

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 17/18 (1891)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Drei-Phasen-Wechselstrommaschine der Maschinenfabrik Oerlikon  
**Autor:** Redaction  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-86149>

### **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:** 13.02.2026

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

Durch Umkehrung der Gleichn. (9<sup>a</sup>) und (9<sup>b</sup>) ergibt sich ferner allgemein:

$$\left. \begin{aligned} a_n &= \frac{1}{\sigma} [(\sigma - Mn^2\omega^2) A_n + \mu n\omega B_n], \\ b_n &= \frac{1}{\sigma} [(\sigma - Mn^2\omega^2) B_n - \mu n\omega A_n], \end{aligned} \right\} \quad (34)$$

und der hier allein nöthige Werth von  $b_n$  für  $n = 1$  wird endlich:

$$b_1 = \frac{1}{\sigma} [(\sigma - M\omega^2) B_1 - \mu\omega A_1]. \quad (35)$$

$M$ ,  $\mu$  und  $\sigma$  sind Constanten des Indicators, bzw. der benutzten Feder, welche anderweitig bestimmt werden müssen. Der Quotient  $b_1/B_1$  zeigt dann, in welchem Verhältniss die wirkliche Arbeit zur beobachteten steht.

Ich habe in dieser Richtung ein Diagramm einer im Viertact arbeitenden Gasmaschine untersucht, welches mit einem normalen, leichteren Indicator abgenommen worden war.  $b_1$  ergab sich noch nicht ganz  $\frac{3}{4}$  % kleiner als  $B_1$ . Bei derartigen halbfachwirkenden Maschinen muss übrigens die Fourier'sche Reihe etwas anders entwickelt werden. Da nämlich bei denselben eine Periode der Druckänderung zwei Umdrehungen umfasst, so darf  $n$  nur um je 0,5 zunehmen, damit das erste Glied der Reihe auf zwei Umdrehungen nur eine Welle darstellt.  $A_1$  und  $B_1$  gehören dann zum zweiten Gliede, das seinerseits auf zwei Umdrehungen auch zwei Wellen entspricht. Bei der Berechnung dieser Werthe muss gleichzeitig  $\pi$  durch  $2\pi$  ersetzt werden.

Bei allgemein  $m$ -fach wirkenden Maschinen steht auch  $b_1$  nicht mehr in der vorhin gefundenen einfachen Beziehung zur mittleren constanten Tangentialkraft  $T$  an der Kurbelwarze. Vielmehr ist dann:

$$T = \frac{m}{2} F b_1. \quad (36)$$

Der Quotient  $b_1/B_1$  ist hiernach, Benutzung eines passend gewählten Indicators vorausgesetzt, jedenfalls stets nur wenig von der Einheit verschieden. Man kann daher bei gewöhnlichen Abnahmeversuchen von Maschinen die indicirte Arbeit einfach durch Ausmessen der Fläche eines guten Indicatorgrammes ohne Schwingungen bestimmen. Und das um so mehr, als bei anderen oft gleichzeitig stattfindenden Messungen ebenfalls keine grössere Genauigkeit erreichbar ist. Auch ist es entschieden zulässig, auf Grund von Indicatorgrammen unmittelbar calorimetrische Untersuchungen allgemeinerer Art anzustellen, bei denen es nur auf den wesentlichen Verlauf der Wärmeübergänge ankommt. In diesen Richtungen wird der Indicator stets ein werthvolles und unentbehrliches Hilfsmittel des Maschinen-Ingenieurs bleiben.

Dagegen zeigen die vorstehenden Entwicklungen doch, dass das Indicatorgramm durchaus kein vollkommen genaues Bild von der Zustandsänderung des arbeitenden Körpers gibt; namentlich an einzelnen Stellen können verhältnissmässig bedeutende Abweichungen auftreten. Von ins Einzelne gehenden calorimetrischen Untersuchungen darf man daher keine zuverlässigen Ergebnisse erwarten. Der Indi-

cator ist eben kein feiner physikalischer Apparat, er muss vielmehr, was seine Genauigkeit anbetrifft, mit den übrigen Messinstrumenten der Maschinen-Praxis auf die gleiche Stufe gestellt werden.

