Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 57/58 (1911)

Heft: 11

Artikel: Die Wasserkraftanlagen der "Aluminium-Industrie A.-G. Neuhausen" bei Chippis im Wallis

Autor: Büchi, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-82662

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: 12.07.2025

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

INHALT: Die Wasserkraftanlagen der „Aluminium-Industrie-A.-G. Neuhausen" bei Chippis im Wallis. — Elektrische Schmelzöfen der Stahlindustrie. Das Zunfthaus zu Zimmerleuten in Bern. — Berner Alpenbahn. — Miscellanea: Schweiz. Städteverband. Neue Linien der Rhätischen Bahn. Das neue Stadthaus in Zürich. Doktor-Ingenieur-Promotionen in Preussen. Die ältesten Spuren von Eisenindustrie. Wärmeausnutzung der Gleichstromdampfmaschine. Die Eisenbahnen der Erde am Ende des Jahres 1909. Schaumlöschverfahren bei Bränden feuergefährlicher Flüssigkeiten. Automobilwesen in Nordamerika. Ausbau der Türme am Dom zu Freiberg i. S. Ein mittels Elektrizität geheiztes Schulhaus. — Konkurrenzen: Welttelegraphen-Denkmal in Bern. Bebauungsplan für das „Waidareal" in Zürich. — Nekrologie: J. A. Strupler. Joh. Chr. Moser-Ott. Louis Chessex. — Korrespondenz. — Vereinsnachrichten: Ingenieur- und Architekten-Verein St. Gallen. G. e. P.: Stellenvermittlung.

Tafel 29: Navizance-Kraftwerk der Anlage Chippis der A. I. A. G. Neuhausen.

Tafel 30 und 31: Zunfthaus zu Zimmerleuten in Bern.

Band 58. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. **Nr. 11.**

Die Wasserkraftanlagen der „Aluminium-Industrie A.-G. Neuhausen" bei Chippis im Wallis.

Von Ingenieur *J. Büchi* in Chippis.

(Schluss der Navizance-Kraftzentrale).

(Mit Doppeltafel 29.)

Die Verteilleitungen von 51,4 *m*, bezw. 96,2 *m* Länge bestehen aus geschweissten Röhren von 860 *mm* äusserm Durchmesser und 30 *mm* Wandstärke. Von den beiden Leitungen aus zweigen rechtwinklige Flanschenrohre zu den einzelnen Turbinen ab und zwar zuerst von jeder Leitung aus je e n Rohr von 200 *mm* Lichtweite zu den Hilfsturbinen und alisdann je sechs Rohre von 350 *mm* Lichtweite zu den zwölf Generator-Turbinen von je 2500 *PS*. Die beiden kleinen Rohre von 200 *mm* Lichtweite zweigen oben an den Rohrleitungen ab, die Abzweigrohre von 350 *mm* dagegen direkt seitlich. Zwei Leerlaufschieber von 150 *mm* Lichtweite vor der ersten Abzweigung zu den Hauptturbinen dienen zur Entleerung der beiden Hauptleitungen. Jedes Abzweigrohr zu den Turbinen ist an seinem Ende durch einen Hochdruckschieber von 350 *mm* Lichtweite abgeschlossen. Die gesamte Verteilleitung ist zum Schutz gegen Einfrieren durch ein Holzdach mit Schlacken-Zwischenfüllung gedeckt.

Die genieteten Rohre der gesamten Leitung wurden in den Werkstätten von Escher Wyss & Co. in Zürich hergestellt, die geschweissten Rohre nach Entwurf der gleichen Firma von ihr bei den Witkowitzer Röhrenwalzwerken bezogen.

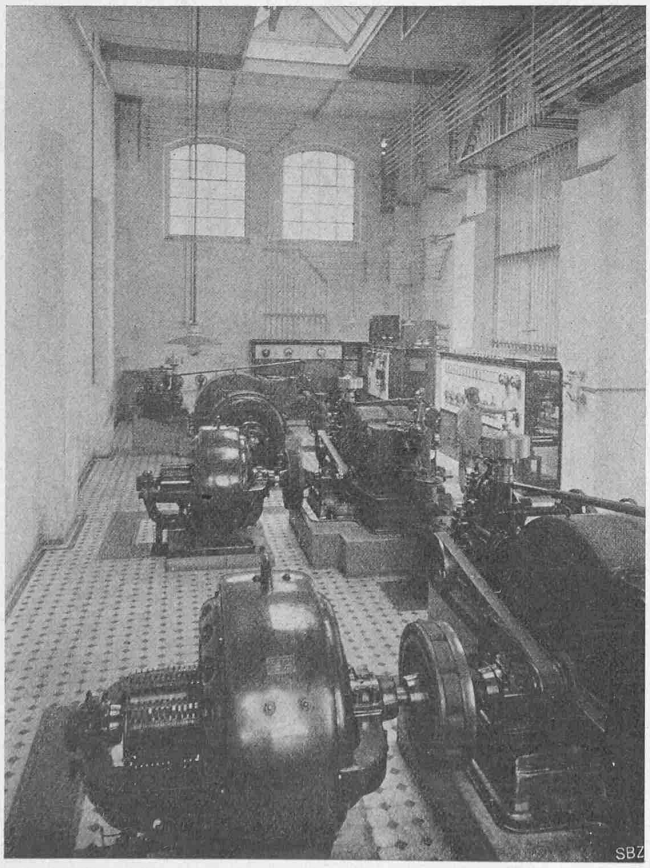


Abb. 27. Blick in die Betriebszentrale (410 + 2 × 350 *PS*).

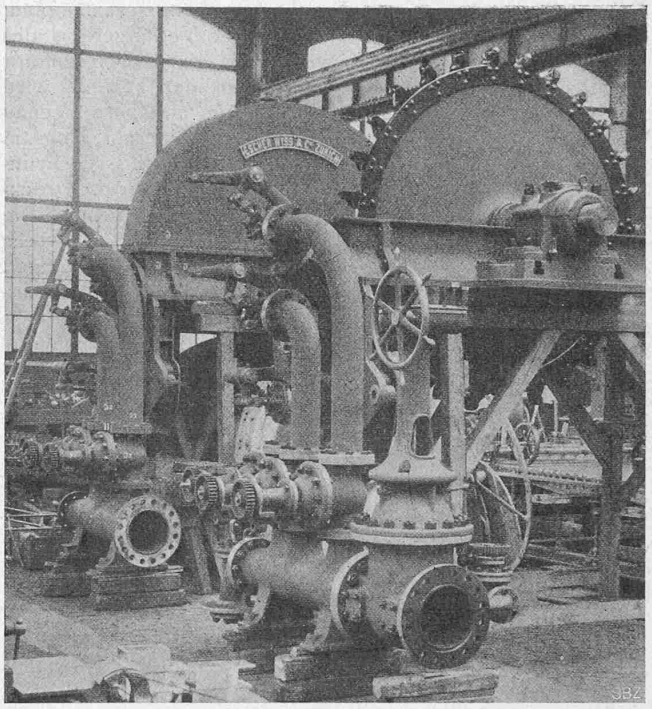


Abb. 24. 2500 *PS*-Generatorturbine des Navizance-Kraftwerks.

