

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 73/74 (1919)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Die Entwicklung des elektrischen Fördermaschinen-Antriebs  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-35677>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 05.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

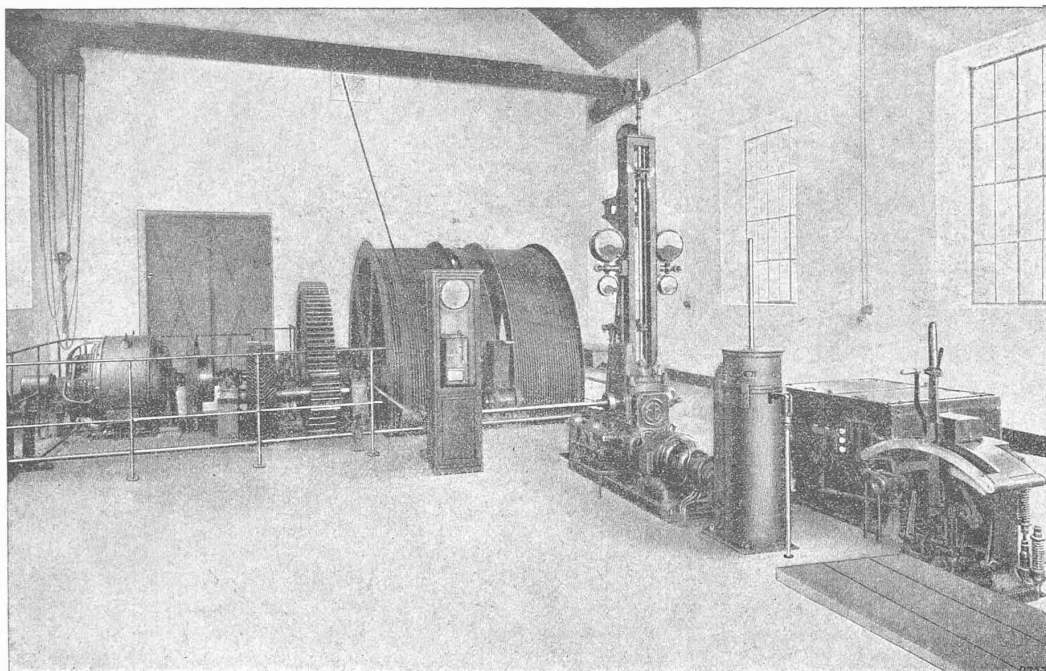


Abb. 2. Fördermaschine mit zylindrischen Trommeln, angetrieben durch einen Dreiphasen-Kommutatormotor.

### Die Entwicklung des elektrischen Fördermaschinen-Antriebes.

Für den Antrieb von grossen Fördermaschinen kam bis zu Anfang dieses Jahrhunderts allein die Dampfmaschine in Frage, während der Elektromotor nur in vereinzelt Fällen und nur zum Betrieb von Förderanlagen mit verhältnismässig geringer Leistung Verwendung fand. Seither ist aber der elektrische Antrieb infolge seiner hohen Wirtschaftlichkeit, seiner grossen Betriebsicherheit und seines gleichmässigen Ganges auch für grössere Förderleistungen immer häufiger zur Anwendung gekommen, um in den letzten Jahren die Dampffördermaschine bei Neuanlagen fast gänzlich zu verdrängen.

In einem vor dem Elektrotechnischen Verein Berlin gehaltenen Vortrag, der im Wortlaut in der „E. T. Z.“ vom 16. und 23. Januar, sowie 6. Februar 1919 wiedergegeben ist, hat Prof. W. Philippi einen Ueberblick über den Entwicklungsgang des elektrischen Antriebes von Bergwerk-Fördermaschinen gegeben. Die Ausführung der ersten elektrischen Fördermaschinen fällt in die letzten Jahre

