

# Die Dampfturbinen

Autor(en): **R.E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **35/36 (1900)**

Heft 22

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-22000>

## **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.

INHALT: Die Dampfturbinen. II. (Schluss). — Der Einfluss der Eiseneinlagen auf die Eigenschaften des Mörtels und Betons. I. — Bauten im Elsass. — Les locomotives suisses à l'Exposition Universelle de 1900 à Paris. — Miscellanea: Die schweizerischen Eisenbahnen i. J. 1899. Die erdmagnetischen Verhältnisse des Rigi-Massivs. Eidg. Polytechnikum. Wasserversorgung von Apulien. Das Modell eines 17stöckigen Gebäudes. Parallelschaltung direkt angetriebener Wechselstrommaschinen. Ueber Eisenbahnwagen mit selbstthätiger Entladevorrichtung. Verwertung der Kalkrückstände aus den Acetylen-Apparaten. Feuerfeste Drahtziegel. Schutz unterirdischer Dampfleitungen. Calcium. Beschaffung von Betriebsmaterial für

die italienischen Bahnen. — Konkurrenzen: Umgestaltung der Anlagen des Personnenbahnhofs in Kopenhagen. Verwaltungsgebäude der eidg. Alkoholverwaltung in Bern. Plakat für die Basler Gewerbe-Ausstellung 1901. — Literatur: Elektrizitätswerk der Stadt Elberfeld. Der städtische Tiefbau. Mitteilungen der Materialprüfungsanstalt am schweiz. Polytechnikum in Zürich. Eingegangene literarische Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Studierender der eidgenössischen polytechnischen Schule in Zürich: Stellenvermittlung.

Hiezu eine Tafel: Parsons-Dampfturbinen-Dynamo von 1000 Kilowatt für das Elektrizitätswerk der Stadt Elberfeld.

## Die Dampfturbinen.

(Mit einer Tafel.)

### II. (Schluss.)

Die Turbine von C. A. Parsons besteht aus einer grösseren Anzahl hintereinander aufgestellter Reaktionsturbinen,

schnitt nach und nach grösser werden. Dies lässt sich in gewissen Grenzen dadurch erreichen, dass man die radiale Abmessung der Schaufeln bei den folgenden Schaufelkränzen immer grösser nimmt. Stärkere Vermehrung des Durchflussquerschnittes erzielt man durch stufenweise Vergrösserung des Durchmessers, wie in Fig. 12 deutlich zu erkennen ist. Es wird wohl auch der ganze Satz von Turbinen in zwei getrennte

