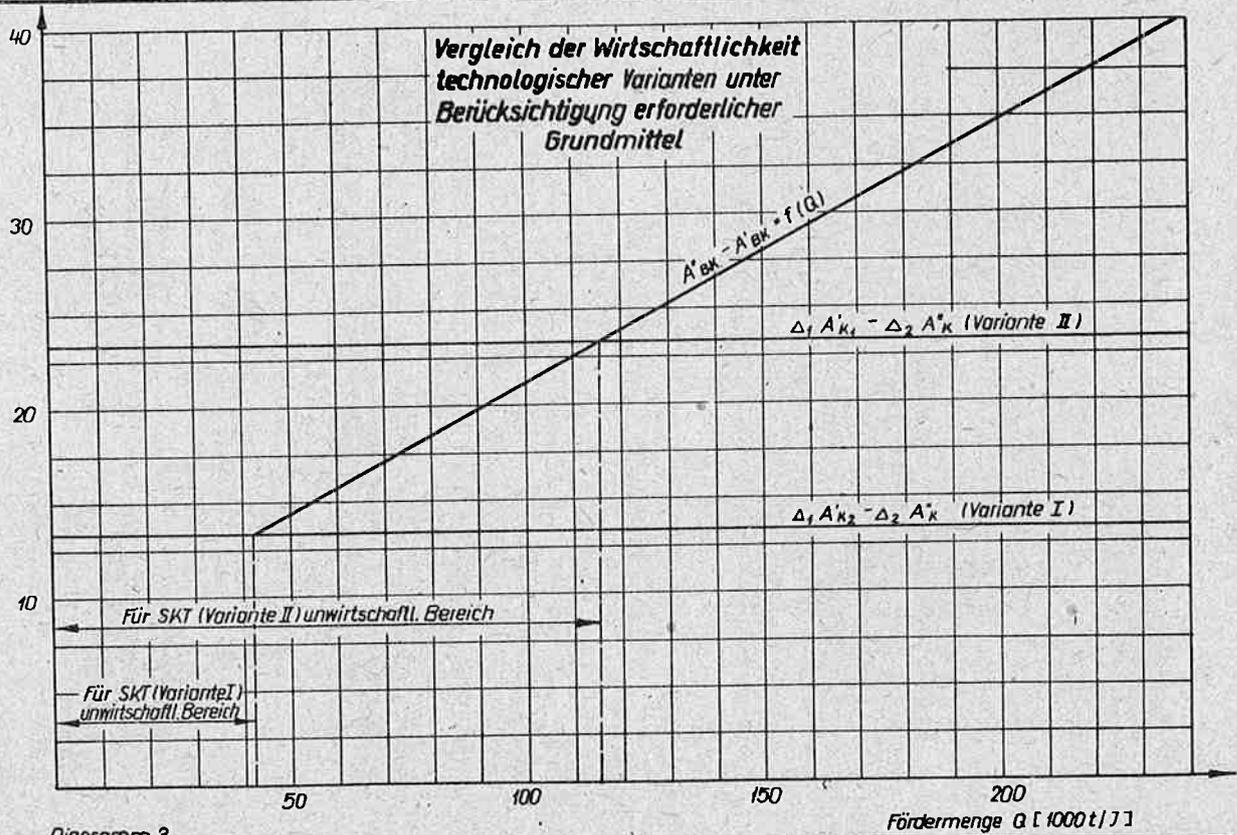
6. Aufbau und Wirkungsweise des Kettenförderers

Die Schweizer Firma Bühler hat auf dem Prinzip eines Kettenförderers ein Gerät entwickelt, das unter dem Namen Schiffskettentransporteur (SKT) bekannt geworden ist. Der Schiffskettentransporteur ist für die Förderung der verschiedensten Schüttgüter wie Getreide, Sojabohnen, Kohle, Rohrzucker, Phosphate, Nitrate, Soda, Zement, Kopra, Schwefel, Austermscheln, Prozellanerde und ähnliche Materialien geeignet. Es wurden zwei Standardtypen herausgebracht. Typ 1 ist besonders für leicht fließendes Gut (Getreide), Typ 2 dagegen für weniger gut fließende Materialien (Düngemittel) geeignet. Die beiden Ausführungen unterscheiden sich lediglich in der Ausbildung des Aufnahmefußes. Beim Typ 2 ist derselbe mit seitlich angebrachten Schnecken versehen, die das zu fördernde Gut aus einer größeren Entfernung der Transportkette zuführen. Der Schiffskettentransporteur besteht aus den vier Hauptteilen: dem Trog, der Kette, der Antriebsstation und dem Aufnahmefuß. Die Bilder 1 und 2 zeigen Aufbau und Wirkungsweise des Gerätes. Eine endlose Kette, die das eigentliche Fördermittel darstellt, läuft durch einen Doppeltrog, an dem einen Ende des Förderers über eine Umlenkvorrichtung, am anderen Ende über den Antriebsstern und setzt dabei das Fördergut in Bewegung.