Zürich, Juni 1891.

### Drei-Phasen-Wechselstrommaschine der Maschinenfabrik Oerlikon.\*)

Nachdem sich die Arbeitsübertragung auf electrischem Wege in der Praxis allgemein eingebürgert hat, tritt nun die Frage der Kraftvertheilung auf grosse Entfernungen, speciell unter Verwerthung entlegener Wasserkräfte, mehr und mehr in den Vordergrund.

Bei solchen Anlagen wird es selbstverständlich vor Allem nöthig sein, mit erheblich höhern Stromspannungen zu arbeiten, als es bisher der Fall war. Gleichstrom erlaubt die Verwendung solcher nicht, während Wechselstrom durch seine leichte Umformungsfähigkeit hiezu ein passendes Mittel bietet.

Im Weitern muss die Möglichkeit geboten sein, auf rationelle Weise Motoren beliebiger Grösse zu betreiben. Einfacher Wechselstrom steht in dieser Beziehung gegenwärtig dem Gleichstrom nach, dagegen entspricht der sogenannte Mehrphasen-Wechselstrom durch seine Eigenschaften dieser Anforderung in vollkommener Weise.

Die Maschinenfabrik Oerlikon, welche von jeher der electrischen Arbeitsübertragung grosse Aufmerksamkeit geschenkt hat, ist nun im Begriff, mehrere Anlagen nach diesem System zu bauen. Herr C. E. L. Brown, der seit geraumer Zeit das Mehrphasen-System besonderen Studien unterzog, hat einen Maschinentypus geschaffen, welcher in hervorragender Weise die charakteristischen Eigenschaften, die das System mit sich bringt, benützt und verwerthet.

Es gestatten nämlich die zur Erzeugung der hochgespannten Ströme nöthigen Transformatoren,

die Spannung der Maschinen ganz beliebig niedrig anzunehmen, und nachstehende Beschreibung gibt ein Bild dessen, was durch Benützung dieses Hauptmoments erreicht werden kann.

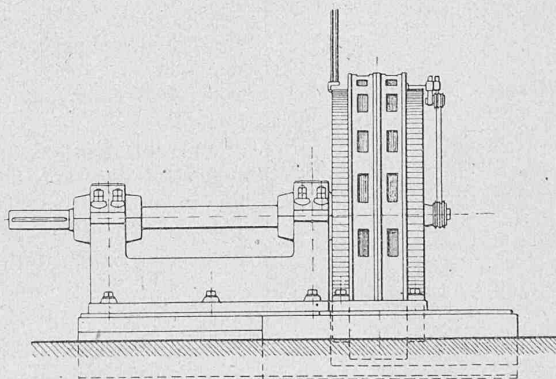
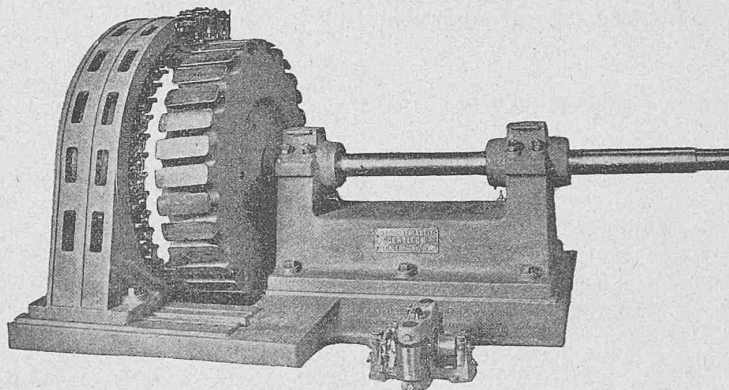
Die beistehenden Abbildungen zeigen eine Mehrphasen-Maschine, welche bei 150 Touren pro Minute 300 P.S. aufzunehmen vermag. Die Anordnung der Armatur ist derart, dass drei Wechselströme erzeugt werden, deren Phasen um 120 Grad gegen einander verschoben sind. Die Spannung eines jeden derselben beträgt nur 50 Volt und die Stromstärke je 1400 Ampère. Um die Abnahme dieser grossen