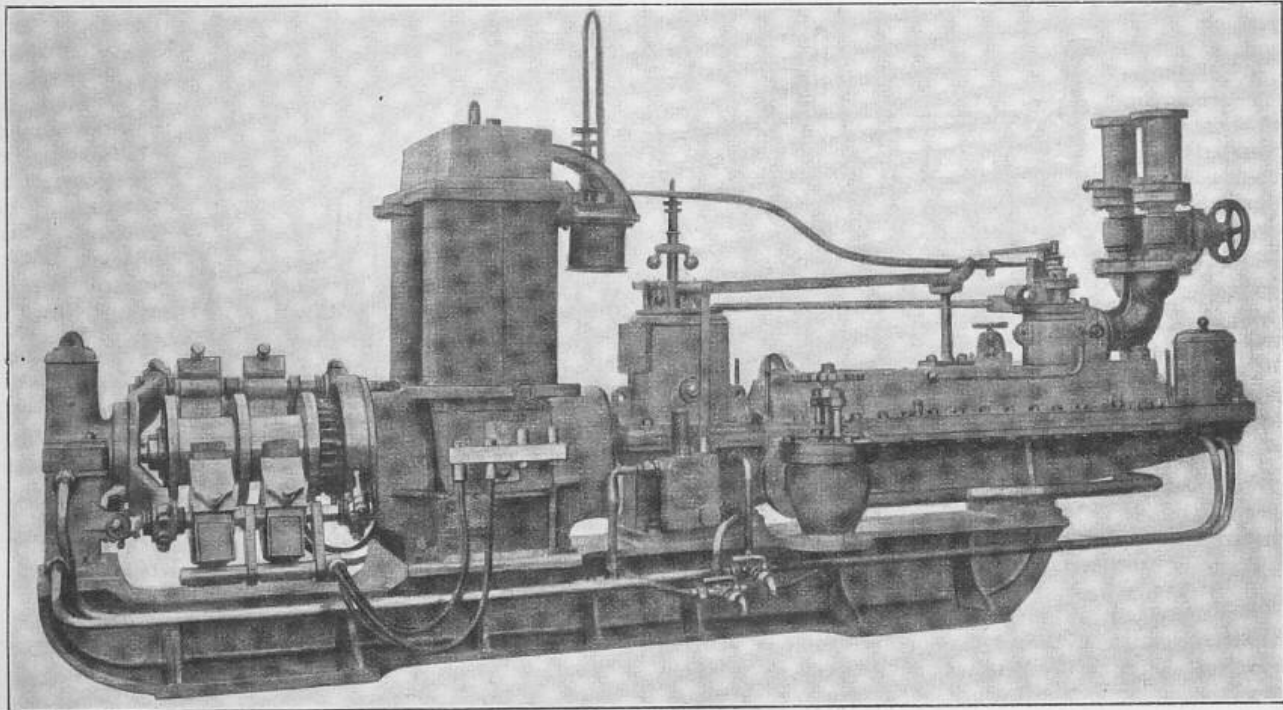


Fig. 11. Parsons-Turbo-Alternator von 350 kw mit Erreger.

In Betrieb in den Lichtcentralen der «Metropolitan Electric Supply Comp.» in London.

die auf dem ganzen Umfang beaufschlagt werden. Es ergibt sich daraus sofort die Thatsache, dass die Parsons'sche Turbine sich hauptsächlich für grössere Leistungen eignet. Der aus einer Turbine austretende Dampf gelangt unmittelbar in den Leitapparat der folgenden Turbine u. s. w. Der gestalt wird das totale Gefälle in eine entsprechende Anzahl von Teilen zerlegt und damit verringert sich die Durchflussgeschwindigkeit des Dampfes und somit auch die Umfangsgeschwindigkeit der Turbine. Sämtliche Laufräder

Gruppen, für höhern und für niedern Druck, zerlegt, was z. B. bei der auf der Tafel abgebildeten Turbine der Fall ist.

Ueber die innere Einrichtung der Turbine ist wenig Genaues bekannt, da augenscheinlich Parsons in seinen Mitteilungen im Gegensatze zu de Laval sehr zurückhaltend ist.

Die Schaufelräder wurden zuerst aus vollen Ringen von Bronze oder Deltametall herausgefräst. Die Erfahrung zeigte indessen, dass hie und da einzelne Schaufeln infolge verborgener Materialfehler abbrachen und dann arge Verwüstungen verursachten. Heute werden die Schaufeln einzeln aus geschmiedeter Specialbronze hergestellt und in schwalbenschwanzförmige Nuten eingesetzt.

Wenn auch die Geschwindigkeit der Turbine bedeutend kleiner ist, als bei de Laval, so ist sie noch immer so gross, dass man alle Ursache hat, der Lagerung besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Das Lager, wie es jetzt benützt wird, besteht aus mehreren lose übereinander geschobenen cylindrischen Büchsen; die kapillaren Oelschichten, die sich zwischen den einzelnen Büchsen herstellen, bilden ein nachgiebiges Kissen, das der Achse eine ruhige Lagerung erteilt, trotz der niemals ganz zu vermeidenden Fehler in der Massenverteilung.