Die Turbinenanlage (Doppeltafel 29) umfasst zur Zeit:

11	Generator-Turbinen, jede zu	2500 *PS*
1	Hülfsturbine . . . . „	410 „
2	Hülfsturbinen, jede . . „	350 „

Die Generator-Turbinen von 2500 *PS* (Abbildungen 20 bis 24, Seite 137 bis 142) sind horizontalachsige Pelton-Turbinen mit folgenden Hauptdaten:

Nettogefälle im Mittel	550 *m*
Wassermenge	435 bis 480 *l/sek*
Leistung	2500 bis 2750 *PS*
Umdrehungszahl in der Minute . .	355
Mittlerer Laufraddurchmesser . . .	2500 *mm*
Schaufelzahl	28

Ihre Rad-Schaufeln bestehen, wie die gesamte Laufradscheibe, aus Stahlguss; sie sind innen geschliffen und je mit drei Nieten von 25 *mm* ⊖ am Laufrad befestigt. Die Wasserzuführung erfolgt durch drei Düsen von je 50 *mm* Strahldurchmesser. Von dem 350 *mm*-Abzweigrohr der Druckleitung, das durch einen Hochdruckschieber verschliessbar ist, zweigen nach oben hin zu den Düsen drei Rohre von je 150 *mm* Lichtweite ab, von denen jedes einzelne wiederum durch einen Schieber verschliessbar ist. Die drei Schieber ermöglichen das Auswechseln einer Düse während des Betriebes, wobei die normale Leistung durch die beiden in Betrieb bleibenden Düsen beinahe erreicht wird; doch ist dieses Auswechseln während des Betriebes praktisch etwas umständlich und wegen des Festbackens der Dichtungsflanschen nicht ungefährlich. Die Düsen sind aus Nickelstahlguss hergestellt und vom Düsenkopf getrennt, sodass sie ausgewechselt werden können; das eigentliche Mündungsstück besteht aus gehärtetem Nickelstahl, ist in die Düse eingeschliffen und kann leicht ersetzt werden.

Die Reguliernadel mit abschraubbarem und auswechselbarem Kopf ebenfalls aus Nickelstahl ist zur Vermeidung von Vibrationen möglichst lang geführt. Sie wird durch

einen Hebel von der auf Bodenhöhe liegenden Regulierwelle aus gesteuert.

Zur Regulierung dient je ein automatischer Oeldruck-Regulator, wie er von der Firma Escher Wyss & Co. bereits wiederholt in andern Anlagen zur Verwendung gelangt und verschiedentlich beschrieben worden ist.[1]) Er arbeitet mit Oeldruck und wird mittels Riemen von der Turbinenwelle aus angetrieben. Jeder Regulator ist mit separater Oelpumpe versehen. Um die Druckschwankungen zu dämpfen, ist an jeder Turbine, und zwar in der Verlängerung des Zulaufrohrs zu den Düsenabzweigungen, ein Druckregulator eingebaut. Beim plötzlichen Schliessen der Turbine wird die in der Düse versperrte Wassermenge annähernd genau durch den Druckregulator abgeführt, der hierauf langsam wieder zu schliessen beginnt, sodass die Durchflussgeschwindigkeit im Zulaufrohr nur langsam abnimmt. Für die Druckschwankungen ist bei totaler Entlastung einer Turbine eine maximale Druckerhöhung von 15 % garantiert. Zwecks Kontrolle der Druckverhältnisse sind an den Hauptleitungen beim Beginn der Verteilleitungen selbstregistrierende Manometer eingebaut (Abb. 25 und 26, S. 140 und 141).

Um den sehr grossen Stoss des aus der Druckregulator mit rund 100 *m/sek* Geschwindigkeit austretenden Wassers aufzunehmen, ist die von ihm betroffene Stelle des Fundaments mit einer dickwandigen, soliden Ankerplatte armiert. Im Weitern sind die Wände des untern Beton-Turbinengehäuses mit Eisenblech gepanzert, um das von den Schaufeln abgeschleuderte Spritzwasser unschädlich abzuleiten. Der Oberteil des Gehäuses kann zur Freileitung des Laufrades rasch und leicht abgehoben werden.

Die Turbinenwelle ist aus Siemens Martin-Stahl hergestellt und auf zwei Ringschmierlagern von 220 *mm* Bohrung in Weissmetallschalen gelagert. Diese Lager ruhen ihrerseits auf einer im Fundament eingelassenen Platte. Die Kupplungen mit den angeschlossenen Generatoren bestehen in einer elastischen Isolierkupplung, System Zodel; die Bolzen der beiden Kupplungshälften sind durch kurze Ledersträge verbunden.

Die Nutzeffekte der Generator-Turbinen wurden mit 77 % bei Vollast, 77 % bei $^3/_4$ Last und 74 % bei Halblast garantiert. Es sei noch ergänzend hinzugefügt, dass das Schwungmoment GD^2 des rotierenden Teils der Gleichstrom-Generatoren rund 22000 kgm^2 beträgt

Die nähere Beschreibung der Hülfsturbinen zum Antrieb der Gleich- und Drehstrom-Maschinen für die Betriebskraft der diversen Motoren und für die Beleuchtung der Fabrik und des Dorfes Chippis bietet kein besonderes Interesse (Abbildung 27). Alle drei Turbinen sind Pelton-Turbinen mit je einer Düse und Druckregulator; ihre Schaufeln sind angeschraubt.

Die ganze Fläche des Turbinenhauses (Abbildunggen 28 und 29, Seite 140 und 141) wird von zwei Kranen mit Handantrieb bestrichen; der kleinere, tiefer liegende Kran von 8 *t* dient für kleinere, leichtere Reparaturen; der grössere Kran, der über die ganze Breite des Turbinenhauses führt, ist für 20 *t* Tragkraft gebaut und dient zum Transport der schweren Stücke.