\*) Die auf der internationalen electrischen Ausstellung in Frankfurt a/M. zur Anwendung kommende Arbeitsübertragung von Laufen nach Frankfurt a/M. zeigt einen 300-pferdigen Generator nach dem nachfolgend beschriebenen System, das dazu berufen scheint, in der Fachwelt grosses Interesse zu begegnen. Wir glauben daher mit nachfolgendem Artikel, dessen Daten uns von der Maschinenfabrik Oerlikon in verdankenswerther Weise zur Verfügung gestellt wurden, einem Theil unserer Leser willkommen zu sein.

Die Redaction.

Drei-Phasen-Wechselstrom-Maschine von 300 P. S.

System C. E. L. Brown. — Maschinenfabrik Oerlikon.



Aufriiss. 1:50.

Stromstärken durch Schleifringe zu vermeiden, ist die Armatur ruhend und das Magnetfeld rotirend ausgeführt. Entsprechend dieser grossen Stromstärke erhält die Armaturwicklung einen aussergewöhnlichen Querschnitt, wenn, wie hier der Fall, von der Anordnung mehrerer parallel geschalteter Stromkreise abgesehen werden kann.

Die Leiter, in diesem Falle massive Kupferstangen von 29 mm Durchmesser, sind in entsprechenden Löchern des Armatureisens gelagert und durch Asbestrohre von demselben isolirt. Durch diese Anordnung gewinnt man folgende ganz wesentliche Vortheile:

Foucaultströme, welche bei Verwendung solch massiver Leiter in gewöhnlicher Anordnung in enormer Stärke auftreten würden, sind hier absolut nicht vorhanden. In der That war es bei Versuchen mit in Locharmatur gelagerten Barren bis zu 5 cm Durchmesser unmöglich, auch nur die geringste Spur von Kraftconsum durch Foucaultströme zu constatiren.

Die Lagerung der Barren in Löchern gestattet zudem eine äusserst constructive Ausführung der Armatur, speciell auch hinsichtlich der Isolation, welche ausserdem durch Verwendung von Asbest die Herstellung eines vollständig unverbrennlichen Ankers ermöglicht.

Mechanisch ist die Wickelung gegen äussere Beschädigungen vorzüglich geschützt und es kann natürlich auch bei Ueberlastung u. Kurzschlüssen ein Verschieben und Verletzen der Drähte nie auftreten.

Ferner genügt in Folge der äusserst günstigen Raum-

maschine ausgeführt. Das Armatureisen wird durch einen Gussrahmen zusammengehalten, welcher durch entsprechende Füsse auf der Fundamentplatte steht und zwecks Montage oder Reinigung in achsialer Richtung verschoben werden kann (siehe Abbildung). Das Magnetfeld der Maschine besitzt die Eigenthümlichkeit, dass alle Pole beider Zeichen durch eine einzige Erregerspule erzeugt werden. Durch folgende einfache Anordnung wird dies erreicht:

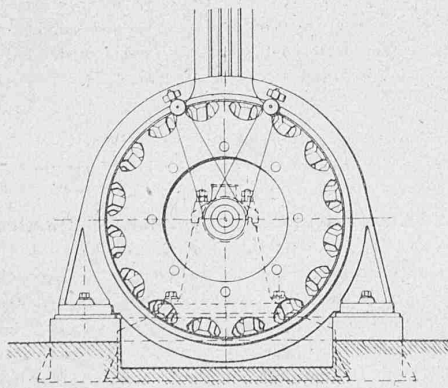
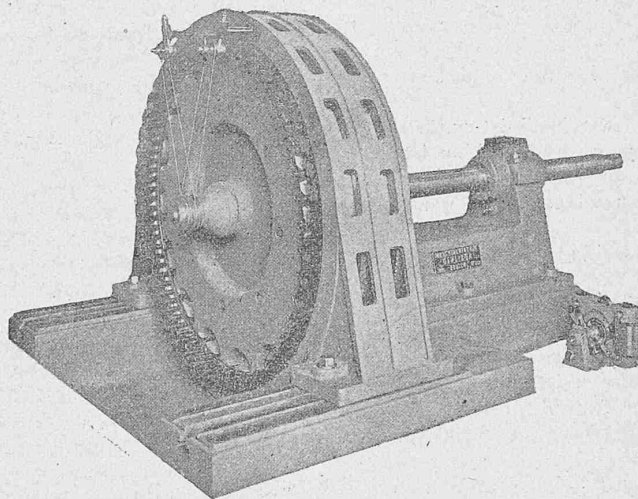
Auf einem Gussring mit zwei Flanschen, ähnlich einem Poulie, ist die Magnetisirungsspule aufgewickelt. Zwei Stahlringe mit je 16 Polhörnern sind beidseitig an den Gussring angelegt und entsprechend verschraubt, und dabei ist die Stellung der Polhörner so gewählt, dass dieselben zwischen einander hineingreifen, so dass bei erregter Spule aussen abwechselnd positive und negative Pole entstehen, wobei der eine Stahlring lauter positive, der andere lauter negative Pole erhält.

Diese Anordnung gestattet eine ideale Ausnützung der Magnetwicklung und in Folge dessen bedeutende Reduction des Kupfergewichtes, gleichzeitig entsprechend geringere Erregungsarbeit, wie aus nachstehenden Daten hervorgeht. Zudem ist die Construction dieses Feldes von überraschender Einfachheit und Solidität, das ganze Magnetfeld mit 32 Polen besteht aus nur vier Stücken, was in Anbetracht dessen, dass das Feld rotirt, nicht zu unterschätzen ist.

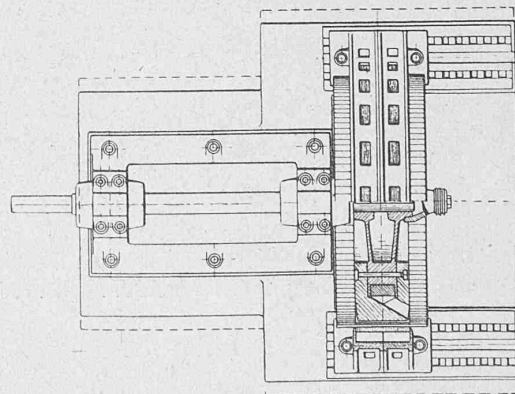
Behufs Zuführung des Erregerstromes sind zwei auf der Nabe sitzende Ringe durch einfache Metallsaiten mit zwei am Maschinengestell befestig-

### Drei-Phasen-Wechselstrom-Maschine von 300 P. S.

System C. E. L. Brown. — Maschinenfabrik Oerlikon.



Seitenansicht. 1:50.



Grundriss. 1:50.

ausnützung und der Reduction des Luftwiderstandes eine bedeutend geringere Magneterregung, als dies mit gewöhnlichen Armaturen der Fall wäre, so ist beispielsweise die auf den beiden perspectivischen Ansichten dargestellte kleine Maschine zur Erregung der grossen vollkommen ausreichend.

Locharmaturen für Gleichstrommaschinen wurden in Oerlikon schon seit 1885 mit Erfolg gebaut; bei der Construction der hier beschriebenen Maschinen treten jedoch die Vortheile dieser Armaturgattung in hervorragender Weise hervor als je.

