

Verladekrane der Basler Hafenanlagen

Autor(en): **Bänninger, Max**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **73 (1955)**

Heft 16

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-61894>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

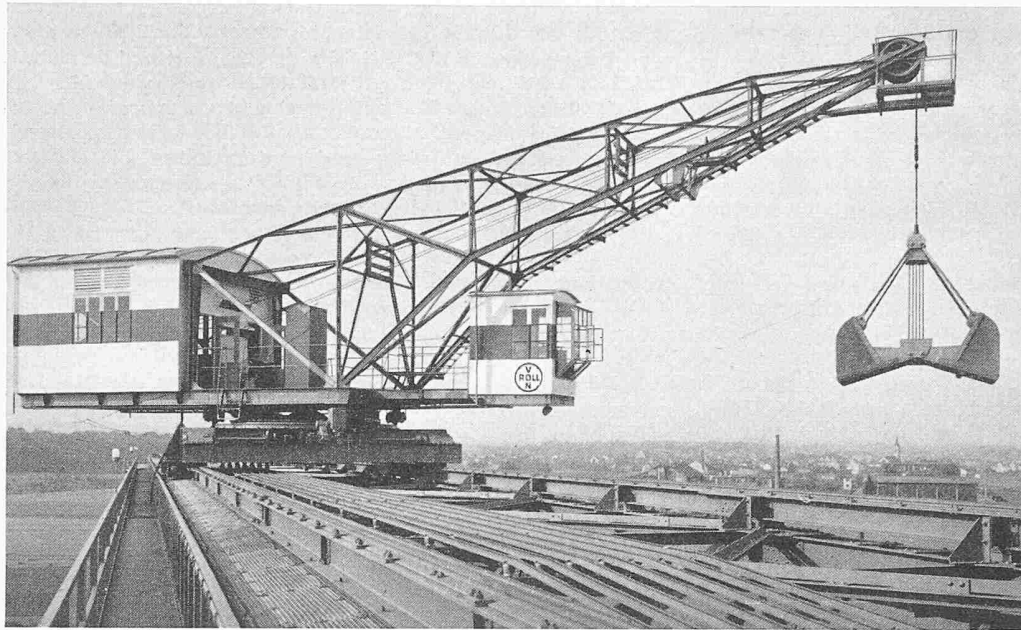


Bild 2. Greiferdrehkran zur Brücke Bild 3

Bild 3 (unten). Verladebrücke II der Birs-Kohlenlager AG., Birsfelden. Spannweite 102 m, wasserseitiger Kragarm 30 m, Greiferdrehkran von 6,2 t Tragkraft und 16 m Ausladung

und Land verteilte Verladebrücken, von welchen gleich die neueste, in Bild 1 dargestellte Anlage vorweggenommen sei. Sie ist Ende 1954 im Muttener Auhafen in Betrieb gekommen und weist die folgenden Hauptmerkmale auf: Der auf der Brücke verkehrende Drehkran hat mit 5 t Tragkraft eine verhältnismässig grosse Ausladung von 20 m. Seine Fahrgeschwindigkeit beträgt 120 m/min, wobei alle vier, in

auf, die ihrer Bewährung sicher zu Gute kamen, in der heutigen Zeit aber teilweise schon vergrössert werden mussten.

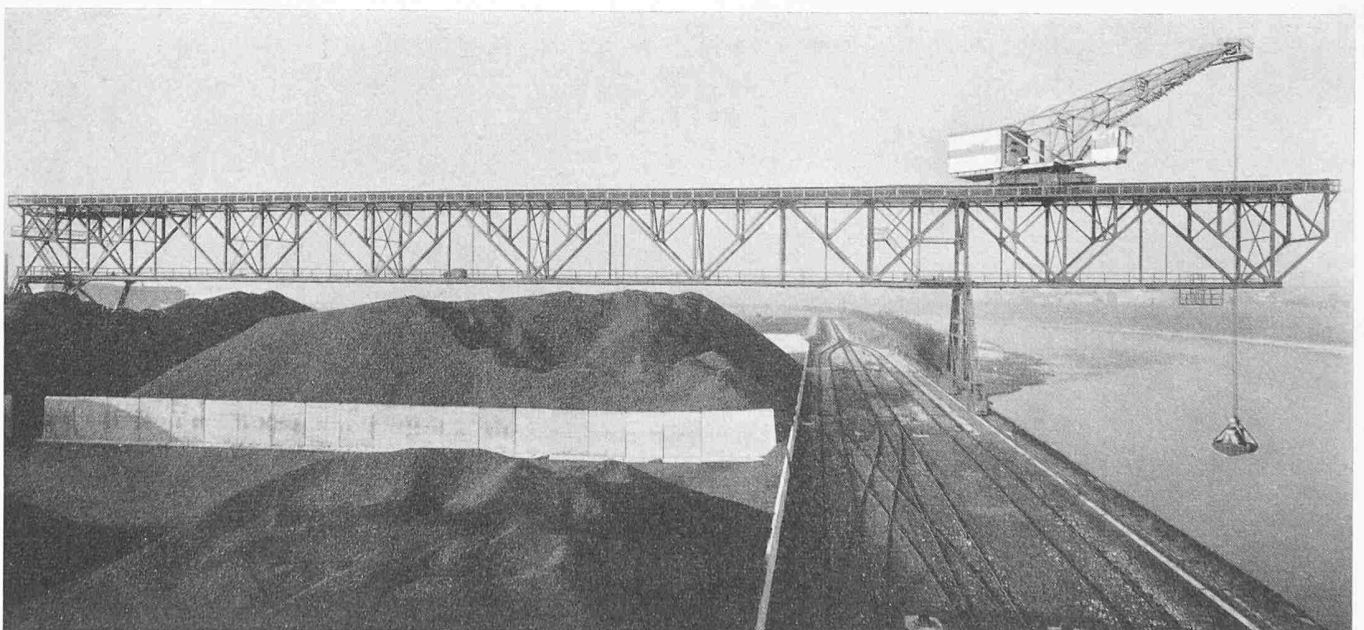
Mit dem Bau des Hafenbeckens I wurden am Ostquai, neben den drei Hafengleisen, Lagerhallen und Silogebäude erstellt, was zur Anordnung der verschiedenen Halbportalcrane mit Drehturm führte, wobei sich der wasserseitige Portalfuss auf die Quaimauerkranschiene, der gebäudeseitige Rollenkasten des die Bahngleise überquerenden Portalriegels auf eine an den Gebäuden längslaufende Hochkranbahn stützt. Dieser Quai weist heute noch sechs, der Südquai zwei solcher Crane verschiedenen Alters auf; von den Letztgenannten ist auf Bild 6 wasserseitig neben dem links befindlichen Silogebäude eine im Jahre 1945 fertiggestellte Halbportalanlage mit Greiferdrehkran sichtbar. Die meisten Drehkrane der Basler Quaianlagen besitzen feste Ausleger bis auf drei Wippauslegerkrane, welche nach dem sogenannten Doppelenkersystem gebaut sind, eine Bauart, die man im ausländischen Hafenkranbau heute schon als veraltet bezeichnet²⁾.