Ganz eigentümlich ist die Regulierung beschaffen. Das Einlassventil wird in rascher, regelmässiger Folge geöffnet und wieder geschlossen; der Dampf tritt also in einzelnen Stössen ein. Je nachdem die Dauer der Oeffnung länger oder kürzer gehalten wird, fallen die Stösse stärker oder schwächer aus, und damit wird auch die Leistung entsprechend geändert. Die betreffende Einrichtung ist, wenigstens in ihren äusseren Teilen, auf der Tafel leicht zu erkennen.

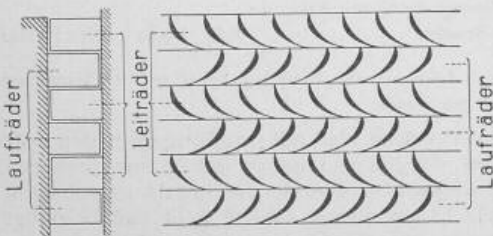


Fig. 10. Schema der Schaufelung der Parsons-Dampfturbinen.

sind zu einem Körper verbunden; desgleichen auch die Leiträder. Die Turbine wird gewöhnlich als Achsialturbine (Jonval) ausgeführt. In diesem Falle bilden die Leiträder zusammen einen zweiteiligen cylindrischen Mantel, der den Laufradkörper umschliesst. Die Laufradschaufeln sind nach aussen und die Leitradschaufeln nach innen zu offen. Fig. 10 veranschaulicht in schematischer Weise die Schaufelung.

Da das Volumen des durchströmenden Dampfes mit abnehmendem Drucke zunimmt, muss der Durchflussquer-

Mit dem hinter der Turbine liegenden Luftpumpenantrieb, der durch eine mehrgängige Schnecke von der Turbinenwelle aus in Bewegung gesetzt wird, steht durch ein Stirnräderpaar eine kleine Kurbelwelle in Eingriff. Die Kurbel überträgt ihre Bewegung auf ein Hebelsystem, von dem ein zweiter Punkt unter der Herrschaft des Regulators steht, während ein dritter Punkt durch die Vermittlung eines Dampfservomotors das Eintrittsventil bewegt. So bestimmt die Kurbel die Anzahl der Stösse; ihre Stärke aber steht unter dem Einflusse des Regulators. Dieser besteht aus einem Tachometer, sofern es sich um Einhaltung einer konstanten Umdrehungszahl handelt. Will man dagegen bei einer durch die Turbine angetriebenen Dynamo eine konstante Spannung erreichen, so tritt an die Stelle des Tachometers ein Spannungsmesser. Folgen sich die Stösse rasch genug, so wird die Geschwindigkeit der Turbine keine fühlbaren Schwankungen erleiden.

Bei der vorerwähnten Maschine (s. Tafel) mag die Zahl der Stösse etwa 190 in der Minute betragen.

Dieser eigenartigen Vorrichtung mag wohl ursprünglich der Gedanke zu Grunde gelegen haben,

den Dampf zwar nur zeitweise, aber dann immer mit vollem Drucke wirken zu lassen. In der That läuft aber die Wirkung doch nur auf eine Drosselung hinaus. Diagramme, die hinter dem Einlassventil mit einem Indikator aufgenommen wurden, zeigen auch bei normaler Belastung der Turbine einen erheblichen Spannungsabfall selbst gegenüber den Wellenbergen; bei schwächeren Belastungen wird der Abfall ganz bedeutend. Die Vorrichtung hat indessen doch wohl den einen bedeutenden Vorteil, dass das durch die Kurbel in steter Bewegung gehaltene Hebelsystem dem Einflusse des Regulators leichter und daher genauer folgt, als wenn es sonst in Ruhe wäre.