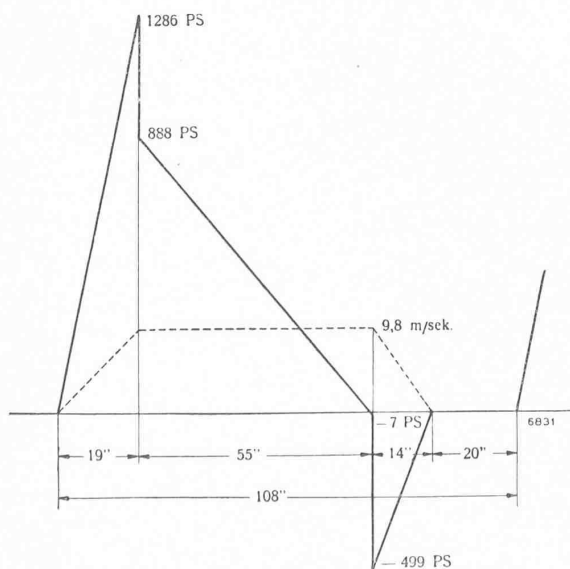


Abb. 3. Leistungs- und Geschwindigkeits-Diagramme einer Maschine mit zylindrischen Trommeln (ohne Unterseil).  
Förderleistung: 100 t pro Stunde aus 700 m Teufe.  
Antriebsleistung: 673 PS eff. bei 37,4 Uml/min.

vorigen Jahrhunderts, zu einer Zeit, in der der Drehstrom, der heute auf den Bergwerken vorherrscht, noch nicht soweit ausgebildet war, dass er ernstlich hätte in Betracht gezogen werden müssen. Die Vorteile der eine nahezu verlustlose Regulierung der Drehzahl von Gleichstrommotoren erlaubenden Ward Leonard-Schaltung haben daher vorerst zu deren weitgehender Anwendung beim Antrieb von Fördermaschinen geführt. Die starke Verbreitung von Gleichstrom-Fördermotoren für grosse Leistungen ist in der Hauptsache auf die Einführung des Systems von Ingenieur Carl Ilgner zurückzuführen, der durch Ausbildung

der Leonard-Gruppe zu einem Schwungrad-Umformer die Rückwirkungen der Belastungs-Schwankungen des Fördermotors auf die Hauptstromquelle dämpfte. Die von Ilgner angegebene Anordnung, die somit eine Vereinigung der Leonard-Schaltung mit der Regulierung durch Schwungmassen darstellt, schien zwar zunächst, infolge des zwischengeschalteten, Energie verzehrenden und Wartung erfordernden Umformers, den elektrischen Fördermaschinen-Antrieb wesentlich verwickelter zu gestalten. Gleichwohl würde er ohne dieses System nicht zu seiner heutigen Bedeutung gelangt sein. Für mittelgrosse Leistungen hat das Ilgnersystem allerdings infolge des Wettbewerbs des asynchronen Drehstrommotors, der Leonardschaltung mit schwungradlosen Umformer und des Drehstrom-Kommutatormotors an Bedeutung verloren. Ein weiteres, für grosse Leistungen geeignetes System ist jenes von Ing. Iffland, bei dem die den Strom für den Fördermotor liefernde Steuerdynamo unmittelbar mit einer Dampfmaschine gekuppelt und zum Ausgleich der Belastungsschwankungen eine Akkumulatorenbatterie in geeigneter Schaltung vorgesehen ist. In einzelnen Fällen wurde in Abänderung dieses Systems statt der Batterie ebenfalls ein Schwungrad verwendet. Durch Ersatz der Dampfmaschine durch die Dampfturbine, die gegen Belastung-Schwankungen weniger empfindlich ist, hat sodann die A.-G. Brown, Boveri & Cie. das Turbofördersystem eingeführt, bei dem ein besonderes Ausgleichmittel, wie Batterie oder Schwungrad, weggelassen werden kann, da einerseits die Dampfturbine gegen Belastungs-Schwankungen wesentlich weniger empfindlich ist, als eine Dampfmaschine, und andererseits die Kesselanlage als Ausgleichmittel ausgebildet werden kann, dadurch, dass die Turbine mit einem Hilfsventil verbunden wird, das bei Ueberschreitung einer bestimmten Belastungsgrenze Dampf unmittelbar in eine der Unterstufen treten lässt. Alle hier erwähnten Antriebsarten sowie einige weitere, nur in einzelnen Fällen zur Anwendung gelangte sind in der vorgeführten Veröffentlichung unter Beigabe von Schaltungsschemata und von Zeichnungen ausgeführter Förder-Antriebe näher beschrieben.