Im weitem bezieht sich der folgende Rundgang zur Hauptsache auf verschiedene in den Basler Häfen von Stadt

²⁾ In der gegenwärtigen Basler Mustermesse 1955 wird am Stand der Gesellschaft der Ludw. von Roll'schen Eisenwerke das Modell eines neuartigen Wippauslegers (+ Patent) gezeigt, welches weitgehenden Lastseil- und Eigengewichtsausgleich beim Verändern der Ausladung gewährleistet, so dass für die Wippbewegung nur geringer Kraft- und Leistungsbedarf notwendig ist.

Schmiedestahl ausgeführten Laufrollen von 1000 mm Durchmesser angetrieben sind. Die Zweitrommel-Greiferwinde dieser Anlage ist als sog. Zweitrommel-Greiferwinde ohne Planetengetriebe oder mechan. Kupplung der Trommeln ausgeführt. Die älteren Greiferkranne weisen meistens Einmotorenwindwerke auf; 1925 wurden zwei Crane mit Zweitrommelwinden und Deristuerung von Brown, Boveri ausgeführt. Von 1938 bis 1948 wurden neun weitere Crane mit Planetenrad-Greiferwinde ausgeführt, welche sich durch ihre besondere Leistungsfähigkeit auszeichnen, da sie das Öffnen und Schliessen des Greifers während des Hubvorganges gestatten. Die neuesten Greiferwinden weisen diesen letztgenannten Vorteil zwar nicht auf, sind aber leichter und gedrängter gebaut, was eine beträchtliche Gewichtsersparnis und damit eine Verminderung der bei jedem Arbeitspiel zu beschleunigenden und abzubremenden Massen mit sich bringt.

Als weitere Besonderheit dieser Anlage ist das Brückenfahrwerk zu nennen. Während bei allen übrigen grösseren Verladekränen in Basel der gleichzeitige Antrieb der beiden weitauseinanderliegenden Stützen vermittelst durchgehender Transmissionswellen sichergestellt ist, zeichnet sich die vorliegende Brücke durch Einzelantrieb der beiden Stützen ohne verbindende mechanische Welle aus. Auf eine eigentliche Synchronisierung der beiden Motoren wurde verzichtet; doch wird der Gleichlauf durch die Steifigkeit der Brücke sowie die Ro-



toren-Ausgleichswelle der Motoren gewährleistet. Die Brückenfahrgeschwindigkeit beträgt 25 m/min. Die Brückenbremsung wird durch Bremsdrücker und Magnet zweistufig vorgenommen, um einerseits ein sanftes Abbremsen, anderseits ein sicheres Halten der Brücke gegen heftigen Wind sicherzustellen.

Schliesslich ist diese Brücke auch noch durch den Einbau einer Schwerlastkatze von 75 t (max. 90 t) Tragkraft gekennzeichnet. Sie erhielt eine eigene, unter den Brückenkörper gehängte Doppelfahrbahn. Das wasserseitige Portal wurde rahmenartig ausgebildet, um den Durchgang der Laufkatze mit dem oft sperrigen Fördergut zu gestatten. Lasten unter 25 t können mit einer Geschwindigkeit von 1,6 m/min, grössere mit 0,55 m/min gehoben werden; die Katzfahrgeschwindigkeit beträgt 8 m/min. Diese verhältnismässig kleinen Geschwindigkeiten ermöglichen ein entsprechend vorsichtiges und sicheres Manövrieren der immerhin selten vorkommenden Schwer Güter.

Mit Ausnahme dieser Schwerlastkatze, welche im Hauptstrom durch normale Walzenkontrollen gesteuert wird, ist für alle Antriebe Schützensteuerung vorgesehen. Das Brückenfahrwerk wird über Zeitrelais eingeschaltet, für die übrigen Antriebe wurden geeignete Steuerstromkontrollen mit Universalsteuerhebeln entwickelt. Sie sind leichtgängig und können sowohl stehend wie sitzend bedient werden. Ueber die bei dieser Anlage zur Verwendung gelangenden Greifer verweisen wir auf unsere Bemerkungen zu Bild 5.