[1]) z. B. in Band LVII, Seite 163.

Elektrische Schmelzöfen der Stahlindustrie[1]).

Es ist eine interessante Tatsache, dass der erste elektrische Schmelzofen zu einer Zeit patentiert wurde, als die andern bekannten Verfahren der Eisen- und Stahlerzeugung, wie Bessemer-, Thomas- und Siemens-Martin-Verfahren, noch nicht das Licht der Welt erblickt hatten.

Im Jahre 1853 wurde dem Franzosen *Pichon* ein Patent auf einen *Lichtbogenofen* erteilt. Selbstverständlich blieb es aber bei den kühnen Plänen des Erfinders, denn die damalige „Elektrotechnik" war noch unendlich weit davon entfernt, die für jenen Ofen nötige elektrische Energie zu liefern. Immerhin ist der Ofen von Pichon bemerkenswert, da wir sein Prinzip ziemlich genau im ersten brauchbaren Lichtbogenofen, dem Stassanoofen (1898), wiederfinden.

Neues im Bau elektrischer Oefen brachten dann erst wieder die Patente von *William v. Siemens* im Jahre 1878. Es sind ebenfalls Lichtbogenöfen, die bereits alle Merkmale moderner Oefen aufweisen. Ihre praktische Anwendung scheiterte aber ebenfalls an der Unvollkommenheit der damaligen Elektrotechnik.

[1]) Antrittsvorlesung von Dr. sc. techn. *Sigm. Guggenheim*, Privatdozent an der Eidg. Techn. Hochschule Zürich.

Das Navizance-Kraftwerk der A. I. A. G. in Chippis.

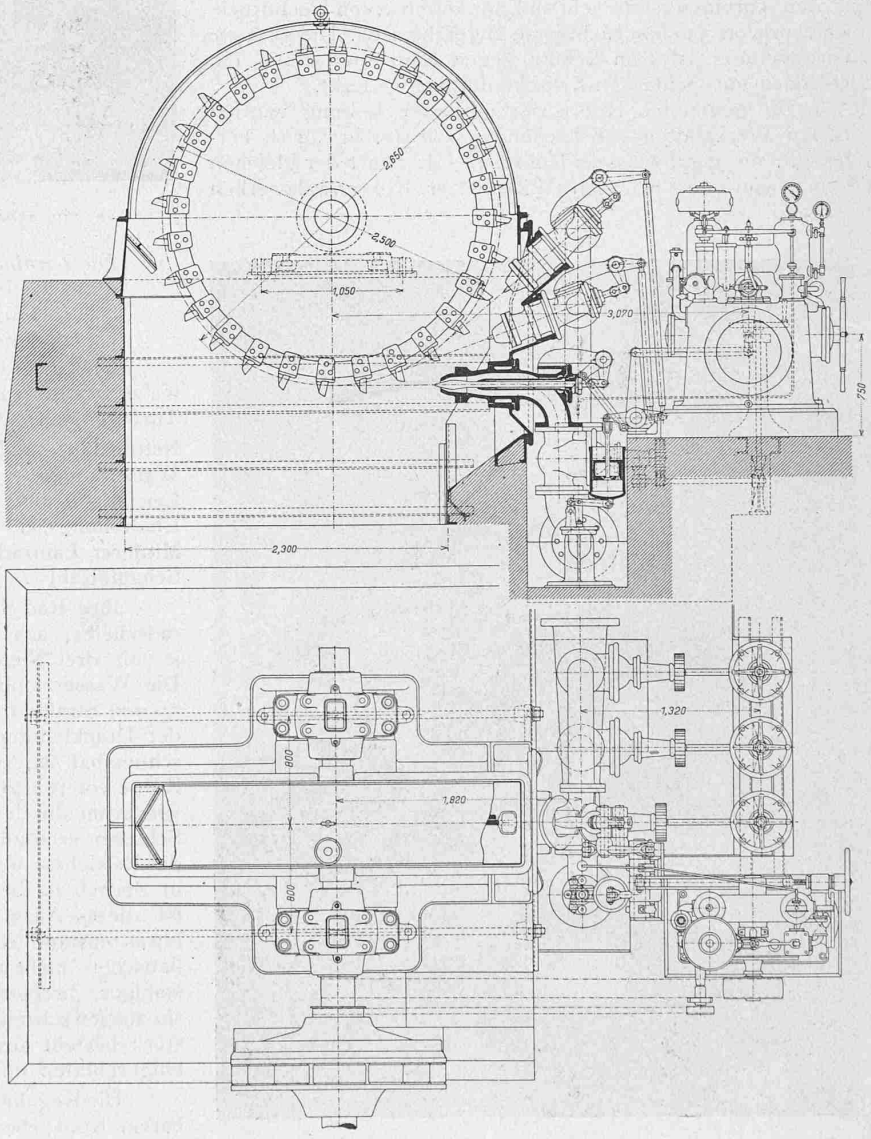
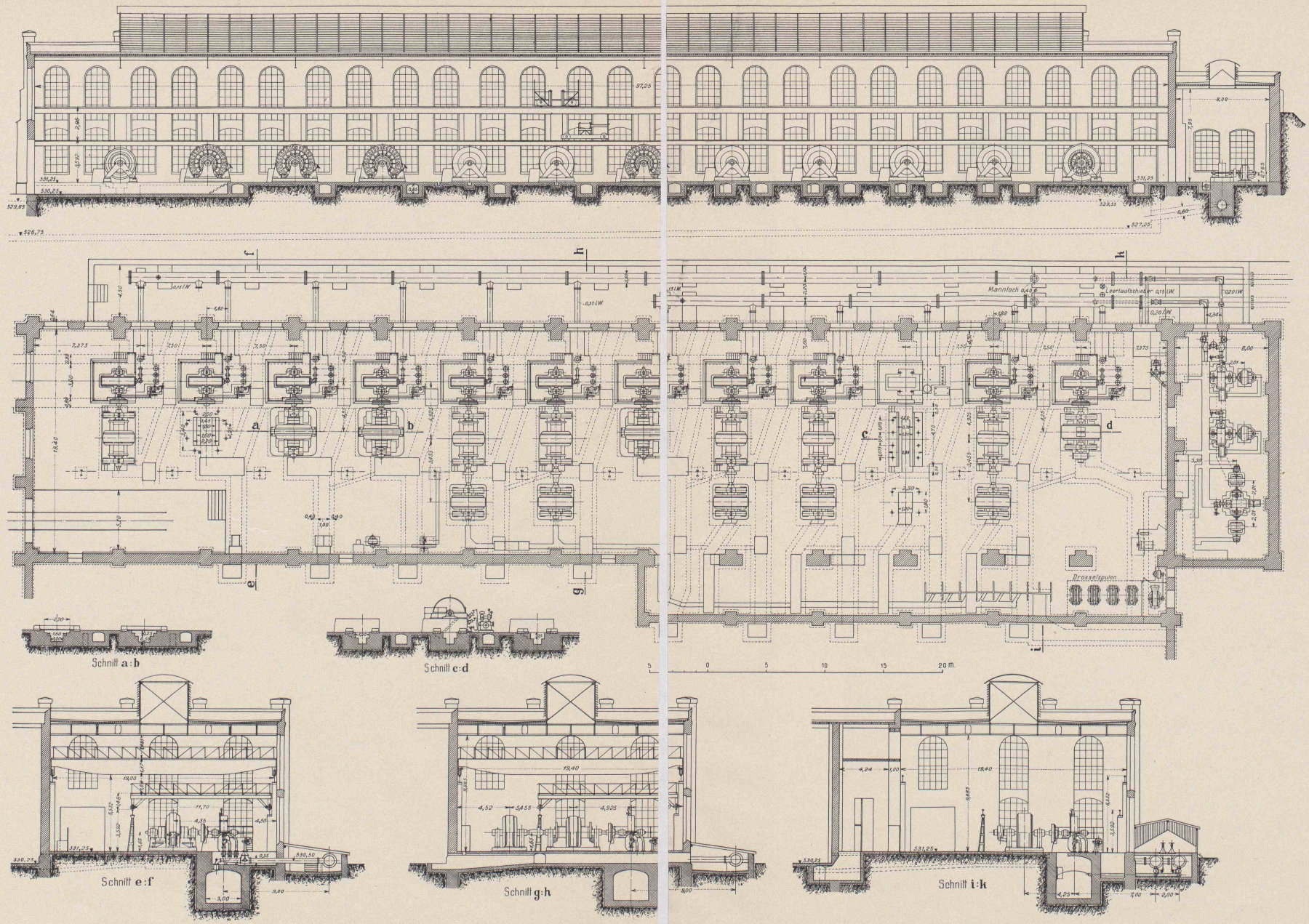