Ein sehr übersichtliches Bild über den heutigen Stand des Baues von elektrischen Schachtfördermaschinen geben J. Elink-Schuurman und H. Winter, unter Zugrundelegung von Ausführungen der A.-G. Brown Boveri & Cie., in einer in den „BBC-Mitteilungen“ vom Januar bis Juni 1918 erschienenen, reich illustrierten Abhandlung. Diese beginnt mit einer kurzen Uebersicht über die verschiedenen Formen des mechanischen Teils und deren Einfluss auf den Kraftbedarf der Anlage. Wir entnehmen diesem ersten Teil, unter Vorausschicken des in Abb. 1 wiedergegebenen Querschnittes einer Hauptschacht-Förderanlage zum bessern Verständnis unserer Ausführungen, zusammenfassend die folgenden Angaben:

Die älteste und bis heute wohl auch meist verbreitete Ausführungsform des mechanischen Teils einer Förderanlage ist die mit *zylindrischen Trommeln*, auf welche die Förderseile in der Regel in einer Lage aufgewickelt werden (Abbildung 2). Für jede Förderschale — es soll hier nur von zweiträumiger Förderung, d. h. von einer solchen mit einer aufwärtsgehenden und einer gleichzeitig niedergehenden Schale die Rede sein — ist ein Seil von einer der ganzen Tiefe des Schachtes entsprechenden Länge erforderlich. Wenn aus mehreren Teufen gefördert werden soll, muss die eine der beiden Trommeln auf der Welle versteckbar sein,

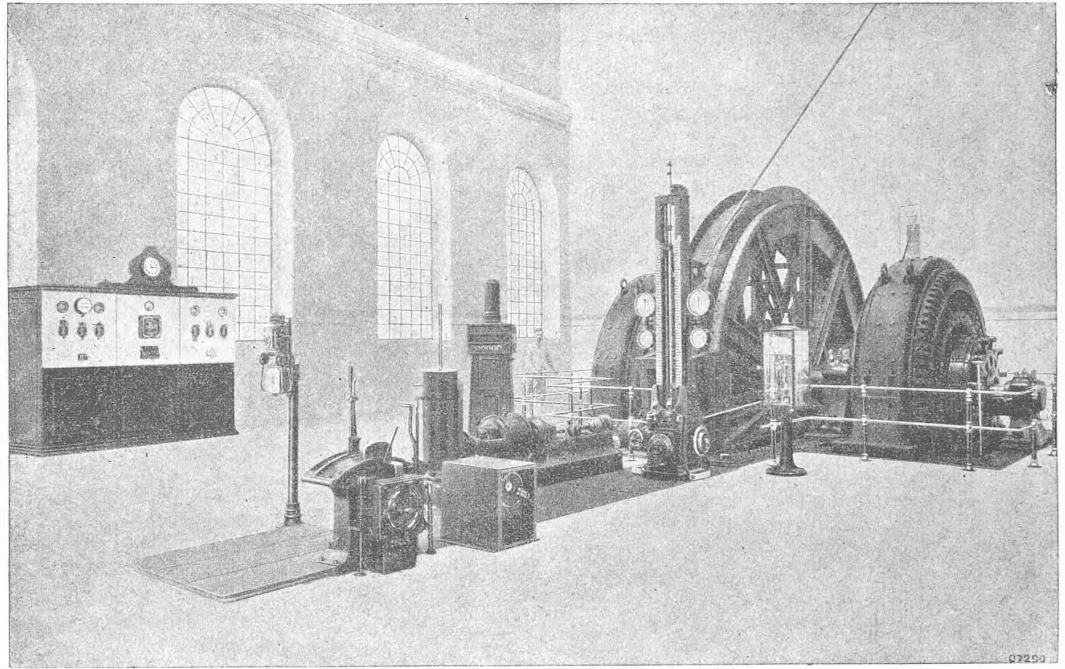


Abb. 8. Fördermaschine mit Treibscheibe, angetrieben durch zwei Gleichstrom-Motoren.

damit die Seillänge entsprechend geändert werden kann. Die zylindrischen Trommeln haben den Nachteil grosser Massen, sodass eine grosse Beschleunigungs-Energie nötig ist. Dazu kommt noch, dass bei Fahrtbeginn das Förderseil der aufwärtsgehenden Schale belastend und zu Ende des Zuges das Seil der niedergehenden Schale entlastend wirkt. Das zeitliche Zusammentreffen der durch das Seilgewicht vergrösserten Belastung mit der grossen Beschleunigungsleistung ergibt grosse Anfahrleistung und bedingt deshalb einen grossen Antriebmotor. Eine Verkleinerung der Massen wird zwar möglich bei Anordnung von zwei oder mehr Seillagen, die man aber infolge der dadurch hervorgerufenen starken Abnutzung der Seile nicht gerne anwendet. Das Förderdiagramm einer Maschine mit zylindrischen Trommeln ist aus Abbildung 3 ersichtlich, die auf eine Anlage für die Förderung von 100 Tonnen pro Stunde