Bild 3 zeigt eine der beiden grossen Verladebrücken im Birsfelder Rheinhafen, welche in den Jahren 1942/43 erstellt worden ist. Die Brückenspannweite von 102 m gehört zu den grössten am Rhein. Das gesamte Betriebsgewicht dieser Brücke beträgt rd. 540 t, während die ähnliche benachbarte Brücke einschliesslich dem darin eingebauten Siebwerk ein Gesamtbetriebsgewicht von rd. 670 t aufweist. Der Drehkran Bild 2 (zur Brücke Bild 3) wiegt rund 62 t und besitzt eine Zweistufen-Fahrgeschwindigkeit von 1 bzw. 3 m/s. Das Kranfahrwerk weist acht Laufrollen auf, die paarweise in Schemeln gelagert sind und alle angetrieben werden, wodurch Gleiten und vorzeitiger Laufflächenverschleiss tunlichst vermieden werden. Die Drehgeschwindigkeit beträgt rd. 1,8 U/min, die Hubgeschwindigkeit rd. 78 m/min; die Brücke wird mit 15 m/min verfahren. Die totale installierte Motorenleistung beträgt 430 PS. Mit Rücksicht auf die beträchtliche Windfläche dieser Brücke sind alle 16 Brückenlaufrollen angetrieben, also im Stillstand auch abgebremst, während bei den übrigen Anlagen durchwegs nur die Hälfte aller Brückenrollen betätigt werden. Die Steuerung dieser Brücke erfolgt im Prinzip im Hauptstrom vermittelst Kurvenscheibenkontrollern von Brown, Boveri, doch sind für einzelne Schaltvorgänge auch Schützensteuerungen herangezogen worden.

Die Brücke nach Bild 3 weist pro Brückenstützpunkt auf der Wasserseite vier Radlasten von rd. 60 t, landseitig solche von je 30 Tonnen auf. Eine sorgfältige und sachgemässe Ausbildung der Brückenbahnen ist deshalb geboten. Als besonders zweckmässig hat sich die auf einen Breitflanschträger genietete Kranschiene erwiesen,



Bild 5. Detailansicht der Verladebrücke nach Bild 4, mit Getreidegreifer von 5 m³ Inhalt (+ Patent)

der seinerseits entsprechend seiner Tragkraft an einzelnen Punkten auf Fundamenten gelagert ist. Eine solche Ausführung ermöglicht spätere Korrekturen leicht auszuführen, welche zur Gewährleistung eines guten Laufes nach langem Betrieb notwendig werden können. Ähnliche Kranbahnen

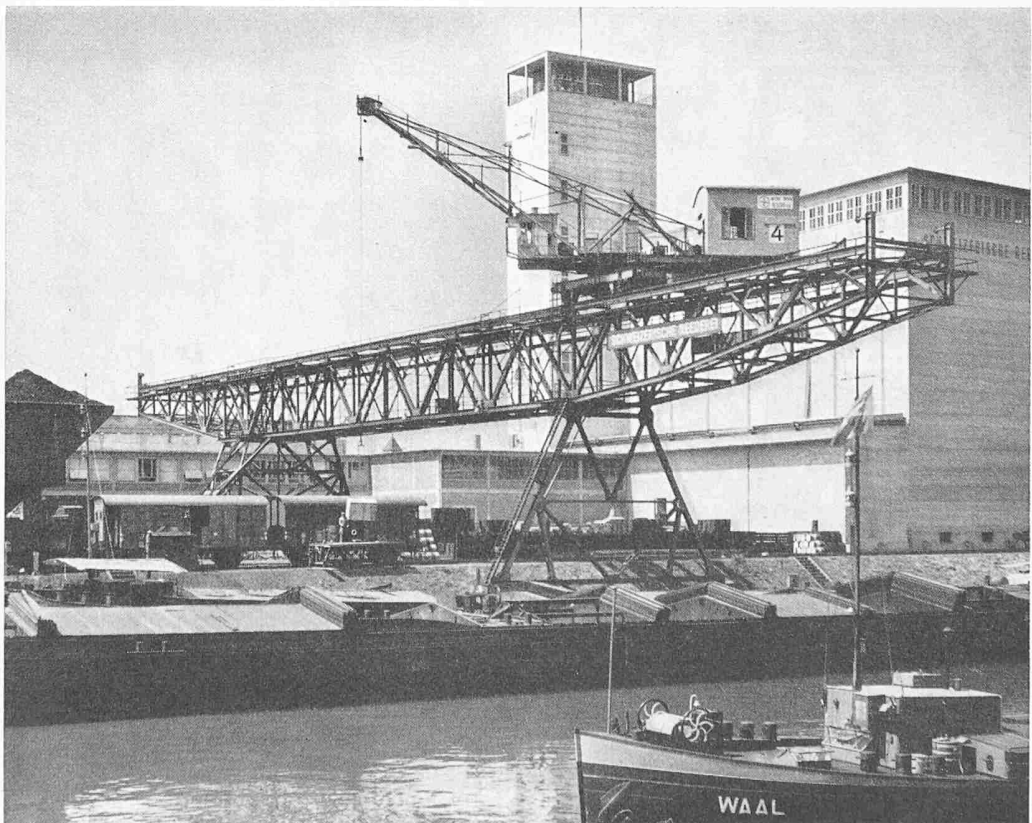


Bild 4. Verladebrücke IV der Schweizerischen Reederei AG., Basel. Spannweite 46 m, landseitiger Kragarm 24 m, wasserseitiger Kragarm 24 m. Greiferträger von 6,5 t Tragkraft und 15 m Ausladung