Abb. 20. 2500 *PS*-Hochdruckturbine von *Escher Wyss & Cie.*, Zürich. — 1 : 50.



Grundriss und Schnitte

Masstab 1 : 300

Navizance-Kraftwerk der Anlage Chippis der Aluminium-Industrie-A.G. Neuhausen

Gezeichnet von der „Schweiz. Bauzeitung", Zürich

JEAN FREY, ZÜRICH 2267

Aetzung von Meisenbach, Riffarth & Cie., München

Bis in die Mitte der Neunziger-Jahre des vorigen Jahrhunderts konnte sich der elektrische Ofen in der Eisenindustrie nicht bemerkbar machen, obgleich man auf andern Gebieten, speziell in der Aluminium-Industrie, den elektrischen Ofen bereits seit 1888 mit Erfolg verwendete.

Der Grund dieser Rückständigkeit des Elektro-Stahlofens lag darin, dass die andern Stahlerzeugungverfahren inzwischen so vollkommen ausgebildet waren, dass niemand an eine Konkurrenzfähigkeit des elektrischen Ofens glaubte.

Erst im Jahre 1898 entstand der erste brauchbare elektrische Ofen, der Lichtbogenofen von *Stassano*. Ihm folgt 1900 der *Héroult-Ofen*, ebenfalls ein Lichtbogentypus, und der *Kjellin-Ofen*, der erste brauchbare *Induktionsofen*, dessen Prinzip bereits 1887 durch *Ferranti* patentiert worden war. Als dann mit Beginn dieses Jahrhunderts die Beschaffung elektrischer Energie immer bequemer und wirtschaftlicher wurde, setzte sich der Elektroofen allmählig in der Eisenindustrie fest.

Seit 1906 besteht der Lichtbogenofen von *Girod*[1]), sowie der kombinierte Induktionsofen von *Röchling-Rodenhauser*. Diese beiden Typen sind schon so vollkommen ausgebildet, dass sie nur schwer zu übertreffen sein werden.

[1]) Siehe Band LIII, Seite 165.

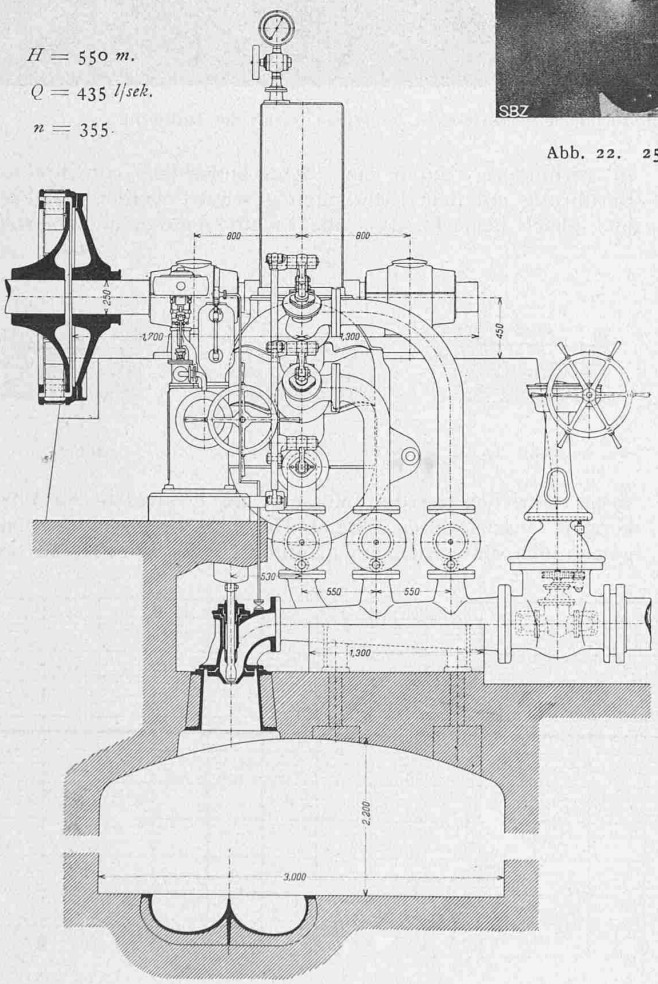


Abb. 21. 2500 *PS*-Hochdruckturbine mit Druckregulierung. — 1 : 50.