Entsprechend der Polzahl 32 des Magnetfeldes sind pro Armaturstromkreis 32 Stäbe angeordnet, die durch entsprechende Querstücke an den Enden alle in Serie geschaltet sind. Die Armatur besitzt in Folge ihrer drei Stromkreise somit  $3 \times 32 = 96$  Löcher, bzw. Stäbe. Die Verbindung der drei Stromkreise unter einander ist in analoger Weise wie bei der Thomson-Houston-Bogenlicht-

ten Rollen verbunden, wobei diese Saiten die Strom Ueberführung von den äusseren Klemmen zu den beiden Nabenringen vermitteln. Das Magnetfeld ist fliegend auf einer entsprechend starken Welle befestigt, welche in einem kräftigen doppelten Lagerbock ruht, der selbst mit der Grundplatte verschraubt ist. Das freie, hintere Ende der Welle steht in mittelbarer oder unmittelbarer Verbindung mit der Kraftabgabe- oder Entnahme-Stelle.

Selbstverständlich kann die beschriebene Maschine auch als Motor arbeiten, in welchem Falle dieselbe synchron mit dem Generator läuft, jedoch, entgegen einer gewöhnlichen Wechselstrommaschine, von selbst angehen kann. Naturgemäss darf das Feld erst erregt werden, nachdem der Synchronismus erreicht ist. Für den Fall, dass Generator und Motor gleichzeitig in Gang gesetzt werden, kann die Magneterregung von Anbeginn an erfolgen und die Anfangszugkraft ist in diesem Falle eine ganz erstaunlich grosse.



Einige nähere Daten über die Maschine dürften von Interesse sein.

Das gesammte Kupfergewicht des Magnetfeldes beträgt rund 300 kg, d. h. nur ein Bruchtheil des Kupfergewichtes von Maschinen gleicher Grösse und Tourenzahl. Als Curiosum ist zu erwähnen, dass, um bei Leerlauf und normaler Tourenzahl die Spannung von 50 Volts in der Armatur zu erzeugen, 100 Watts genügen, somit nur ein Zwanzigstels-Procent der vollen Maschinenleistung, gewiss ein überraschendes Resultat. Unter Berücksichtigung der Armatur-Reaction wird bei Vollbelastung die zur Erregung nöthige Energie natürlich grösser, beträgt aber immerhin nicht mehr als ein Bruchtheil eines Procents.

Angestellte Versuche haben ergeben, dass bei voller Tourenzahl und Erregung auf Normalspannung die Verluste in Lager- und Luftreibung, Hysterisis etc. 3800 Watts betragen, d. h. etwa 1,6—1,7 % der vollen Maschinenleistung. Der noch hinzukommende Verlust im Armaturkupfer, berechnet auf die volle Leistung, beträgt 3500 Watts, so dass der totale commercielle Nutzeffect der Maschine sich auf rund 96 % stellt, ein Resultat, das unseres Wissens von keiner anderen Maschine ähnlicher Leistung und Tourenzahl erreicht wird.

Den geringen Verlusten entsprechend ist natürlich die Erwärmung eine ganz unbedeutende, die Maschine ist daher im Stande, den im industriellen Betriebe oft vorkommenden Ueberlastungen ohne Weiteres zu widerstehen, ganz abgesehen von der Asbestisolirung.

Das Totalgewicht der Maschine, ohne Fundamentplatte, beträgt 9000 kg.

Aus vorstehender Beschreibung und den angegebenen Daten geht hervor, dass, wie oben gesagt, durch Benützung der charakteristischen Eigenschaften des Systems ein hervorragendes Resultat erreicht worden ist. Die Maschinenfabrik hat nun auch schon eine Anzahl dieser Maschinen erstellt und andere im Bau und zwar mit folgenden Bestimmungen:

Eine Maschine für die Versuche der Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt, Distanz 180 km.

Eine Maschine für die Licht- und Kraftcentrale in Heilbronn, Distanz 10 km.