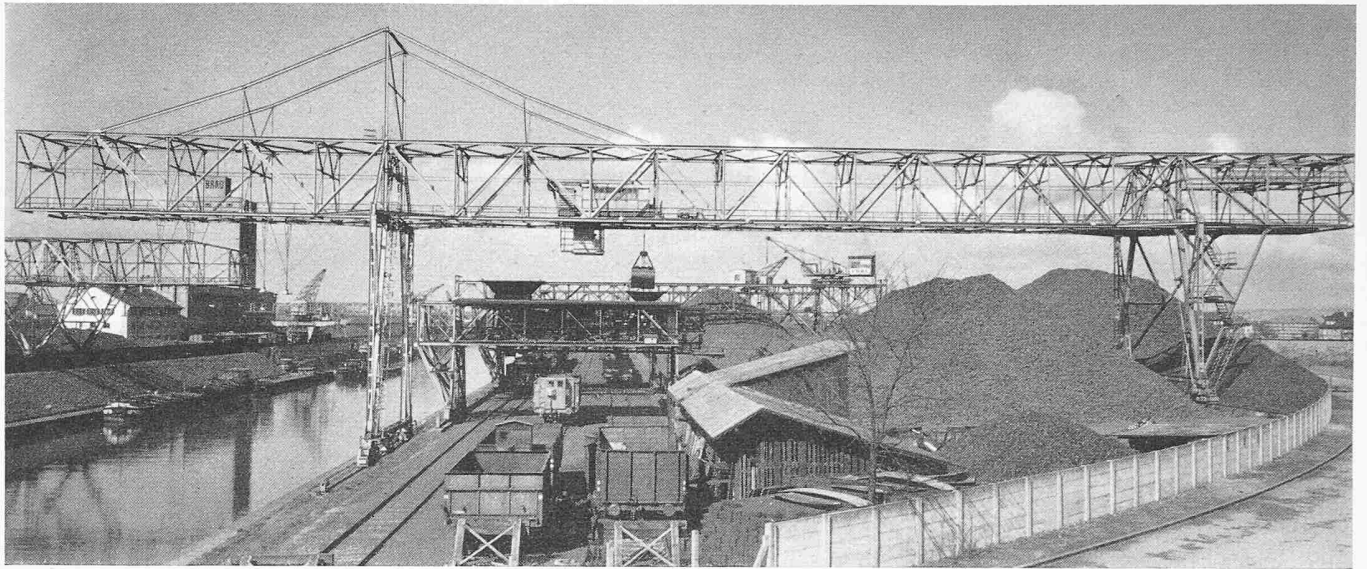


Bild 6. Verladebrücke II der Kohlenversorgungs AG., Basel, im Hafenbecken II. Spannweite 63 m, landseitiger Kragarm 15 m, wasserseitiger Kragarm 28 m, Greiferlaufkatze von 6,5 t Tragkraft

auf Querschwellen haben sich in dieser Beziehung auch als praktisch erwiesen.

Die Verladebrücke nach Bild 4 am Hafenbecken I besitzt eine gesamte Brückenlänge von 94 m; der Drehkran von 6,5 t Tragkraft hat eine Ausladung von 15 m. Wie bei der vorgeschriebenen Anlage nach Bild 3 ist auch hier ein Planetenrad-Greiferwindwerk vorhanden. Für eine Hubgeschwindigkeit von rd. 72 m/min erhielt der Hubmotor eine Leistung von 150 PS, der Schliessmotor eine solche von 85 PS; die selbe Leistung wurde auch für das Kranfahrwerk und das Brückenfahrwerk gewählt. (Es handelt sich dabei durchwegs um reichliche Bemessung, wie sie noch vor 10 bis 15 Jahren zum Vorteil der Besteller gewählt werden konnten. Heute müssen wir im Wettbewerb mit den im Lande offerierten ausländischen Produkten gezwungenermassen und oft im Gegensatz zur eigenen Ueberzeugung zu einer weniger grosszügigen Bemessung greifen.)

Vier weitere ähnliche Anlagen, die in den Jahren 1938 bis 1940 erstellt worden sind, weisen ähnliche Drehkrane auf. Das Windenhaus ist weit zurückgelegt und gleicht zusammen mit dem schweren Windwerk das Auslegermoment ohne zusätzliches Betongewicht aus.

Das Drehwerk aller dieser Krane ist besonders kräftig ausgeführt mit Triebstockkranz von 5 m Durchmesser und festgelagerter Königsäule von 260 mm Durchmesser. Das Schwenkwerk-Motorgetriebe ist als liegendes Schneckengetriebe mit aufgebauter Lamellenrutschkupplung ausgebildet, eine Ausführung, die sich bei verständnisvoller Wartung bewährt hat.