ergibt grosse Anfahrleistung und bedingt deshalb einen grossen Antriebmotor. Eine Verkleinerung der Massen wird zwar möglich bei Anordnung von zwei oder mehr Seillagen, die man aber infolge der dadurch hervorgerufenen starken Abnutzung der Seile nicht gerne anwendet. Das Förderdiagramm einer Maschine mit zylindrischen Trommeln ist aus Abbildung 3 ersichtlich, die auf eine Anlage für die Förderung von 100 Tonnen pro Stunde

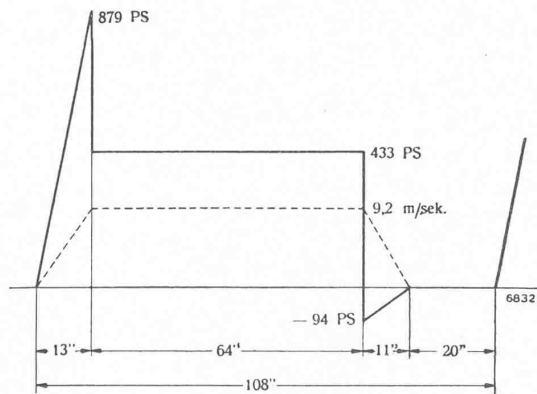


Abb. 4. Diagramme einer Maschine mit zylindrischen Trommeln (mit Unterseil). — Förderleistung: 100 t pro Stunde aus 700 m Teufe. Antriebsleistung: 452 PS eff. bei 35,2 Uml/min.

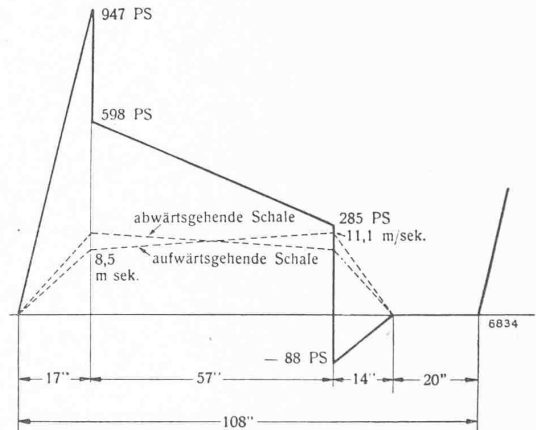


Abb. 5. Diagramme einer Maschine mit konischen Trommeln. Förderleistung: 100 t pro Stunde aus 700 m Teufe. Antriebsleistung: 500 PS eff. bei 36,8 Uml/min.

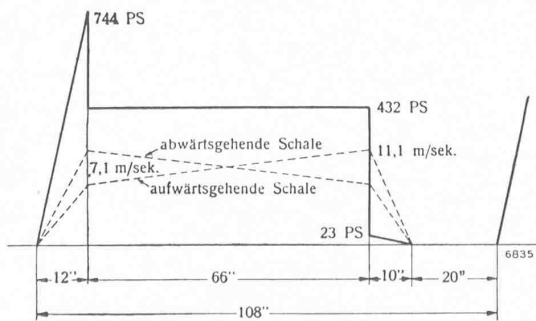


Abb. 7. Diagramme einer Fördermaschine mit Bobine. Förderleistung: 100 t pro Stunde aus 700 m Teufe. Antriebsleistung: 417 PS eff. bei 41,6 Uml/min.

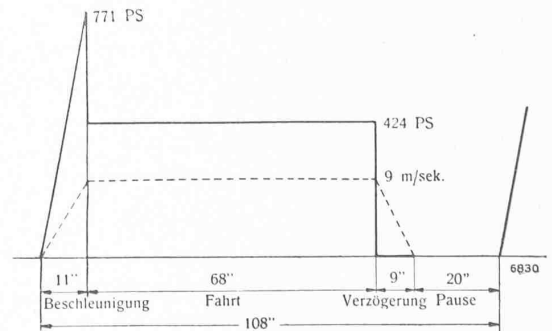


Abb. 9. Diagramme einer Fördermaschine mit Treibscheibe. Förderleistung: 100 t pro Stunde aus 700 m Teufe. Antriebsleistung: 417 PS eff. bei 34,4 Uml/min.

aus einer Teufe von 700 m bei einer Nutzlast von 3000 kg pro Förderzug bestimmt ist. Die Pause ist mit 20 sek angenommen, entsprechend einer Förderschale mit zwei Etagen, deren Bedienung gleichzeitig von zwei Abzughühen aus erfolgt (vergl. Abb. 1).