Die Figuren 11 und 12 zeigen die Ansichten zweier direkt mit Dynamos gekuppelter *Parsons'schen* Turbinen von 350 *kw* und 75 *kw*, Fig. 13 die Innenansicht der Centralstation der *Newcastle and District Electric Co.* in Forth Banks<sup>1)</sup>, wo in dem nur 365 *m*<sup>2</sup> grossen Maschinenraume 1720 *kw*, und einschliesslich Reserve 3200 *kw* erzeugt werden. Ueber die Betriebsverhältnisse dieser Anlage geben wir nach *Engineering* vom 25. August 1899 eine Uebersicht der Erzeugungskosten der elektrischen Einheit in den letzten acht Jahren.

**Newcastle and District Electric Company in Forth Banks.**

Kosten für eine Kilowattstunde in Centimes.

|   | 1891    | 1892    | 1893    | 1894    | 1895    | 1896    | 1897    | 1898    |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Verkaufte Einheiten . .                 | 206 107 | 290 169 | 288 122 | 451 602 | 471 602 | 511 191 | 612 969 | 778 828 |
| Löhne . . . . .                         | 7,56    | 6,72    | 5,99    | 6,40    | 5,88    | 5,36    | 4,94    | 4,62    |
| Schmier- und Putzmaterial . . . . .     | 2,20    | 2,84    | 1,89    | 1,36    | 1,47    | 1,36    | 1,36    | 1,15    |
| Brennmaterial u. Wasser                 | 15,02   | 12,81   | 9,66    | 8,09    | 7,03    | 7,04    | 6,93    | 6,41    |
| Pachtzins, Steuern u. Abgaben . . . . . | 3,57    | 2,83    | 2,31    | 2,52    | 2,94    | 3,78    | 2,62    | 1,89    |
| Gehälter, Bureauauslagen                | 6,19    | 4,83    | 6,40    | 5,46    | 6,29    | 5,15    | 4,62    | 4,20    |
| Reparatur und Erneuerungen . . . . .    | 1,05    | 2,31    | 1,47    | 1,58    | 1,26    | 1,36    | 1,58    | 1,88    |
|   | 35,59   | 32,34   | 27,72   | 25,41   | 24,78   | 24,05   | 22,05   | 19,95   |

<sup>1)</sup> Die Abbildungen Fig. 11—13 sind dem «*Engineering*» 1899 Nr. 1755 und Nr. 1756 entnommen.

Die von der Gesellschaft verteilte Dividende ist von 2% i. J. 1891 auf 8 1/2% i. J. 1898 gestiegen. Neuerdings wurde auch eine 500 *kw*-Turbo-Dynamo dort aufgestellt.

Von den an Leistung bedeutendsten *Parsons'schen* Dampfturbinen, den beiden für das städtische Elektrizitätswerk Elberfeld bestimmten, 1000 *kw* starken Maschinen, ist eine auf beiliegender Tafel dargestellt. Diese Maschine wurde in den ersten Tagen dieses Jahres durch die Herren Baurat *Lindley* in Frankfurt a. M., Prof. *Schröter* in München und Prof. *H. F. Weber* in Zürich in den *Parsons'schen* Werkstätten in Newcastle on Tyne einer eingehenden Prüfung unterzogen.<sup>1)</sup> Die Turbine enthält zwei räumlich getrennte Gruppen von Leit- und Laufrädern, die hintereinander geschaltet sind, wovon die erste als Hochdruck-

und die zweite als Niederdruckpartie arbeitet. Der Schneckenantrieb für die Luftpumpe hat eine Uebersetzung von 1 : 8. Die Turbine ist direkt mit einer Wechselstrommaschine gekuppelt, die am Ende der Welle die Erregermaschine trägt.

Dem uns gütigst zur Verfügung gestellten Expertenbericht entnehmen wir die nachstehenden Zahlen.