Zurzeit ist ein weiterer Greiferdrehkran im Bau, der für eine feststehende Kranbahn bestimmt ist. Er wird eine Ausladung von 24 m erhalten und eine Tragkraft von 5 t. Von seinen acht Stahllaufrollen werden nur vier angetrieben, jedoch durch zwei Motoren über ein Differentialgetriebe, so

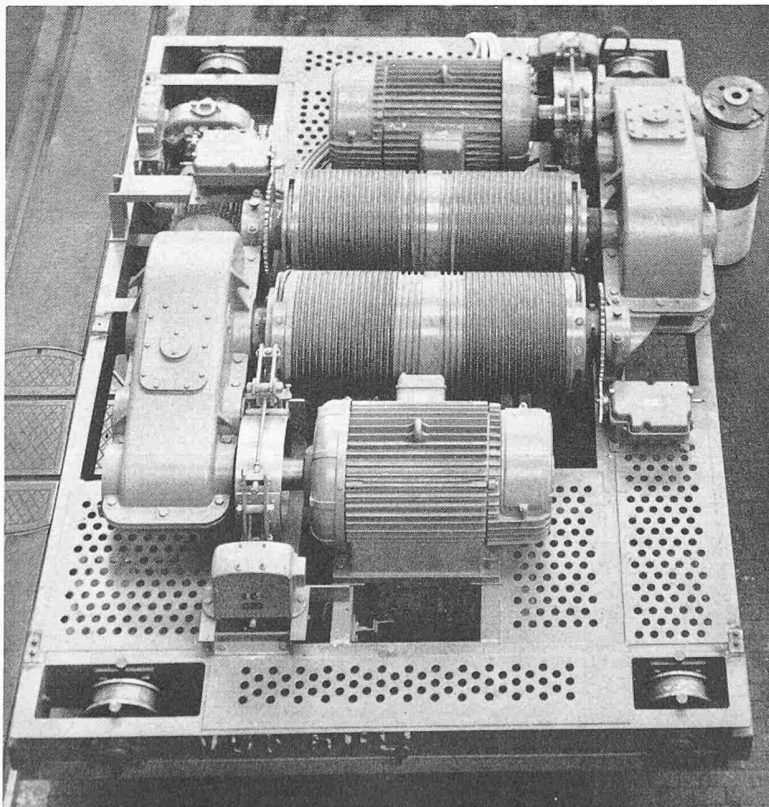


Bild 7. Aufsicht auf die Laufkatze mit Greiferwinde von 6,5 t Tragkraft

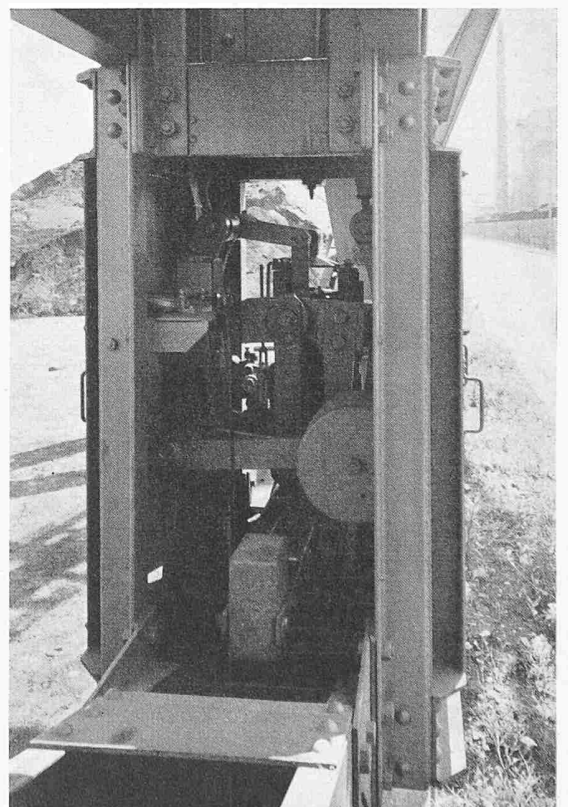


Bild 8. Windschutzbremse zu einer Verladebrücke

Bild 9. Umschlaghof der Schweiz, Reederei AG, im Hafenbecken I mit drei von Roll-Kranen von je 3 t Tragkraft bei 14,9 m Spannweite und 70/210 m/min Kranfahrge-schwindigkeit

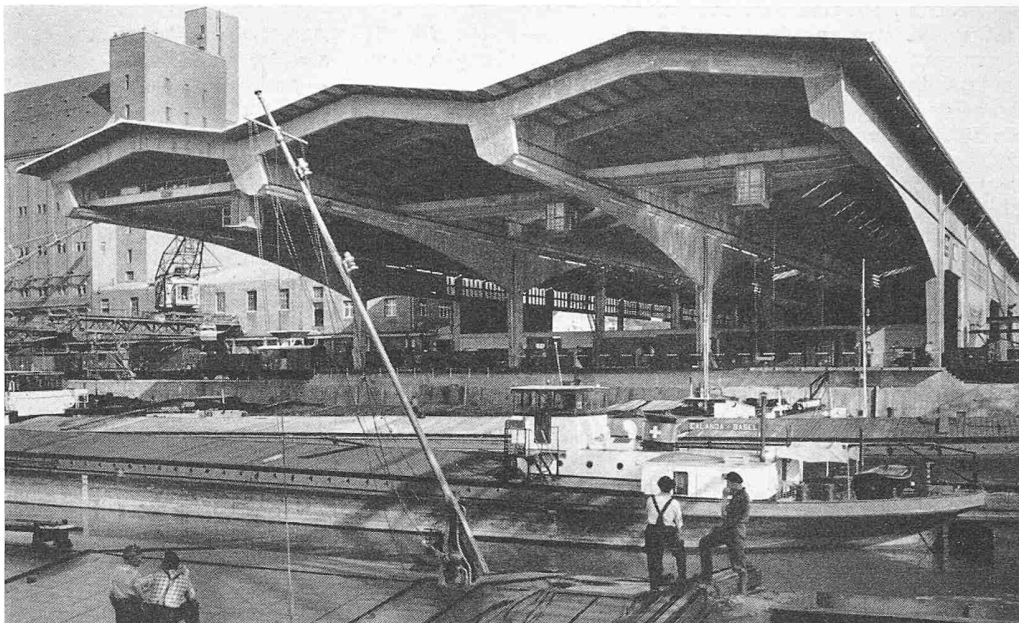
dass sich im Schnellgang die durch die Motoren erteilten Einzelgeschwindigkeiten addieren, eine besonders zweckmässige, betriebssichere Anordnung, welche vor allem für Hubwerke häufig ausgeführt wird.