Es werden jetzt die einzelnen Baugruppen näher beleuchtet:

Vergleich der Wirtschaftlichkeit technologischer Varianten unter Berücksichtigung erforderlicher Grundmittel

Kostendifferenz $A_{BK}^* - A_{BK}^{**}$ bzw. $\Delta_1 A_K - \Delta_2 A_K$ [1000 DM]



Für SKT (Variante II) unwirtschaftl. Bereich

Für SKT (Variante I) unwirtschaftl. Bereich

Diagramm 3

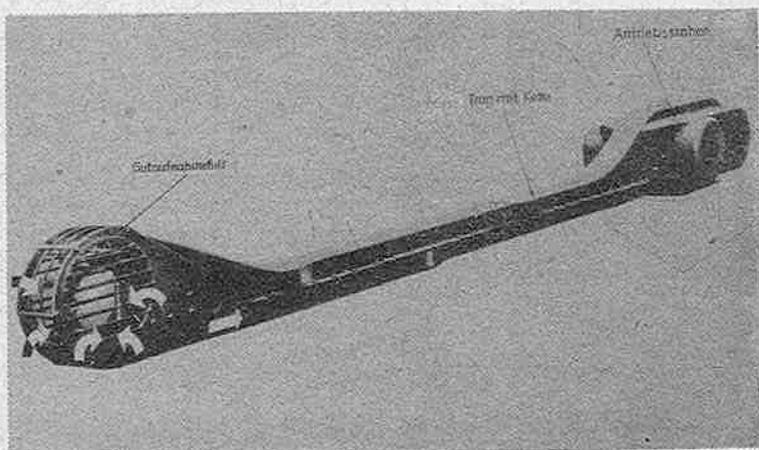
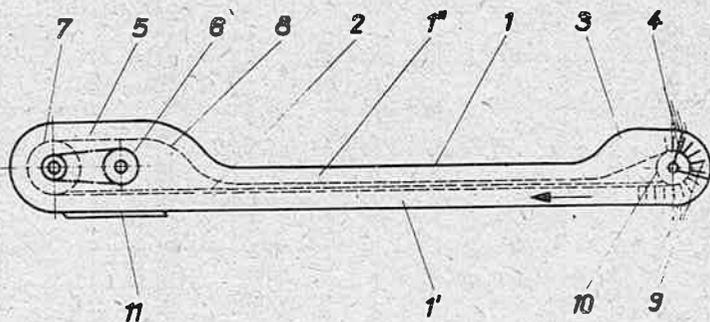


Bild 1
Äußere Ansicht des Kettenförderers



- | | |
|-------------------|-----------------------------|
| 1 Fördertrög | 7 Antriebsstern |
| 2 Trennwand | 8 Förderkette |
| 3 Aufnahmefuß | 9 Querstege der Förderkette |
| 4 Getriebeöffnung | 10 Umlenkrolle |
| 5 Antriebsstern | 11 Gutsauslauf |
| 6 Motor | |

Bild 2
Schematischer Aufbau des Kettenförderers

Der Doppeltrog ist aus zwei u-förmig gebogenen Stahlblechen sowie einer stählernen Trennwand zusammengeschraubt. Er ist als selbsttragendes Bauelement ausgebildet, so daß ein Zwischenaufleger beim Einsatz des Förderers nicht erforderlich ist.

Beim Schiffskettentransporteur wird eine einsträngige Kette verwendet, die aus Gliedern mit Querstegen, die mittels Bolzen verbunden sind, besteht. Die Form der Querstege entspricht der des Troges; sie sind bügelartig ausgebildet.

Der Antrieb erfolgt durch einen Elektromotor, der über ein Getriebe und nachfolgenden Kettentrieb das Fördermittel in Bewegung setzt. Eine Sicherheitsvorrichtung schützt die Förderkette vor Überlastung. Die gesamten Antriebs Elemente sind zwischen Leer- und Fördertrum gekapselt untergebracht, so daß sie vor Staubeinwirkung weitestgehend geschützt sind (Bild 3).