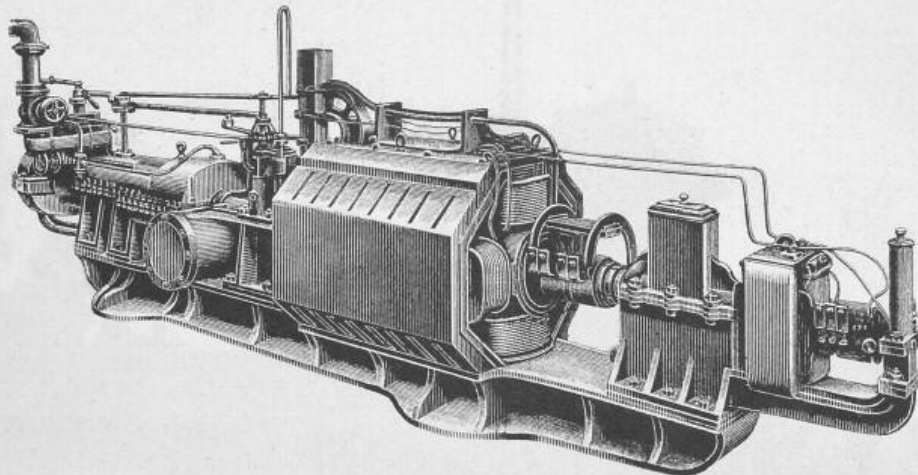


Fig. 12. *Parsons-Dampfturbine* mit Generator von 75 *kw* im Cecil-Hotel in London.

**Versuchs-Ergebnisse der *Parsons'schen* Dampfturbine**  
von 1000 Kilowatt  
für das Elektrizitätswerk der Stadt Elberfeld.

| Belastungszustand                                     | überlastet         | normal           | 3/4              | 1/2                | 1/4                |
|---|--------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Temperatur des Dampfes . C                            | 189,5 <sup>0</sup> | 192 <sup>0</sup> | 190 <sup>0</sup> | 209,7 <sup>0</sup> | 196,4 <sup>0</sup> |
| Dampfspannungen (Atm. abs.)                           |                    |                  |                  |                    |                    |
| vor dem Absperrventil . . .                           | 10,11              | 10,47            | 10,76            | 10,4               | 10,14              |
| hinter dem Einlassventil . .                          |                    |                  |                  |                    |                    |
| Maximum . . . . .                                     | 8,86               | 8,62             | 7,59             | 6,04               | 3,94               |
| Minimum . . . . .                                     | 6,76               | 4,78             | 3,76             | 2,61               | 1,63               |
| Mittel . . . . .                                      | 7,81               | 6,70             | 5,67             | 4,32               | 2,78               |
| hinter der Hochdruckpartie                            | 0,666              | 0,551            | 0,45             | 0,36               | 0,26               |
| vor der Niederdruckpartie                             | 0,638              | 0,526            | 0,431            | 0,33               | 0,231              |
| hinter der Niederdruckpartie                          | 0,063              | 0,053            | 0,054            | 0,046              | 0,05               |
| Umdrehungszahl . . . . .                              | 1486,6             | 1461             | 1469,9           | 1473               | 1485               |
| Leistung der Dynamo in Kilowatt . . . . .             | 1190,1             | 994,8            | 745,35           | 498,7              | 246,5              |
| Dampfmenge in <i>kg</i> pro Kilowatt-Stunde . . . . . | 8,81               | 9,14             | 10,12            | 11,42              | 15,31              |