Bild 5 zeigt eine Teilansicht einer Verladebrücke mit einem geöffneten 5-m³-Greifer für Getreideumschlag. Die neuartige, patentierte Greiferart zeichnet sich durch besonders grosse Steifigkeit aus. Im Vergleich zu seinem Volumen ist er mit 2800 kg sehr leicht. Wegen seiner allseitig geschlossenen Form kann sich dieser Greifer weder im Schiff noch im Bahnwagen verhängen und das Schüttgut kann auch bei Ueberfüllung nicht verblasen werden. Im geöffneten Zustand hängen die Schalen pendelnd am Greiferkopf und weichen seitlichen Stössen eher aus, sind also auch weniger Verbeulungen durch seitliches Anschlagen ausgesetzt. Mit diesem Gerät kann auch gut unter dem Gangbord gearbeitet werden, und es sind damit unter Ausnützung der Krantragkraft von 6,5 t erstaunliche Förderleistungen erzielt worden.

Greiferform und Greifersteifigkeit sind für einen betriebssicheren Umschlag von grosser Wichtigkeit. Die herkömmlichen Vierseil-Stangengreifer haben sich in dieser Beziehung nicht besonders bewährt, weshalb z. B. auch für Kohलगreifer neue Wege beschritten wurden. Eine neue, niedrige Greiferart (+ Patent) wurde erstmals bei Klinkerkranen und nun neuerdings auch für die Verladeanlage nach Bild 1 angewendet. Die gewählte Gliederung des Greifers ermöglicht gleiche Höhe im offenen und geschlossenen Zustand, wodurch sich minimale Aussenmasse ergeben. Ein 3-m³-Greifer beispielsweise ist in der neuen Form rd. 1 m niedriger als der offene, bisher übliche Greifer und deshalb für das Arbeiten im Schiff besonders vorteilhaft. Wo Greiferkranen in Hallen benötigt werden, ergeben sich mit dem niedrigen Greifer wesentliche Einsparungen an Gebäudehöhe.

Bei allen vorbeschriebenen Anlagen wird als Kran ein Drehkran benutzt, sei es auf feststehenden Bahnen oder auf fahrbaren Brücken. Dank Kombination von Dreh- und Kranfahrbewegung ist es mit solchen Kranen möglich, jeden Punkt ihrer Reichweite zu bedienen. Bei fahrbaren Brücken ist es deshalb nicht nötig, bei jedem Arbeitsspiel mit der Brücke zu fahren, deren Laufgeschwindigkeit aus diesem Grunde meist verhältnismässig klein gewählt werden kann. Bei den Basler Verladekranen liegen diese Geschwindigkeiten zwischen 15 bis 30 m/min.

Grössere Brückenfahrge-schwindigkeiten werden jedoch bei Laufkatzenbrücken benötigt, weil hier



die Brücke wesentlich öfter verfahren werden muss (siehe Bild 6, auf dem eine solche Anlage mit 6,5 t-Greiferlaufkatze ersichtlich ist). Die Brücke fährt mit einer Geschwindigkeit von 40 m/min, die Katze mit einer solchen von 140 m/min. Für das Greiferwindwerk musste hier ein neues, gedrängtes Getriebe mit Planetenrad entwickelt werden, um den Platzverhältnissen auf der Laufkatze gerecht zu werden; gleichzeitig wurden alle offenen Trommelräder ausgemerzt, welche bei den Greiferwinden der erwähnten Drehkrane aus den Jahren 1938 bis 1947 noch durchwegs vorhanden waren. An der Brücke, Bild 6, fällt auch die grosse Höhe von rd. 14 m der Brückenunterkante über dem Gelände auf. Sie war einerseits bedingt durch die Höhe einer zu bedienenden Sieb- und Brechanlage, andererseits auch durch die Absicht, die Brücke über ein möglicherweise später zu erstellendes Lagerhaus hinwegfahren zu lassen. Bei Drehkranbrücken liegt die Brückenunterbaute in der Regel auf etwa 8 bis 10 m über Gelände. Ein lehrreiches, mit dieser Brücke vorgekommenes Ereignis sei noch erwähnt: Die Brückenkranführer haben allgemein die Neigung, die Brückenfahrbremse möglichst leicht einzustellen. Dies wäre der erwähnten Brücke bei einem Gewittersturm beinahe zum Verhängnis geworden, da sie unter dem Einfluss des Windes zu rollen begann. Der Kranführer bemerkte dies rechtzeitig, da die eingebaute Winddruck-Messanlage das Alarmsignal gab. Durch raschen Entschluss konnte der Mann