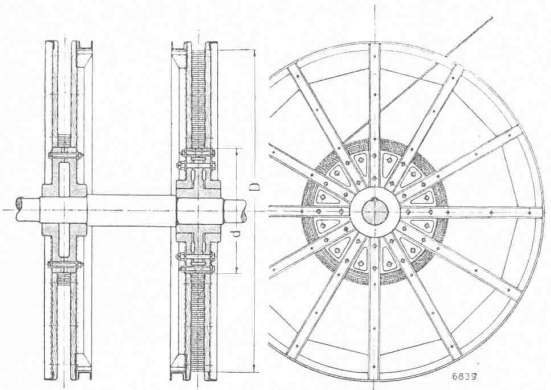


Abb. 6. Bobbinen für Flachseile.

Die Form dieses Diagramms kann wesentlich günstiger gestaltet werden, wenn für Ausgleich der Wirkung der Seilgewichte gesorgt wird. Am einfachsten lässt sich dies durch ein Unterseil bewerkstelligen, das an dem Boden der Förderschalen befestigt ist und eine bis zum Schachttiefsten reichende Schleife bildet. Dabei werden allerdings die Massen um das Gewicht dieses Seils vergrößert. Wie das für die gleichen Betriebsbedingungen geltende Diagramm (Abb. 4) zeigt, ist bei einer solchen Anlage mit Unterseil die Anfahrschleife bedeutend kleiner, auch bleibt die Leistung während der Fahrt mit voller Geschwindigkeit konstant, was einen bessern Motorwirkungsgrad gegenüber der von 888 PS auf 7 PS abfallenden Leistungslinie im Diagramm Abbildung 3 ergibt. Die Antriebsleistung wird im vorliegenden Fall um ein Drittel geringer als im vorgehenden.

In gewissen Fällen empfiehlt es sich, das Unterseil noch etwas schwerer als das Tragseil zu wählen, wodurch die Anfahrschleife noch weiter herabgesetzt werden kann.

Wenn aus verschiedenen Teufen gefördert werden soll, stösst jedoch die Anwendung des Unterseiles auf Schwierigkeiten, indem sie einestheils nur dann möglich ist, wenn der Schacht-Querschnitt vollständig frei ist, da bei der Förderung aus geringern Teufen die Schleife des Unterseiles höher zu liegen kommt, und andererseits, weil die Führung des Unterseiles, die zum Vermeiden einer Beschädigung des Schachtbaues empfehlenswert ist, nicht mehr in einfacher Weise möglich ist.

Ein anderes Mittel zur Erzielung von Seilausgleich besteht in einer Abstufung der Trommeldurchmesser in der Weise, dass zu Beginn des Förderzuges die aufwärtsgehende beladene Schale an dem kleinsten und die abwärtsgehende, unbeladene Schale an dem grössten Trommelradius angreift, wobei sich auch wieder ein während des ganzen Förderzuges praktisch gleichbleibendes Lastmoment