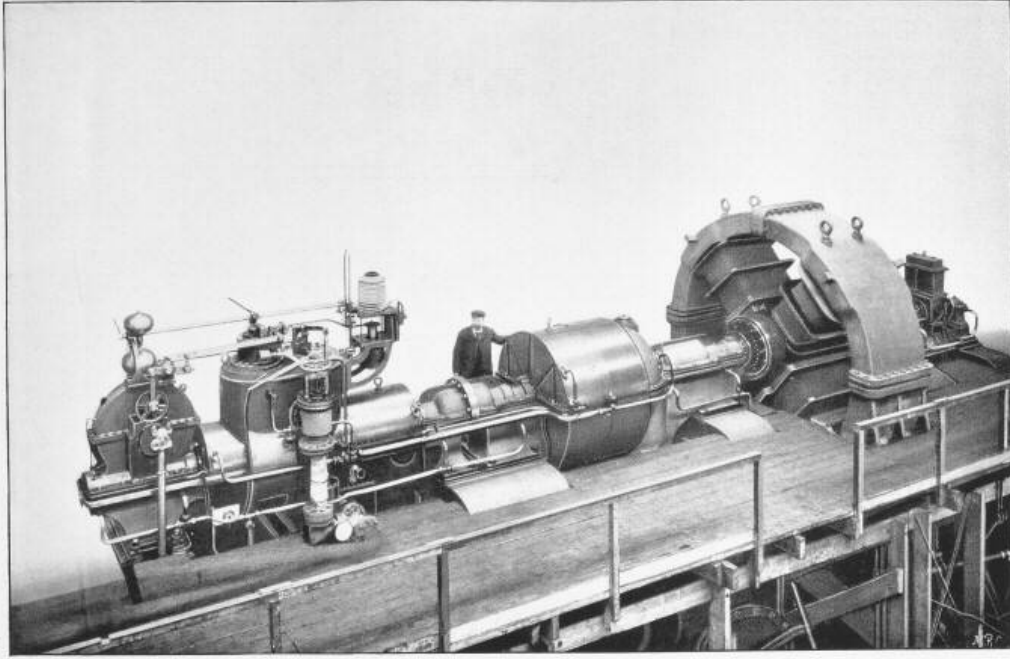
Beim Leerlauf ohne Erregung belief sich der Dampfverbrauch auf 1182,5 *kg* pro Stunde.

Die Versuche sind mit sorgfältig geachteten Instrumenten ausgeführt worden und haben daher eine grössere Genauigkeit als diejenigen, wie sie die Praxis gewöhnlich anstellt.

Wir haben diesen Zahlen nicht viel beizufügen. Der Dampf ist leicht überhitzt (gesättigter Dampf von 10,5 Atm. mit einer Temperatur von 181<sup>0</sup> C.). Der vorteilhafte Einfluss der Ueberhitzung geht recht deutlich aus dem Versuch mit halber Belastung hervor, bei welchem die Ueberhitzung am stärksten war. Trägt man den Dampfverbrauch als Ordinate über der Leistung als Abscisse graphisch auf, so findet man, dass der Punkt für halbe Belastung ziemlich tief aus der Punktreihe herausfällt.

Geht man von dem Dampfverbrauch von 9,14 *kg* für die *kw*-Stunde bei normaler Belastung aus, so ergibt sich

<sup>1)</sup> Siehe unter Litteratur auf Seite 243 dieser Nummer.



Parsons-Dampfturbinen-Dynamo von 1000 Kilowatt  
für das Electricitätswerk der Stadt Eiberfeld.

Nach einer photogr. Aufnahme in Newcastle-on-Tyne.

177. DRUCKER K. V. S. P. 1898 - 1899.

Actung von Meisenbach, Riffarth & Co. in München.

Seite / page

234 (3)