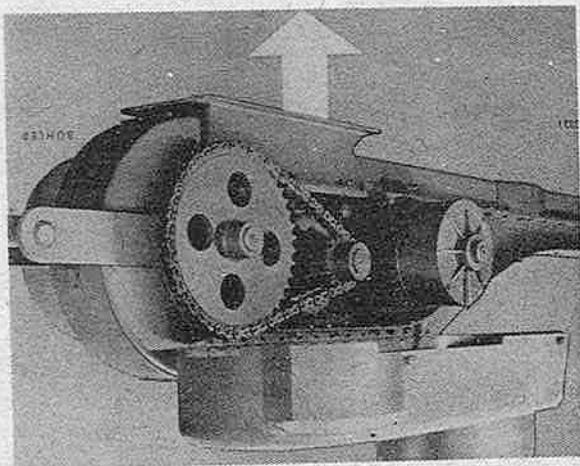


Bild 3
Antriebsstation des Kettenförderers, aufgeklappt

Bild 4 zeigt den Aufnahmefuß vom SKT des Typs 1. Anstelle des sonst üblichen Sternes wird hier für die Umlenkung der Kette ein Gleitring verwendet, der eine Spannvorrichtung für das Fördermittel enthält. Der Fuß ist äußerlich käfigartig ausgebildet, damit einerseits das Material gut aufgenommen werden kann, andererseits aber ein Auf-

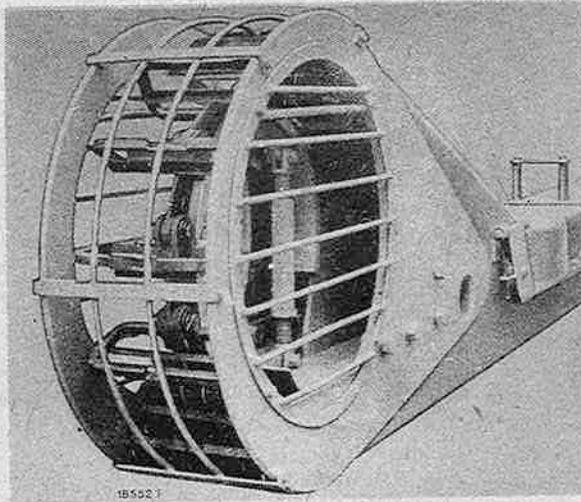


Bild 4
Gutaufnahmefuß des Kettenförderers vom Typ 1

laufen der Querstege der Kette auf feste Gegenstände nicht möglich ist.

Die Ausführung des Aufnahmefußes des SKT vom Typ 2 zeigt Bild 5. Die Kette läuft hier über einen Stern, der die beiderseits angeordneten Schaufelschnecken antreibt. Die Spannvorrichtung der Kette ist auch bei dieser Ausführung mit im Fuß untergebracht.

Zum Grundgerät werden noch Zusatzeinrichtungen wie Kupplungselemente und Fallrohre geliefert. Diese Teile ermöglichen ein beliebiges Hintereinanderreihen von Kettentransporteur des Typs 1, so daß beinahe jeder in der Praxis vorkommende Förderweg überbrückt werden kann.

Es wird nun das Förderprinzip des Gerätes erläutert. Wie schon erwähnt, besitzt der Schiffskettentransporteur einen Leer- und einen Arbeitstrum. Letzterer ist ganz oder zum großen Teil vom Fördergut ausgefüllt, das von den Querstegen der Kette nicht in einzelnen Teilmengen wie bei einem Becherwerk, sondern als ganze Säule bewegt wird. Diese geschlossene Bewegung des Fördergutes beruht darauf, daß der Widerstand zwischen Gut und Kette größer ist als der zwischen Gut und den glatten Trogwänden.