Das Navizance-Kraftwerk der A. I. A. G. bei Chippis.

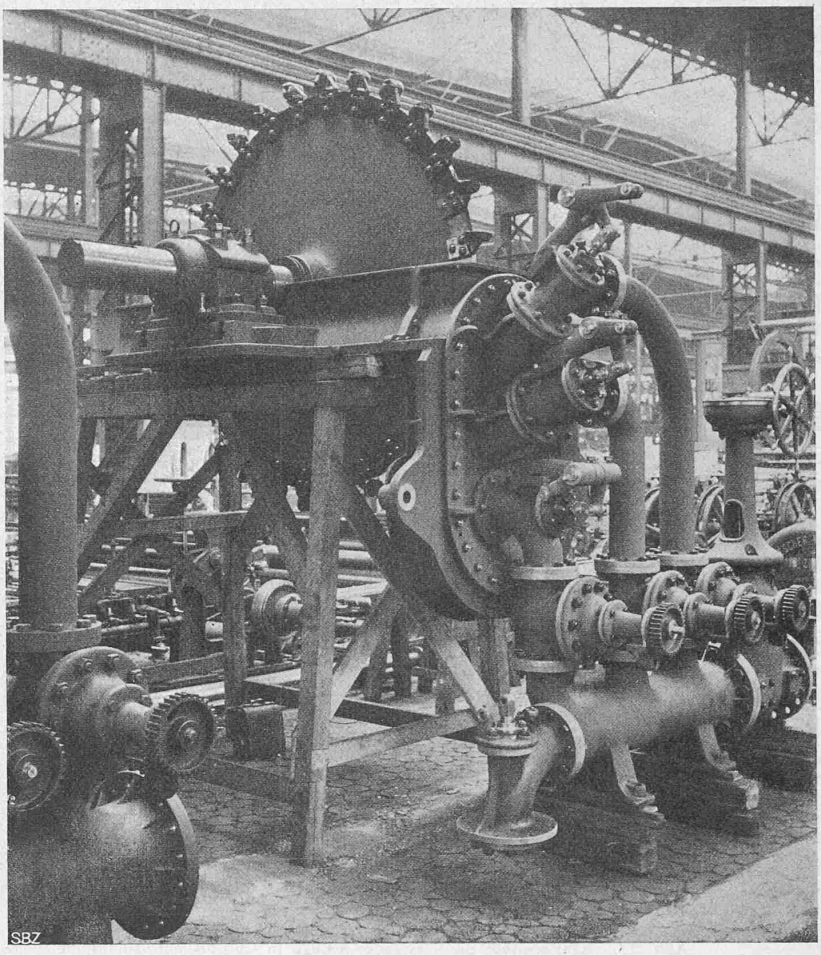


Abb. 22. 2500 *PS*-Turbine in den Werkstätten von *Escher Wyss & Cie.*, Zürich.

Der elektrische Ofen macht heute dem Konverter und dem Siemens-Martin-Ofen bereits ernstliche Konkurrenz. Es ist erwiesen, dass man im elektrischen Ofen auf einfache Art und Weise und aus minderwertigem Rohprodukt hervorragende *Qualitätsstähle* herstellen kann, die denen anderer Oefen bei weitem überlegen sind. Wo es sich also um die Erzeugung eines hochwertigen Materials handelt, dürfte der elektrische Ofen in kürzester Zeit alle andern Oefen verdrängt haben.

Die Statistik zeigt, mit welcher Energie der elektrische Ofen seinen Einzug in die Stahlindustrie hält.[1]) Im Jahre 1903 waren im Ganzen drei kleine Stahlöfen mit zusammen 8 *t* Inhalt im Betrieb, sieben Jahre später, Ende 1910, zählte man schon 67 Oefen mit total 200 *t* im Betrieb und 40 mit 150 *t* im Bau, sodass man für 1911 bereits mit einer Jahresproduktion von rund 500 000 *t* Elektrostahl rechnen darf.

Im ganzen zählt man etwa 17 verschiedene Systeme. Von diesen ringen heute eigentlich nur noch vier um den ersten Platz: der *Héroult-* und der *Girodofen* als Lichtbogenöfen einerseits und der *Kjellin-* und der *Röchling-Rodenhauser-Ofen* als Induktionsöfen anderseits.

Es lässt sich jetzt noch nicht entscheiden, welches dieser Systeme sich in Zukunft am meisten verbreiten wird; wahrscheinlich ist aber, dass Girod- und Röchling-Rodenhauser-Ofen schliesslich nebeneinander die erste Stelle einnehmen werden.

Die wichtigsten Lichtbogenöfen sind schematisch in den Abb. 1 bis 3 (S. 140) dargestellt.[2]) Beim Stassano-Ofen,

[1]) Siehe »Stahl und Eisen» 1910, Nr. 12.

[2]) Vergl. u. a.: *Viktor Engelhardt* in der Z. d. österr. I. & A. V. 1909 Heft 47 bis 49, sowie: *W. Bodenhauser u. J. Schoenawa* «Elektrische Oefen der Eisenindustrie».