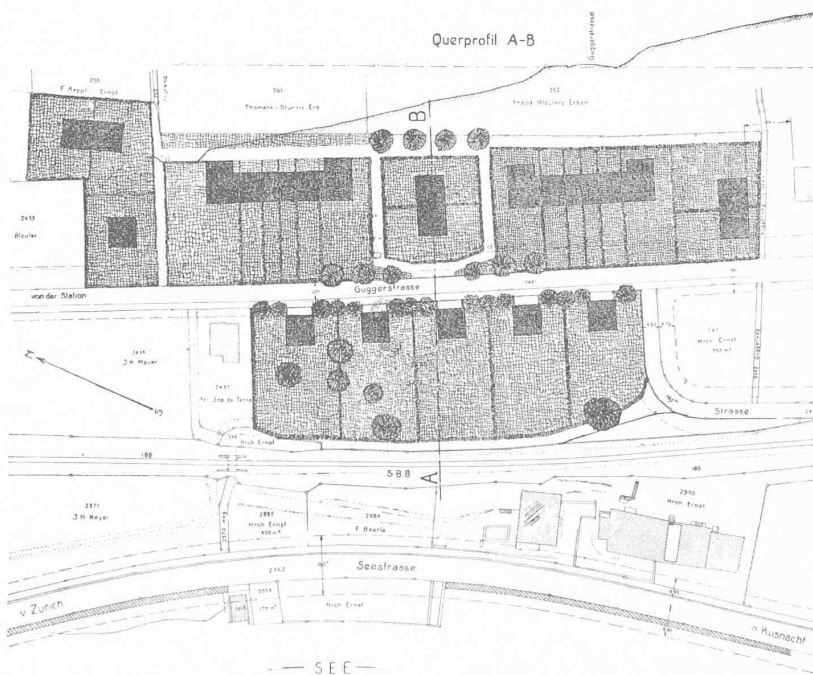
erreichen lässt. Abbildung 5 zeigt das Leistungsdiagramm für eine solche Maschine mit konischen Trommeln, wieder unter Annahme der gleichen Förderverhältnisse. Der Seilausgleich ist nicht vollständig, weil die Trommel nicht mit einer so grossen Neigung erstellt ist, als für denselben erforderlich wäre, da Trommeln mit mehr als 30° Neigung nicht mehr mit einem Holzbelag, sondern mit einer aufgenieteten Rille versehen werden müssen und infolgedessen sehr teuer zu stehen kommen. Immerhin zeigt das Diagramm, dass sowohl die Anfahrschleife, als auch die Antriebsleistung mit konischen Trommeln um etwa ein Viertel kleiner werden, als mit einfachen zylindrischen Trommeln. Eine Förderung aus verschiedenen Teufen ist mit konischen Trommeln ohne weiteres möglich, nur geht dabei der Ausgleich zum Teil wieder verloren.

In prinzipiell gleicher Weise wie bei konischen Trommeln wird Seilausgleich bei sogen. Bobinen (Abbildung 6) erreicht, bei denen die Windungen der Förderseile statt nebeneinander übereinander aufgewickelt sind. Ein grosser Vorteil dieser Bobinen besteht in der starken Verminderung der Massen, den geringeren Anschaffungskosten und dem Wegfall der bei Trommeln unvermeidlichen Ablenkung des Seiles aus der Seilscheiben-Ebene, sodass die Maschine erforderlichenfalls ganz an den Schacht herangerückt werden kann. Demgegenüber stehen die Nachteile, vor allem die kürzere Lebensdauer der Flachseile, worauf zurückzuführen ist, dass sich die Bobinenförderung im grossen und ganzen nur wenig eingebürgert hat. Inbezug auf die erforderliche Leistung ist sie infolge der geringen Massen günstiger als alle bisher beschriebenen Ausführungsformen (Diagramme Abbildung 7).

Ungefähr gleich günstig wie bei Bobinen gestalten sich die Leistungsverhältnisse bei Verwendung einer Treib- oder Koepe-scheibe (Abbildung 8), bei der die Förderschalen an den beiden Enden eines Seiles hängen, das um eine mit Holz belegte Scheibe geschlagen und von dieser durch Reibung mitgenommen wird. Damit das Seil auf der Scheibe nicht gleitet, muss eine genügende Adhäsion vorhanden sein und ausserdem der Unterschied der an den beiden Seilenden wirkenden Kräfte möglichst klein gehalten werden.

Aus diesem Grunde wird fast immer ein Unterseil verwendet, das gleichzeitig den Vorteil des Seilausgleiches mit sich bringt. Die Hauptvorteile dieser Maschinenart sind neben diesem, wie bei den Bobinen, die kleinen Massen, die gedrängte Bauart und der Wegfall der Seilablenkung. Um das Auflegen des Seiles, bzw. ein Wechseln desselben in einfacher Weise, ohne Zuhilfenahme besonderer Vorrichtungen, zu ermöglichen, wird die Treib-scheibe in der Regel so weit verbreitert, dass das ganze Förderseil aufgewickelt werden kann; allerdings werden dadurch die Massen wieder vergrößert. Das Diagramm einer Maschine mit verbreiteter Treibscheibe zeigt Abbildung 9. Ein Rutschen des Seiles bei zu starker Beschleunigung oder beim Einfallen der Bremsen kann bei richtiger Durchbildung der letztern praktisch vollkommen vermieden werden. Je grösser die Teufe, umso grösser die Vorteile der Treibscheibe; es ist daher unverstän-dlich, dass sie in manchen Ländern noch wenig Verbreitung gefunden hat. (Schluss folgt.)