leer / vide /  
blank



## Die Parsons-Dampfturbine.

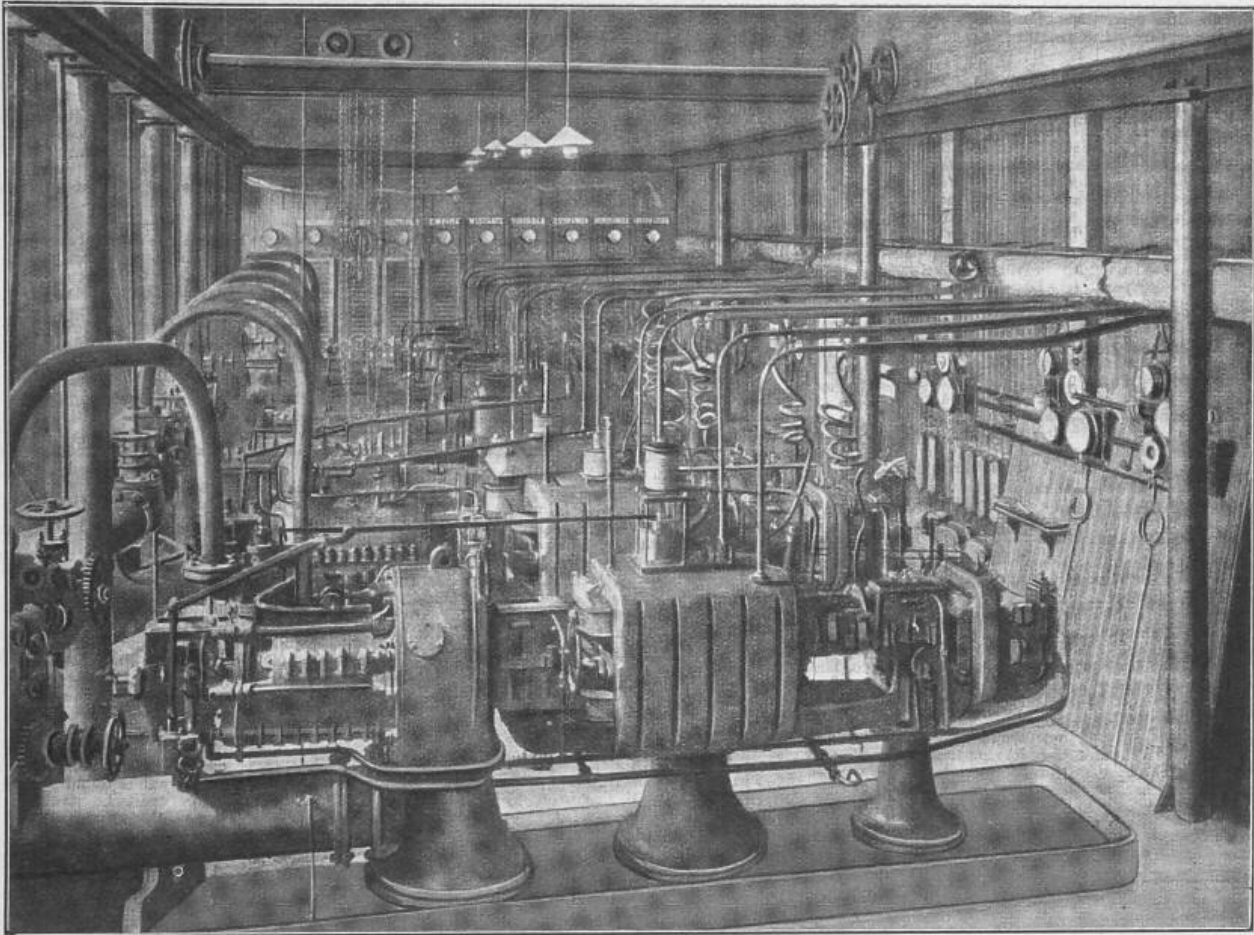


Fig. 13. Centralstation der «Newcastle and District Electric Company» in Forth Banks.

für die effektive Pferdestärke ein Verbrauch von 6,75 kg. Rechnet man das für die indizierte Pferdestärke einer gleichwertigen Dampfmaschine um, indem man den mechanischen Nutzeffekt von Dynamo und Dampfmaschine zusammen mit 0,8 einsetzt, so findet man einen Dampfbedarf von 5,4 kg pro indizierte Pferdestärke. Durch Anwendung der Ueberhitzung würde der Bedarf noch wesentlich vermindert werden.