Ein Vergleich des Weges eines Gutteilchens durch einen Kettenförde-

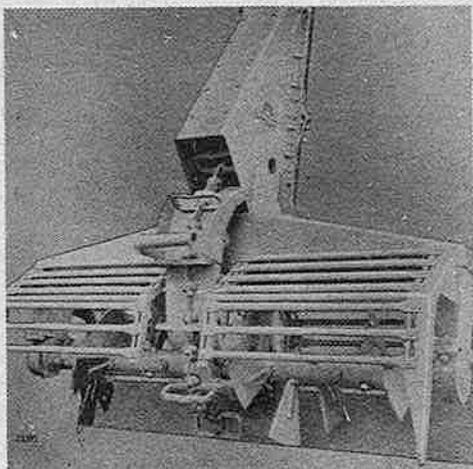


Bild 5
Gutaufnahmefuß des Kettenförderers vom
Typ 2

rer mit beispielsweise dem durch einen Schneckenförderer zeigt, daß dieser bei ersterem linear, bei letzterem jedoch spiralförmig ist. Aus diesem Grunde werden die meisten Teilchen des Gutstromes beim SKT weder das Fördermittel noch den Trog berühren. Für den Schneckenförderer treffen dagegen genau die umgekehrten Verhältnisse zu. Daraus resultieren die beiden günstigen Eigenschaften des Kettentransporteurs: schonende Behandlung des Gutes und relativ geringer Kraftbedarf.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Größe des Kraftbedarfes in Abhängigkeit von der Länge und Leistung ausgeführter Geräte. Außerdem enthält sie die jeweils dazugehörigen Massen. Die angegebenen Leistungsdaten basieren auf Weizen; sie steigen bei Gütern mit einer größeren spezifischen Masse an. Die stündliche Förderleistung beträgt bei den in der Tabelle aufgeführten Ausführungen das 26- bis 50fache ihrer Eigenmasse unter Berücksichtigung der jeweils längsten Geräte. Die ungünstigste durchschnittliche Masse pro laufender Meter Förderer liegt bei einer Leistung von 75 t/h bei 226 kg, von 150 t/h bei 313 kg, von 225 t/h bei 400 kg und von 330 t/h bei 450 kg. Diese Werte sind im Vergleich zu anderen Förderern sehr günstig.

Tafel 2

Leistungen, Gewichte und Kraftbedarf

(Daten basieren auf Weizen)

SKT 75 t/h

Länge [m]	Kraftbedarf [PS]	Gewicht [kg]
6	6	1450
9	8,5	1800
12	11	2150
14	14	2500
16	15	2700
18	17	2850
<u>SKT 150 t/h</u>		
6	9	1900
9	13,5	2300
12	18,5	2700
14	23	3150
16	26	3350
18	29	3600
<u>SKT 225 t/h</u>		
10	22	4000
12	28,5	4300
15	37	4800
16,5	40	5000
18	44	5300
21	49	5800
<u>SKT 330 t/h</u>		
10	31	4500
13	41	5000
16	50	5600
17,5	56	5800
19	61	6100
21	65	6500

7. Technologischer Ablauf des Umschlagsprozesses mit Kettentransporteurern und Einsatzmöglichkeiten derselben

Wie wickelt sich der Umschlagsprozeß mit Kettentransporteurern ab und welche Möglichkeiten sind für den Einsatz derselben in den Häfen gegeben? Diese Frage wird an Hand einer Reihe von Bildern beantwortet.

Normalerweise sind für die Entladung eines Seeschiffes 2 Schiffskettentransporteurere erforderlich: der eine fördert das Schüttgut an Deck, die zweite Einheit stellt die Verbindung zum Land her. Infolge des geringen Gewichts eines Elementes kleinerer bzw. mittlerer Leistung können in erster Linie die Schiffsladegeschirre zur Aufhängung der Geräte herangezogen werden, aber auch eigens dafür geschaffene leichte Türme, die mit einer Winde ausgerüstet sind sowie die Stückgutkaikräne sind bestens dafür geeignet.

Bild 6 zeigt die Anordnung zweier Förderer bei der Entladung eines Seeschiffes.

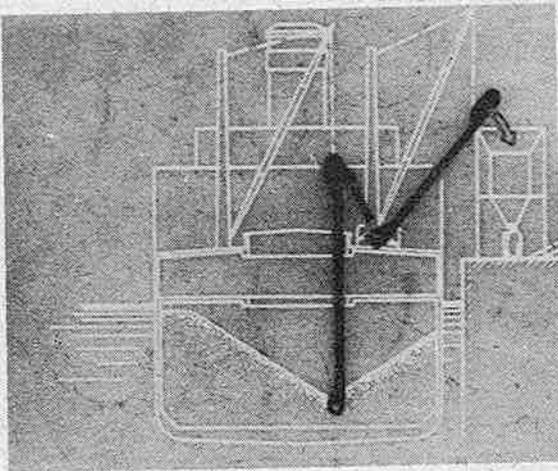


Bild 6

Entladung eines Seeschiffes mittels zweier Kettenförderer

Das vertikale Element hängt am Ladebaum, während sich das andere am

Trichter, der auf dem Land steht, abstützt. Wie das Schüttgut aus dem Unterstau des Schiffes an den Aufnahmefuß des vertikalen Förderers gebracht werden kann, ist auf Bild 7 zu sehen.