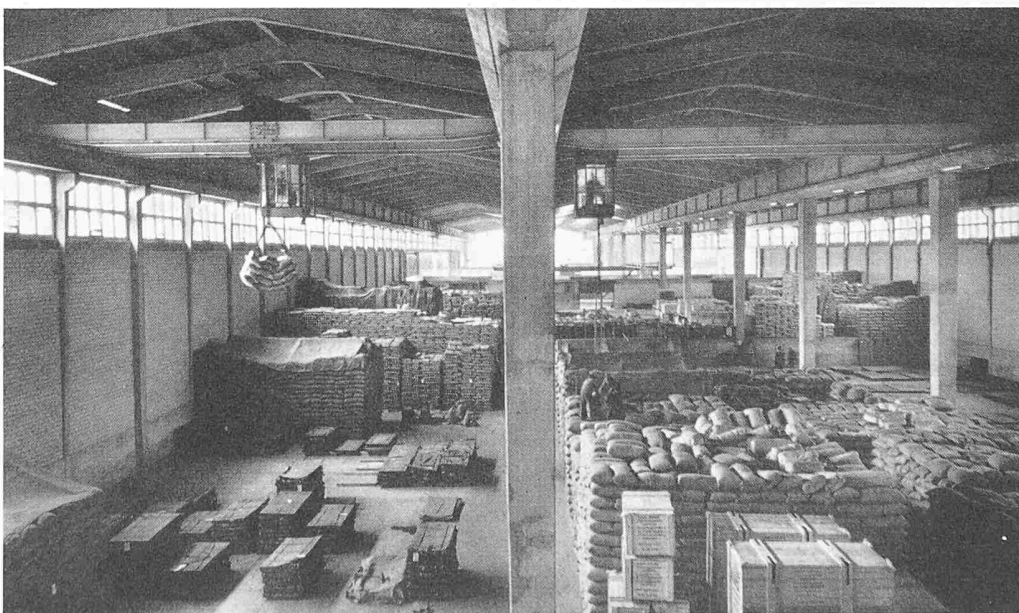


Bild 10. Innenansicht des Umschlaghofes nach Bild 9

die Brücke noch zum Stillstand bringen. Nachträglich konnte festgestellt werden, dass die Windgeschwindigkeit, die die Alarmvorrichtung ausgelöst hatte, gut mit derjenigen übereinstimmte, die von der Meteorolog. Anstalt beobachtet wurde. Ausserdem entsprach der daraus berechnete Winddruck auf die Brücke ihrem Laufwiderstand; auch bei nur leicht angezogener Bremse hätte somit die Brücke nicht ins Rollen kommen können. Diese Brücke kann übrigens an bestimmten Stellen durch Verriegelungsbolzen vermittelst Umstellgewicht an der Kranbahn verankert werden. Ausserdem sind an jedem Fahrplan Schienenzangen vorhanden, welche bei Gefahr an jeder Stelle rasch eingeworfen werden können. Um eine Wiederholung eines solchen Vorfalles zu vermeiden, wurden seither besondere Massnahmen ergriffen.

Bild 7 zeigt einen Aufblick auf das Windwerk einer modernen Greiferlaufkatze, wie es z. B. auch in der neuen Laufkatze des Gaswerkes Basel eingebaut wurde. (Der wasserseitige Kragarm dieser Brücke ist links auf Bild 6 sichtbar.) Für diese rd. 30 Jahre alte, recht leicht gebaute Brücke kam nur eine äusserst leichte Laufkatze mit dem modernen Greiferwindwerk in Betracht. Da diese Brücke schon in früheren Jahren infolge Winddruck Unfälle erlitten hatte, mussten anlässlich der kompletten Brücken-Fahrwerk-Revision auch automatische Windschutzbremsen eingebaut werden, welche bei Sturmalarm die Brücke an jeder Stelle sofort blockieren; sie kommen ausserdem bei jeder Arbeitspause zur Wirkung, so dass sie stets in Arbeitsbereitschaft bleiben.

Eine solche Windschutzeinrichtung (+ Patent) ist auf Bild 8 ersichtlich. Sie wurde im Jahre 1947 in eine ebenfalls exponiert gelegene Brücke eingebaut, wobei man die Schaltung so vorsah, dass sich die Blockierung der Brücke bei jedem Halt vollzieht. An jeder Stütze ist eine solche Schienenzange eingebaut, die vermittelst eines elektrohydraulischen Bremsdrückers von Brown, Boveri (Grösse HDos 3) gesteuert wird. Das Bild zeigt das erforderliche, recht komplizierte Gestänge, das in sinnreicher Art einen sichern Klemmschluss in beiden Fahrrichtungen bewirkt.

In völliger Abweichung von allen bisher geschilderten Anlagen ist am Hafenbecken I vor Jahresfrist eine neuartige Verladeanlage im Umschlaghof der Schweizerischen Reederei

AG., Basel, in Betrieb genommen worden. Bild 9 zeigt das Bauwerk mit den drei vorgeschobenen Kranen von der Wasserseite aus, Bild 10 gibt einen eindrucksvollen Blick in die rückwärtige Lagerhalle. Die Laufkrane dienen lediglich dem normalen Stückgutumschlag, für welchen die Tragkraft von 3000 kg ausreicht. Die Hubgeschwindigkeiten von 16 und 64 m/min werden vermittelst Differentialgetriebe erreicht, ebenso die Kranfahr Geschwindigkeiten von 70 bis 210 m/min. Die vorgesehenen Massnahmen zum sichern Verhindern des gefährdeten Kraneckens haben sich bewährt. Die als normale Eisenbahnschienen gelieferten Kranschienen wurden bauseitig zur Lärmdämpfung auf Gummizwischenlagen montiert. Die Schienen wurden auf eine Länge von rd. 240 m fugenlos durchgeführt.