Eine Maschine für eine Kraftvertheilungs-Anlage Dietikon-Zürich, Distanz 10 km.

Fünf Maschinen, wovon drei primäre mit stehender Achse und directer Kuppelung an Turbinen und zwei secundäre mit liegender Achse, zum Betriebe der gesammten Werkstätten der Maschinenfabrik Oerlikon, Distanz 23 km.

## XXXII. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure zu Düsseldorf und Duisburg vom 17. bis 20. August 1891.

(Von unserem A-Berichterstatter.)

### I.

Dreiundzwanzig Jahre mussten vergehen, ehe der Verein deutscher Ingenieure seine Hauptversammlung wieder einmal in der rheinischen Kunststadt, die sich unterdessen auch zu einem Hauptort grossgewerblicher Thätigkeit entwickelt hat, abhielt. Unterdessen hat der Verein seine Mitgliederzahl reichlich verdoppelt, und die Stadt Düsseldorf hat ebenmässig damit Schritt gehalten. Aber geblieben ist die alte, gute rheinische Herzlichkeit, mit der die Theilnehmer heute wie im Jahre 1868 empfangen wurden. — Dank dem vorsorglichen Wirken der verschiedenen Commissionen war es dem Theilnehmer an der Hauptversammlung leicht, sich zurecht zu finden.

Nachdem am Vorabend im Garten der städtischen Tonhalle die schon vorher angekommenen Theilnehmer sich begrüsst hatten, wurde am 17. dies Vormittags die Hauptversammlung durch Herrn Maschinenfabricant *Lwowiski* aus Halle eröffnet, der unter Hinweis auf die Ziele und Zwecke des Vereins an dessen erfreuliches Wachsen erinnert und dabei der Bedeutung der Zeitschrift gedenkt, die für jedes Vereinsmitglied sich mehr und mehr geradezu als unentbehrlich erwiesen habe.

Nach den weiteren üblichen Begrüssungs- und Empfangs-Reden gedachte der Vorsitzende noch der im vergangenen Jahre verstorbenen hervorragenderen Mitglieder, vor Allem des Mitbegründers und Ehrenmitgliedes des Vereins: *Commerzienrath Fr. Euler*.

Es folgte sodann der Geschäftsbericht, vorgelegt von Director *Peters* und der angekündigte Vortrag:

## Ueber die Industrie in dem niederrheinischen Bezirksverein und dem Bezirksverein an der niederen Ruhr.

Von Ingenieur *E. Schrödter*.

Zunächst weist der Redner auf die von den festgebenden Bezirksvereinen dargebotenen reichen literarischen Gaben hin, insbesondere neben Führer und Liederbuch: die 121 Seiten starke Festschrift, welche einen Einblick in das Getriebe des niederrheinisch-westfälischen Grossgewerbes gewährt und bei deren Abfassung bestberufene Kräfte wie *J. Schlink*, *M. Liebig*, *Oberberggrath Selbach*, *Curtius* u. A. m. thätig waren; die elegant ausgestattete, auf Anregung des Herrn *R. M. Daelen* entstandene Sammlung von 80 Lichtdrucktafeln mit Ansichten der Feststädte Düsseldorf und Duisburg und ihrer Fabriken, gewidmet von der rheinischen Provincialverwaltung, den Verwaltungen beider Städte und den Industriellen; gemeinfassliche Darstellung des Eisenhüttenwesens, gewidmet vom Verein deutscher Eisenhüttenleute.