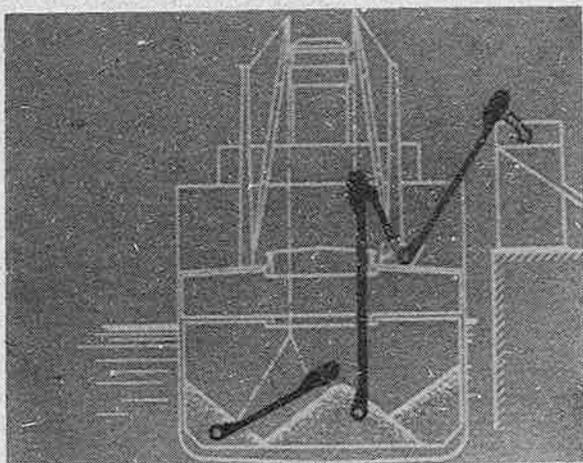


Bild 7

Einsatzmöglichkeit von Kettenförderern bei der Entladung eines Schiffes

Ein dritter Förderer wird an einen Ladebaum gehängt, der das Zuführen des Gutes übernimmt. Auf Bild 8 ist der Umschlag vom Binnenschiff ins Seeschiff dargestellt. Hier befinden sich je 2 Elemente im Einsatz, die an Ladebäumen hängen. - Auch der umgekehrte Vorgang ist ohne weiteres möglich; man kann also die Förderer auch für die Beladung eines Binnenschiffes einsetzen.

Bild 9 zeigt einmal einen solchen Vorgang unter Benutzung des schon erwähnten kleinen Turmes zur Aufhängung des Kettentransporteurs. Eine weitere Variante für den Einsatz der Kettentransporteur ist auf Bild 10 zu sehen. Drei SKT-Elemente sind hier in einem Wagen eingebaut, der auf einer Brücke verfahrbar ist. Der horizontale Transport des Gutes wird von Förderbändern übernommen. Es besteht die Möglichkeit, die Förderer zu heben und zu senken, um dem jeweiligen Wasserstand und Tiefgang des Schiffes Rechnung zu tragen. Die Umschlagsanlage ist also so ausgeführt, daß jeder beliebige Punkt des Laderaumes unterhalb der Lukenöffnung vom Aufnahmefuß bestrichen wer-