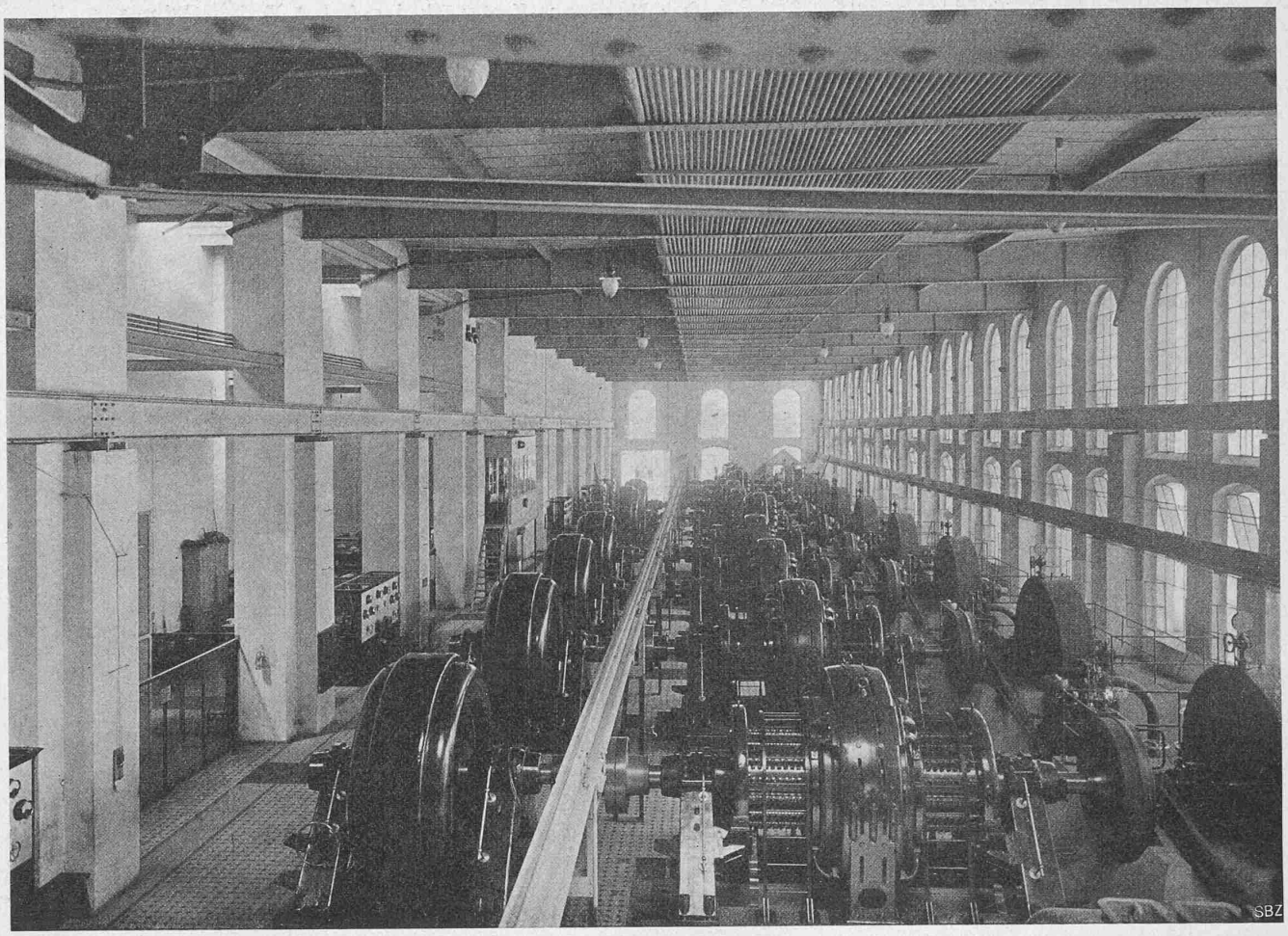


Abb. 28. Kraftzentrale der Navizance-Anlage in Chippis der Aluminium-Industrie-A.-G. Neuhausen (rechts die Turbinen).

(Abbildung 1) erzeugt der elektrische Strom zwischen den Kohlenelektroden analog wie bei einer Bogenlampe einen Lichtbogen, von dem die Wärme durch *Strahlung* auf das darunter liegende Schmelzgut übertragen wird[1]). 1910 standen von ursprünglich 12 Stassano-Oefen nur noch 5 im Betrieb und ein kleiner befand sich im Bau. Obschon der Ofen einige ausgezeichnete Eigenschaften besitzt, bildet sein Prinzip heute doch einen überwundenen Standpunkt.

Abbildung 2 stellt den *Héroult-Ofen* dar. Auch hier wird die im Lichtbogen erzeugte Wärme zur Heizung benützt. Im Lichtbogen herrscht eine Temperatur von rund 3500 °C; zum Unterschied vom Stassano-Ofen verläuft er hier aber zum Teil im Schmelzgut selbst. Dieses muss daher, um die Aufnahme von Kohlenstoff aus dem Bogen zu verhindern, durch eine Schlackenschicht vor direkter Berührung mit dem Lichtbogen geschützt werden. Es sei hier gleich bemerkt, dass alle Lichtbogenöfen mit *Wechselstrom* betrieben werden müssen, um elektrolytische Wirkungen auszuschalten. Beim Héroult-Ofen wendet man gewöhnlich eine Klemmenspannung von 100 Volt an bei

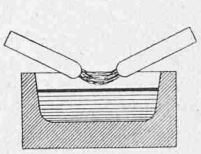


Abb. 1.

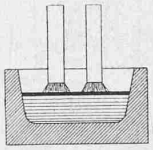


Abb. 2.

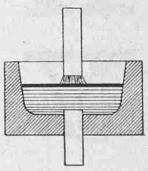


Abb. 3.

[1]) Die Wärmeverluste sind infolgedessen bei diesem Ofen sehr gross.

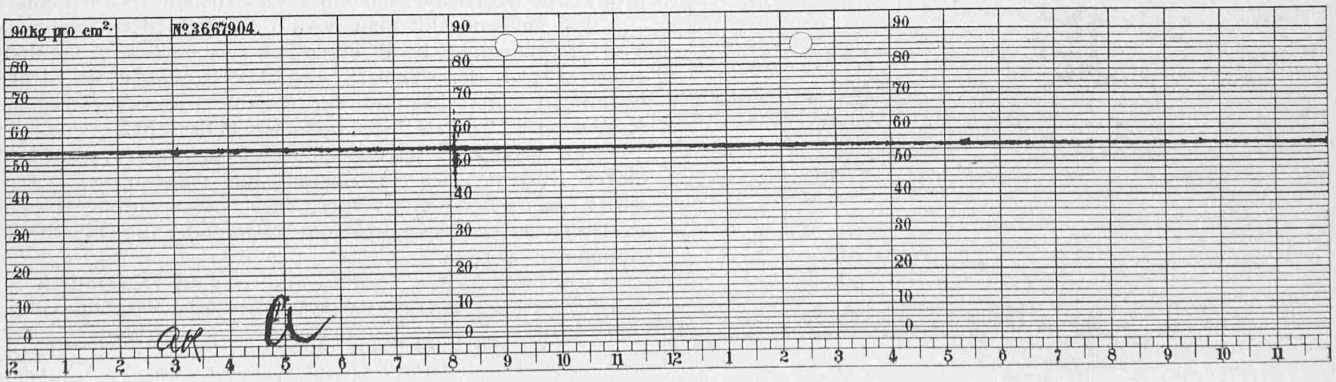


Abb. 25 u. 26. Druck-Diagramme der Registriermanometer der Navizance-Anlage vom 10./11. Juli 1911. — Rohrstrang links.