Wettbewerb für Beamten-Wohnhäuser der A.-G. Escher Wyss & Cie.



I. Preis, Entwurf Nr. 3. — Verfasser: Architekt R. v. Muralt in Zürich. Lageplan des Geländes in Zollikon am Zürichsee 1:2000, darüber Querprofil 1:800.

Ein anderes Mittel zur Erzielung von Seilausgleich besteht in einer Abstufung der Trommeldurchmesser in der Weise, dass zu Beginn des Förderzuges die aufwärtsgehende beladene Schale an dem kleinsten und die abwärtsgehende, unbeladene Schale an dem grössten Trommelradius angreift, wobei sich auch wieder ein während des ganzen Förderzuges praktisch gleichbleibendes Lastmoment

schaften gegeben werden können, und dass darum bei kathodischem Schutz, wenn dieser an gewissen Stellen auch vollkommen sein mag, dafür andere Stellen umso mehr gefährdet sind.

Die an der Kathode entstandene Natronlauge würde allerdings, wenn sie mit den an der Anode gebildeten Chloriden restlos zusammenkäme, wieder vollständig neutralisiert unter Rückbildung von Natriumchlorid und Ausfall des Anodenmetall-Hydroxydes. Im praktischen Betrieb werden aber einzelne Rohrpartien einen Ueberschuss von Chloriden, andere einen solchen an Natronlauge führen, dies je nach den Strömungsverhältnissen. Die Rolle, die die Alkalität in Schichtenbildung und Depolarisation spielt, ist schon erörtert worden.

Nach diesen Ueberlegungen sollte die Wirkung der Protektoren die folgende sein: Irgend eine Aenderung in dem Auftreten der Korrosionen ist beim Anbringen von Protektoren mit Bestimmtheit zu erwarten, doch braucht sie nicht unbedingt eine günstige zu sein. Die Korrosionen können gerade so gut an einem Ort verschwinden, um an einem andern in verstärktem Masse aufzutreten. Dies hat eben seinen Grund darin, dass bei ihrer Anwendung neben der unbedingt günstigen kathodischen Wirkung die Erzeugung alkalischer Kathodenprodukte nebenher geht. Zudem werden, da der Schutzbereich der Protektoren je nach dem Zustand der Elektroden und je nach der Leitfähigkeit der Stoss-Stellen der verschiedenen Metalle ein variabler ist, Zonen entstehen, die bald anodischen, bald kathodischen