Des Weiteren wird dann ausgeführt, dass der Regierungsbezirk Düsseldorf nicht nur der am dichtesten bevölkerte, sondern auch der gewerbereichste Bezirk Deutschlands ist. Hier drängen sich die verschiedenartigsten Industrien zusammen. Am Kohlenbergbau ist der Regierungsbezirk mit 45 Zechen und 33 000 Bergleuten betheiligt. Es werden dann im Einzelnen die Roheisenerzeugung, die Darstellung des Schweiss- und Flusseisens, die Eisenbaukunst, der Maschinenbau u. s. w. eingehend besprochen, unter trefflichen, wirtschaftlich interessanten Ausführungen. Nach einer kurzen Besprechung der Zink- und Kupferindustrie wendet der Redner sich dann zur Textilindustrie. Im Handelskammerbezirk *M.-Gladbach* sind allein 500 000 Baumwollspindeln in Betrieb, während in *Crefeld* die Sammt- und Seidenindustrie in hoher Leistungsfähigkeit dasteht. *Kettwig* a. d. Ruhr ist durch seine Tuchindustrie, Düsseldorf durch seine drei Blaudruckereien bekannt. Es folgt eine Besprechung der Glasindustrie, des chemischen Grossgewerbes, der Sägewerke in Düsseldorf und Duisburg und anderer Industriezweige.

Hieran schloss sich eine Darlegung des Verkehrswesens auf dem Wasser einerseits, auf der Eisenbahn andererseits an. Bezüglich des Eisenbahnverkehrs spricht der Redner seine Ansicht dahin aus, dass dieser nicht wegen, sondern trotz der Verstaatlichung sich entwickelt habe und begründet diese Ansicht durch Anführung vieler Mängel, die naturgemäss dort, wo der Verkehr am lebhaftesten pulst, auch am fühlbarsten auftreten. Mit einem Hinweis auf die grossen Dienste, welche die niederrheinischen Industriellen dem Gesamtwohl der deutschen Industrie auf wirtschaftlichem Gebiete geleistet haben, schliesst der Vortragende seine interessanten Ausführungen.

\* \* \*

Auf den nachfolgenden Vortrag des Herrn Prof. *C. Busley* über Deutschlands Schnelldampfer hoffen wir später einzutreten und lassen hier einen gedrängten Auszug folgen aus dem Vortrag:

## Lösch- und Ladeeinrichtungen für Schiffe und Eisenbahnen.

Von Oberingenieur *B. Gerdau*.

Nach einem Hinweis auf den Aufschwung der deutschen Industrie in den letzten 20 Jahren und das dadurch gesteigerte Bedürfniss für mechanische Mittel zur beschleunigten Warenbewegung in den Güterstationen und Häfen führt der Vortragende aus, dass man neben den bisher verwandten Hebewerken für Hand- und Dampftrieb neuerdings auch in Deutschland zur Anlage centraler Kraftversorgungen für Lösch- und Ladezwecke übergegangen sei. Diese Kraftübertragung kann durch Druckwasser, Pressluft, Electricität oder unmittelbare Dampfzuleitung erfolgen. Der Vortragende vergleicht die verschiedenen Systeme hinsichtlich ihres wirtschaftlichen Werthes und kommt dabei zu dem Schlusse, dass für Lösch- und Ladevorrichtungen die hydraulische Kraftübertragung die günstigste und geeignetste ist; auch die Kraftübertragungen durch Electricität und Pressluft stellen sich günstig, eignen sich jedoch mehr für die im Kleinmotorenbetrieb erforderliche rotirende Bewegung; am wenigsten geeignet erscheint die centrale Dampfzuleitung. Es werden hierauf mehrere grosse Kraftübertragungsanlagen beschrieben, u. A. diejenigen der Häfen Hamburg, Bremen, Venedig, der Bahnhöfe Frankfurt, Köln, Düsseldorf und des Lloyd dampfers „Kaiser Wilhelm II.“. Der Vortragende schliesst mit der Bemerkung, dass die deutschen grossen Seehäfen weit rascher und energischer mit dem Ausbau ihrer Lösch- und Ladevorrichtungen vorgegangen sind als die Eisenbahnverwaltungen, und dass die Güterbahnhöfe noch durchgängig der einfachsten mechanischen Mittel zum Aus- und Umladen der Waaren entbehren.

\* \* \*