Man sieht aus obigen Ziffern, dass diese Dampfturbine in Bezug auf Dampfverbrauch der Dampfmaschine ebenbürtig ist; da sie der letztern gegenüber noch einige Vorteile geltend machen kann, wie geringere Anforderungen an Anlagekapital, Platzbedarf und Fundamente, tritt sie der Dampfmaschine gegenüber als gefährlicher Konkurrent auf. Immerhin wäre es eine Uebertreibung, die Dampfmaschine nun als tot zu betrachten; denn auf der andern Seite liegt in der hohen Umdrehungszahl der Dampfturbine ein Mangel, der sie von vielen Fällen der Anwendung ausschliessen wird. Zudem muss die Zeit erst lehren, wie sich die Abnutzungsverhältnisse auf die Dauer gestalten werden. Unter allen Umständen bilden die Dampfturbinen schon jetzt eine Erscheinung, welche die Beachtung der Maschinen-Techniker in hohem Grade verdient. Wie sich die Zukunft gestalten wird, ist schwer zu sagen; das Prophezeien ist ein schwieriges Geschäft, wie man es heute wieder am Dieselmotor erleben kann. Wahrscheinlich wird sich die Sache so machen, dass die Entwicklung der Dampfmaschine unter dem stimulierenden Einfluss des Konkurrenzkampfes von neuem einen stärkeren Vorstoss macht, und dass sich die beiden Motoren nebeneinander halten werden, jeder auf einem Gebiete, für das er sich besonders eignet. So würde der Dampfturbine der direkte Dynamobetrieb zufallen, während für den Betrieb der Fabriken, Lokomotiven und Dampfschiffe die Dampfmaschine das Feld behaupten dürfte. Haben sich ja im vorletzten Jahrzehnt auch Ringspinnmaschine und Salfaktor nebeneinander eingehaust.

R. E.

### Der Einfluss der Eiseneinlagen auf die Eigenschaften des Mörtels und Betons.

## I.

Die Verwendung des durch Eiseneinlagen verstärkten Betons wird eine immer allgemeinere. Die merkwürdigen Eigenschaften, welche dem aus der Vereinigung zwei so ungleichartiger Baumaterialien gebildeten neuen Baustoff zukommen, lenken deshalb auch die Aufmerksamkeit der Festigkeits-Theoretiker auf sich, durch deren Studien schon manche wertvolle Erkenntnis auf diesem Gebiete gewonnen wurde, ohne dass freilich das Problem zur Zeit völlig abgeklärt wäre. Einen wesentlichen Schritt vorwärts scheinen die Arbeiten *Considère's*, des französischen Oberingenieurs des Brücken- und Strassenwesens zu bedeuten, über welche derselbe vorgängig dem Abschluss seiner Untersuchungen einige beachtenswerte Mitteilungen im „Génie civil“ Heft 14—17 des Jahrganges 1899 veröffentlicht hat.

Die grösste Schwierigkeit für das Verständnis des Zusammenarbeitens der beiden ungleichen Körper, eine Schwierigkeit, welche kaum einen Kenner ihrer verschiedenartigen Festigkeitseigenschaften an die Möglichkeit dieses Zusammenarbeitens hätte denken lassen, besteht in dem verschiedenen Elasticitätsmodul derselben, namentlich in dem verschiedenartigen Verhalten gegenüber den Zugbeanspruchungen. Während Beton durch eine Ausdehnung um  $\frac{1}{10\,000}$  seiner Länge auf die Grenze seiner Zerreihsfestigkeit —  $20\text{ kg/cm}^2$  — gespannt wird, steigt bei der gleichen Dehnung die Arbeit im Eisen erst auf  $200\text{ kg/cm}^2$ , also auf  $\frac{1}{18}$ — $\frac{1}{20}$  seiner Zerreihsfestigkeit. Wenn es trotzdem — nach den Erfahrungen an ausgeführten Bauten und den schon vielfach vorgenommenen Bruchbelastungs-Versuchen — zu gelingen scheint, die beiden Stoffe zu einem vorteilhaften Zusammenarbeiten zu bringen, wobei die Ar-