Die Führerstände der Krane befinden sich auf Wunsch des Bauherrn an den Laufkatzen, damit der Kranführer stets gut in die zu bedienende Schiffsluke sieht. Es ist Schützensteuerung ohne Zeitrelais vorgesehen. Auf eine Senkbremsschaltung konnte dank der Differentialwinde trotz der grossen Hubgeschwindigkeit verzichtet werden.

Der vorstehende Rundgang durch das Gebiet der Verladekrane ist keineswegs vollständig. Viele wichtige Einzelheiten konnten kaum erwähnt werden; im besondern fehlt die Behandlung der elektrischen Ausrüstungen. Mit Ausnahme der erwähnten Deristerung wird bei allen Anlagen mit Dreiphasen-Wechselstrom gearbeitet. Zur Bremsbedienung sind meist Bremsdrücker von Brown, Boveri eingebaut. Die Motoren sind neuerdings vorzugsweise in gekapselter Ausführung vorgesehen. Die Behandlung der einzelnen Anlagen bedarf eines gewissenhaften, sorgfältigen Studiums und sehr vieler Kleinarbeit. Sie setzt eine vielseitige, langjährige Erfahrung voraus. Verladekrane sind strenggebrauchte Maschinen, deren Konstruktion hohe Anforderungen stellt. Jede gute Lösung braucht Zeit. Wir leiden heute an einer Termin-Rekordsucht, die wohl mehr Schaden nach sich ziehen wird, als wir es voraussehen können. Ein rechtes Werk kann nur aus voller Achtung vor der Arbeit, die es erheischt, zur Zufriedenheit aller Beteiligten gelingen.

Adresse des Autors: Dipl. Ing. Max Bänninger, Mittelstrasse 44, Bern.

Einfache pneumatische Regelungen

Mitgeteilt von der Firma **Fr. Sauter A.-G.**, Basel

DK 621-553.4

1. Grundsätzliches

Unser Zeitalter mit seiner auf allen Gebieten um sich greifenden Rationalisierung und Automatisierung stellt an Fabrikations- und Betriebsanlagen immer bedeutendere Anforderungen. Das gilt nicht zuletzt für jene Prozesse, bei denen irgend eine Betriebsgrösse konstant gehalten oder nach einem bestimmten Programm reguliert werden muss. In steigendem Masse geht man deshalb dazu über, derartige Vorgänge durch eine automatisch wirkende Apparatur überwachen zu lassen; sind doch automatische Regulierungen nicht nur dazu da, die Bedienung wesentlich zu vereinfachen, die Genauigkeit der Regulierung zu erhöhen, die Betriebssicherheit zu verbessern, sondern auch Arbeitskräfte und Material zu sparen. Im Vergleich zu dem in einer industriellen Anlage investierten Kapital bewegen sich die Installationskosten für eine automatische Regulierung in einem sehr bescheidenen Rahmen und können bei einer technisch richtig disponierten Ausführung rasch amortisiert werden.

Als Steuer- und Stellkraft für die Betätigung solcher Regulierungen stehen zur Verfügung:

Elektrizität	elektrische Regulierungen
Druckluft	pneumatische Regulierungen
Wasser bzw. Öl	hydraulische Regulierungen

Während hydraulische Regulierungen hauptsächlich in der Schwerindustrie und bei Kraftmaschinen verwendet werden, haben überall sonst in der Verfahrenstechnik, in der Klimatechnik und in Fabrikationsbetrieben die elektrische und die pneumatische Regulierung Eingang gefunden. In sehr vielen Fällen lässt sich ein Regulierungsproblem sowohl elektrisch als auch pneumatisch bewältigen, so dass der Entscheid für die Wahl der Regulierungsart lediglich von der

verfügbaren Hilfskraft abhängt; in zahlreichen Betrieben steht heute neben der Elektrizität auch Druckluft zur Verfügung.

Nun weisen aber die pneumatischen Messorgane, Relais und Stellorgane Eigenschaften auf, die sie für bestimmte Verwendungszwecke besonders geeignet machen; sie sind häufig der elektrischen Regulierung überlegen. Das gilt vorab für Anlagen, die sich in explosionsgefährdeten Räumen befinden, oder wo korrosive Dämpfe auftreten. Der Aufbau der pneumatischen Apparate ist einfach und übersichtlich, ihre Ansprechempfindlichkeit grösser. Die Antriebe arbeiten rascher, ihre Geschwindigkeit ist leicht einstellbar. Bei einem Ausbleiben der Steuerluft gehen sie stets in die gewünschte Endstellung zurück, d. h. das Ventil schliesst oder öffnet, was bei elektrisch gesteuerten Ventilen nicht ohne weiteres möglich ist.

2. Die pneumatische Proportional-Regulierung

In der Mehrzahl der Fälle genügt eine pneumatische Proportional-Regulierung (P-Regulierung, Regler mit starrer Rückführung). Obwohl jede solche Regelaufgabe, also auch die pneumatische, lastabhängig ist und nicht genau auf den Sollwert reguliert, lässt sie sich für viele Regulierungen verwenden, so z. B. dort, wo grosse Lastschwankungen nicht oder nur langsam auftreten, oder wo rasche Lastschwankungen nur kleine Amplituden haben.

In Bild 1 ist eine einfache Proportional-Regulierung dargestellt. Sie besteht aus dem Messorgan 1 (Thermostat, Druckregler, Hygrostat usw.), dem pneumatischen Verstärkerrelais 2, dem Stellorgan 3 (Ventil, Klappe) und der Druck-