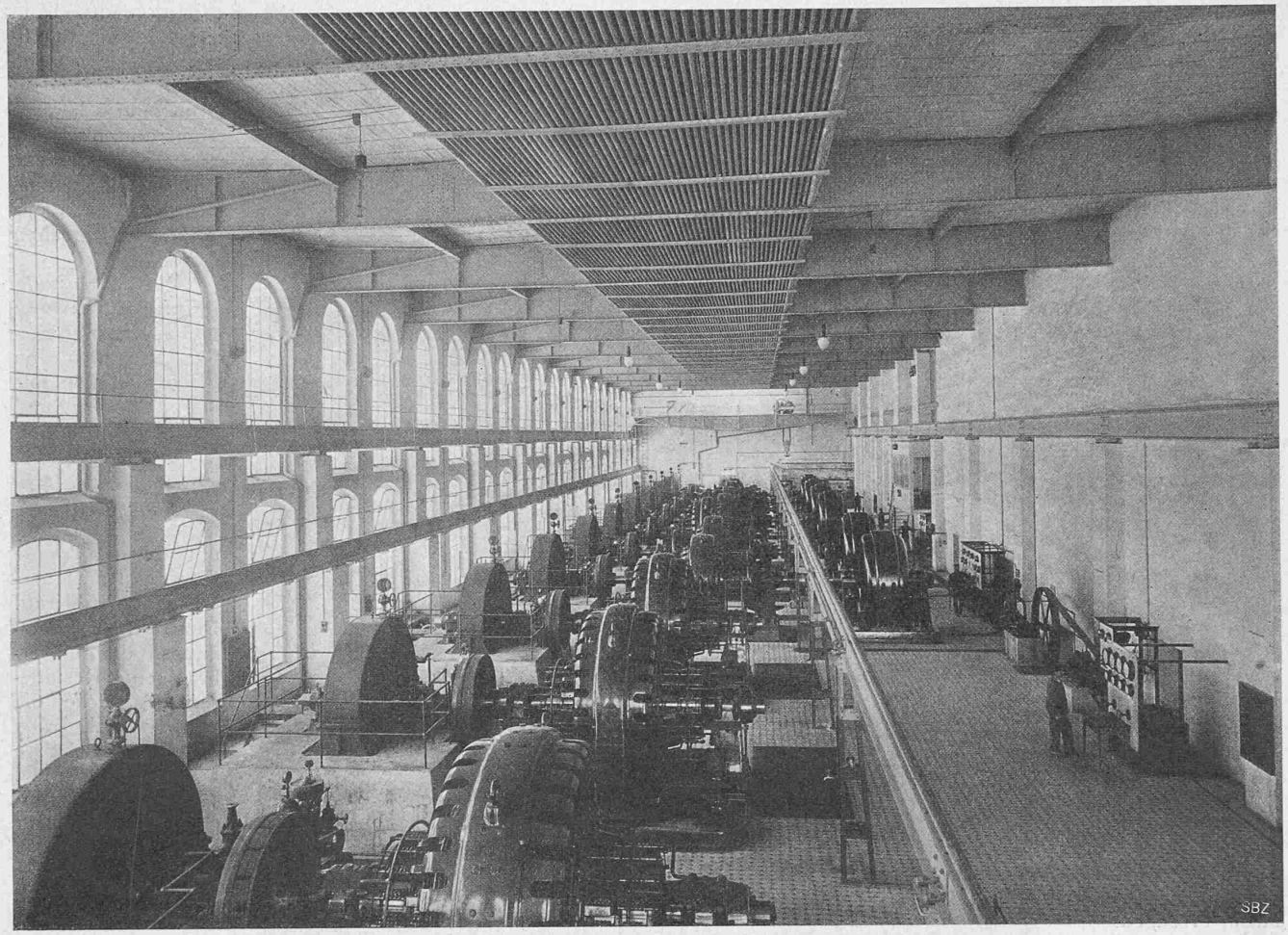


Abb. 29. Kraftzentrale der Navizance-Anlage in Chippis der Aluminium-Industrie-A.-G. Neuhausen (rechts das Ofenhaus).

25 bis 35 Perioden. Dabei nimmt der Ofen je nach der Grösse Ströme von 4000 bis 16000 Ampère auf.

Da nun der Héroult-Ofen nicht mit jeder gerade vorhandenen Spannung und Periodenzahl betrieben werden kann, sind fast immer Transformatoren oder rotierende Umformer notwendig, sodass der *elektrische Wirkungsgrad* einer Anlage *80* % kaum übersteigen wird. Im Uebrigen besitzt der Héroult-Ofen die Unannehmlichkeiten aller Lichtbogen-Oefen, d h. die *grossen Stromstösse* beim Niederschmelzen von kaltem Einsatz. Gerade bei diesem Typus sind die Belastungsschwankungen so gross, dass die automatische Regulierung oft gänzlich versagt.

Wegen seiner Einfachheit und der Möglichkeit, auch mit Drehstrom arbeiten zu können, ist der Héroult-Ofen aber doch sehr verbreitet. Im Jahre 1910 waren 17 Oefen im Betrieb, ausser Betrieb keiner und 12 im Bau.

Der *Girod-Ofen* wird durch Abbildung 3 im Prinzip dargestellt. Hier befindet sich eine Elektrode über, die andere unter dem Eisenbad. Der Strom durchdringt also den ganzen Einsatz. Dies ist beim Niederschmelzen von Schrott (Eisenabfälle) von ganz besonderem Vorteil, weil dadurch die Stromschwankungen viel geringer werden wie beim Héroultofen. Dass die untere Elektrode aus Eisenstäben besteht, also nur *eine* abbrennende Kohlenelektrode vorhanden ist, bildet einen weitern Vorzug dieser Konstruktion. Der Girod-Ofen wird nur mit *Einphasenstrom* von 60 bis 75 Volt und 25 bis 35 Perioden betrieben. Man wird daher in den meisten Fällen Transformatoren und Umformer benötigen, sodass der totale elektr. Wirkungsgrad der Anlage *80* % kaum erreicht. Da der Heizstrom das ganze Schmelzgut durchdringt, wird dasselbe beim Girodofen sehr *gleichmässig erwärmt*. Das Urteil fällt aus diesen Gründen