#### Zur Entwicklung der Bergwerk-Fördermaschinen mit elektrischem Antrieb.

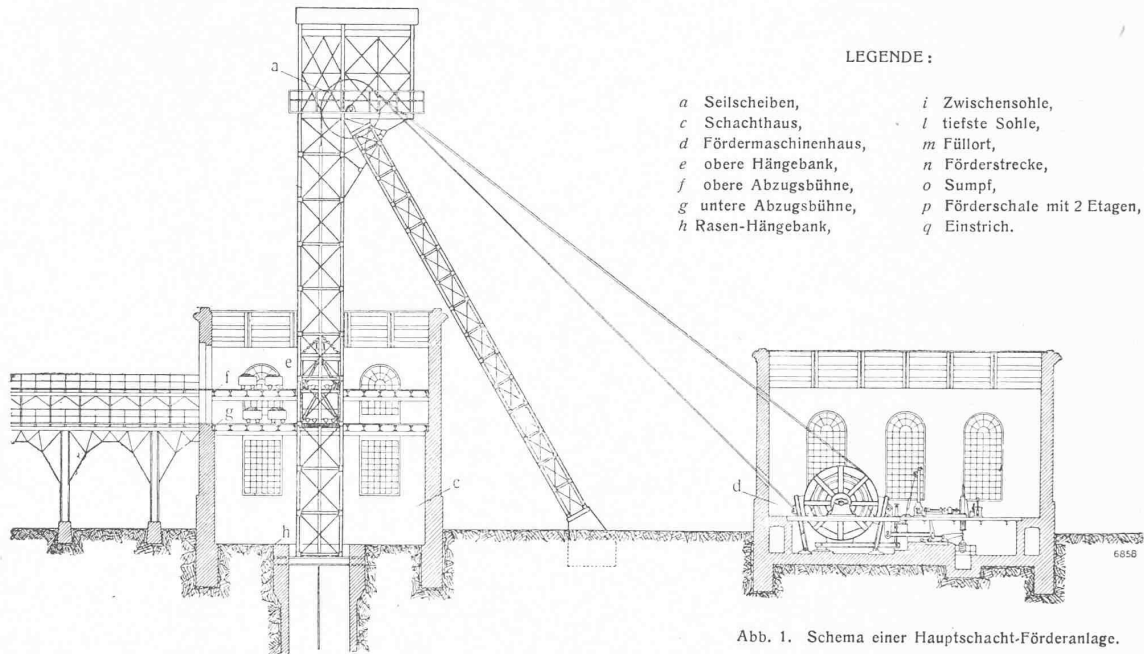
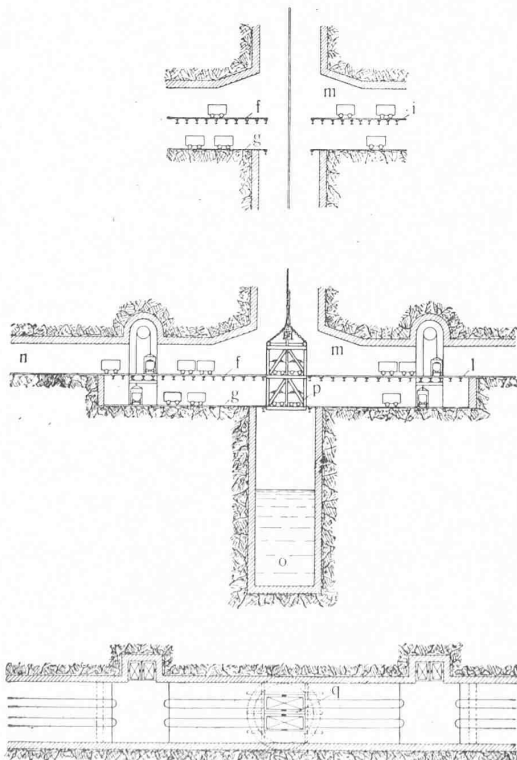


Abb. 1. Schema einer Hauptschacht-Förderanlage.



Charakter haben und so bevorzugte Gebiete für selektive Korrosionen darstellen. Die sich gegenseitig widersprechenden Erfahrungen der Praxis bei Verwendung elektrolytischen Schutzes dürfen wohl als eine Bestätigung der Richtigkeit dieser Ueberlegungen angesehen werden.

Legt man sich nun die Frage vor, ob überhaupt von irgend welchen Massnahmen, die die Veränderung der Entstehungsmöglichkeiten galvanischer Ströme ins Auge fassen, etwas zu erwarten sei, so wird man sich sagen müssen, dass, da es sich um komplizierte Leitersysteme handelt, die Einschaltung irgend welcher Gegenmassnahmen zur Unschädlichmachung einmal verteilter Ströme stets von zweifelhaftem Wert sein wird. Dagegen dürften Massnahmen Erfolg haben, die die Bildung galvanischer Elemente ganz verhindern oder entstehende Ströme an ihrer Quelle kurzschliessen durch Sicherung gut metallischer Verbindung an den Stoss-Stellen verschiedenartiger Metalle. Zu diesem Zwecke wird man Tragplatten im Innern der Kondensatoren ganz vermeiden oder aber sie aus einem nichtleitenden Material herstellen. Sind metallische Platten nicht zu umgehen, so ist dafür eine Kupferlegierung zu wählen und an der Stoss-Stelle mit dem Eisenmantel eine gute Verbindung durch Verlöten zu sichern. Auch eine gute Kurzschluss-Verbindung der Rohrböden mit dem Kondensator-Mantel ist vorzusehen. Damit wird erreicht, dass wenn einmal durch eine zufällige Verunreinigung des Kondensates dieses zum Elektrolyten wird, galvanische Ströme sich an ihren Entstehungsstellen auswirken müssen, ohne Gelegenheit zu haben, sich einen Stromweg unter Einbezug des Zirkulationswassers als Elektrolyt auszusuchen und dort Korrosionen hervorzurufen. (Schluss folgt.)