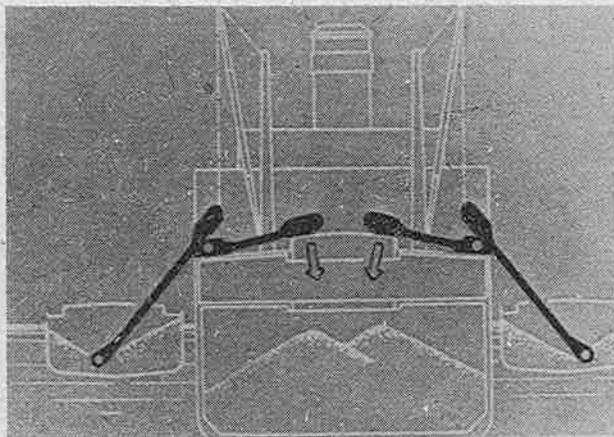


Bild 8
Der Umschlag vom Binnen- ins Seeschiff

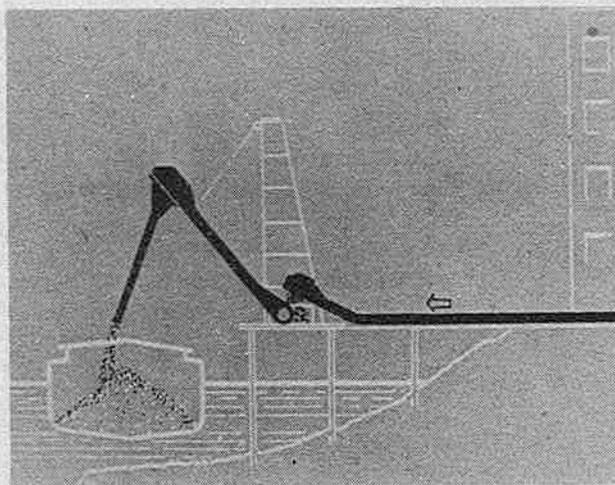


Bild 9
Schiffsbeladeanlage

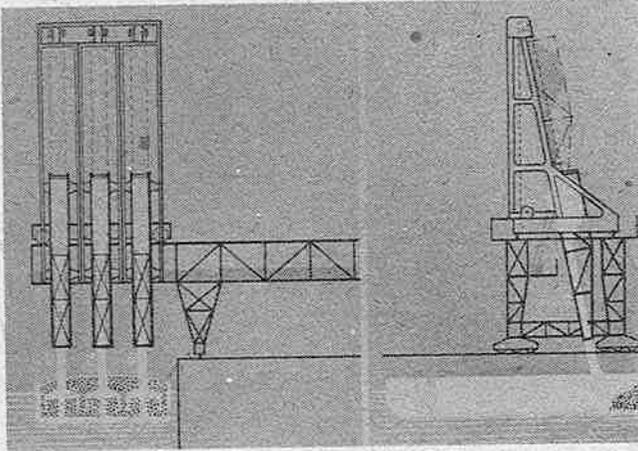


Bild 10
Stationäre Schiffsentladeanlage

den kann. Ähnliche Anlagen sind auch für Lagerplätze oder für die Entladung von offenen Waggons sehr vorteilhaft (Bilder 11 und 12).

Damit wurde gezeigt, daß sich die Anwendung von Kettenförderern nicht nur auf mobile Einheiten beschränkt, sondern daß auch Großanlagen bis zu 1.000 t/h Förderleistung auf dieser Basis ausgeführt werden können.

Es werden noch einmal kurz die Vorteile des Kettenförderers zusammengefaßt:

Geringer Kraftbedarf - große Beweglichkeit - relativ kleiner Anschaffungspreis - mäßiges Gewicht - schonende Behandlung des Fördermaterials - staubfreie Förderung - einfache Bedienung und Wartung durch ungeschultes Personal - Überbrückung beliebig langer Förderwege und beliebiger Förderrichtungen - Möglichkeit der wahlweisen Förderung der verschiedensten Schüttgüter.

8. Zusammenfassung

Einleitend wurden die Mängel der bisherigen Umschlagstechnologie von Schüttgütern und die Anforderungen, die an ein neues Verfahren gestellt werden aufgezeigt. Es hat sich ergeben, daß für die Lösung

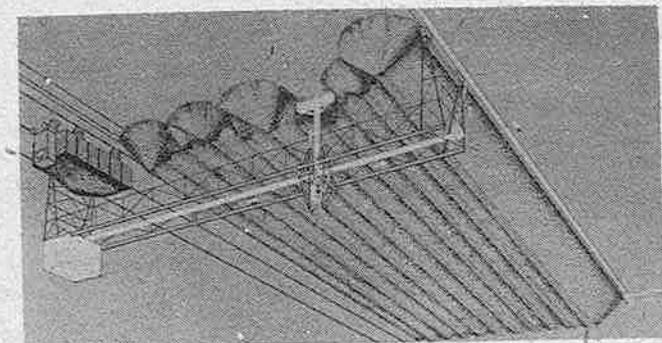


Bild 11

Der Einsatz eines Kettenförderers auf einem Lagerplatz

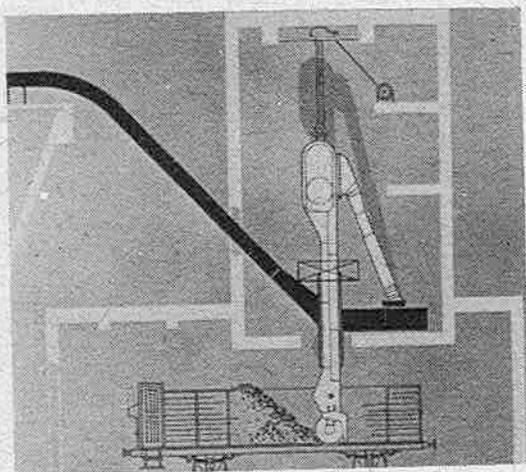


Bild 12

Waggonentladeanlage

der Aufgabe der Kettenförderer, der Schneckenförderer, der Greifer und die Pneumatik in Betracht kommen. Ein Vergleich der Vor- und Nachteile und der Antriebsleistungen dieser Geräte sowie Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen lassen erkennen, daß der Kettenförderer unter den genannten Bedingungen als das vorteilhafteste Umschlagsgerät empfohlen werden kann.

Es wurden weiterhin der Aufbau und die Arbeitsweise sowie die unterschiedlichsten technologischen Varianten des Einsatzes von Kettenförderern behandelt.