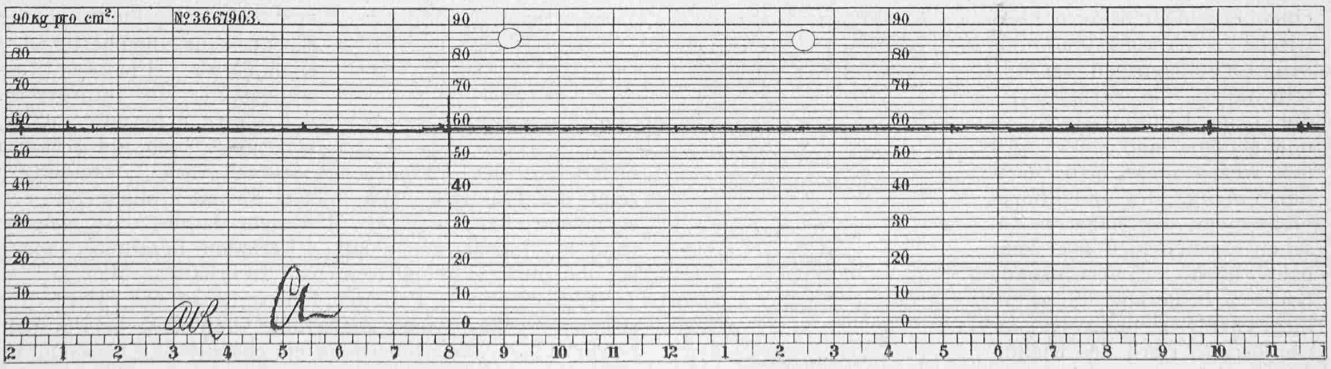


Abb. 26. Druck-Diagramm, Rohrstrang rechts. Die Anschläge beider Diagramme um 8 Uhr rühren vom Auswechseln der Streifen her.

meistens zu Gunsten des Girodofens gegenüber dem Héroult-Ofen aus, was auch die Statistik bestätigt. Obschon das Girod-Prinzip kaum halb so alt ist wie dasjenige von Héroult, waren 1910 doch schon 10 Girodöfen im Betrieb, ausser Betrieb keiner und 7 im Bau.

Von den vielen Ausführungsformen reiner *Induktionsöfen* ist der älteste, der *Kjellin-Ofen*, in Abb. 4 schematisch veranschaulicht.

Prinzipiell ist der Induktionsofen ein *Spezialtransformator*, dessen sekundäre Seite durch das Schmelzgut gebildet wird. Schickt man durch die primäre Bewicklung einen Wechselstrom, so wird in dem *ringförmigen Schmelzgut* ein starker Heizstrom induziert. Da sich Primär- und Sekundärstrom bekanntlich angenähert umgekehrt wie die entsprechenden Windungszahlen verhalten, kann man durch passende Wahl der primären Windungen jeden beliebigen Sekundärstrom erzeugen.

Dabei dient also das *Schmelzgut als Heizwiderstand:* Die Schmelzwärme wird somit im Schmelzgut selbst erzeugt, was als grosser Vorzug des Induktionsofens angesehen werden kann. Ist der Querschnitt des Eisenbades konstant, dann wird überall dieselbe Temperatur erzeugt und durch Variation der Klemmenspannung kann diese Temperatur beliebig geändert werden; es lassen sich Temperaturen bis gegen 3500° C erzielen. Der Induktionsofen kann direkt mit Spannungen von 5000 bis 10 000 Volt betrieben werden. Es wird also in vielen Fällen ein besonderer Transformator entbehrlich sein und man bekommt in diesem Fall einen erheblich bessern elektrischen Wirkungsgrad als beim Lichtbogenofen. Im weitern fallen die Stromstösse, die beim Lichtbogenofen so unangenehm sind, hier gänzlich weg, sodass man zuerst nur Vorzüge des Induktionsofens sieht. Bei näherem Zusehen machen sich aber sehr bald auch schwerwiegende Nachteile bemerkbar. In metallurgischer Beziehung ist der ringförmige Herd des Kjellin-Ofens nicht besonders günstig, abgesehen davon, dass er die Uebersicht erschwert. Die Raffination des Rohprodukts lässt sich im konzentrierten Herd besser durchführen. Im weitern sind die *Bewegungserscheinungen* im Bad des Kjellin-Ofens so heftig, dass ihnen die Ofenwandungen nur schwer Stand halten können und häufige Reparaturen nötig werden. Die Ursache dieser Bewegungsvorgänge kann aus Abbildung 5 ersehen werden.[1])

Die *Streukraftlinien* der primären und sekundären Seiten verlaufen im Raum zwischen primärer Wicklung und Schmelzrinne in derselben Richtung, stossen sich also gegenseitig ab. Infolgedessen wirkt auf das Bad eine horizontal nach aussen gerichtete Kraft. Diese bildet zusammen mit der Schwerkraft eine Resultierende, welche die *Badoberfläche schief* stellt (Abbildung 5). Der Neigungswinkel kann bis 35° betragen. Dabei stellt sich ein Fliessen des Materials von der äussern höhern Badkante nach innen ein. Das Bad wird dadurch allerdings gut gemischt, zerstört aber die innere Ofenwandung sehr bald.

Jene Eigenschaft des Kjellin-Ofens aber, die seine Existenzberechtigung in Frage stellt, ist der *geringe Leistungsfaktor* bei grössern Ausführungen. Mit wachsendem Einsatz nimmt der Leistungsfaktor rasch ab, da der Querschnitt des Bades vergrössert und damit der Widerstand verkleinert wird. $tg\,\alpha = \frac{2\pi n L}{w}$ nimmt zu, da w kleiner wird und L nahezu konstant bleibt; also geht der cos α zurück. Abbildung 6 zeigt den experimentell ermittelten Verlauf von cos α als Funktion des Einsatzes für einen bestimmten Kjellin-Ofen. Um den Leistungsfaktor zu vergrössern, d. h. um $tg\,\alpha$ herunterzudrükken, muss man bei grössern Oefen mit der *Periodenzahl heruntergehen.* Abbildung 7 zeigt die praktisch verwendeten Periodenzahlen für verschiedene Ofengrössen.[2]) Man sieht daraus, dass man bei rund 8 t Einsatz schon auf 5 Perioden heruntergegangen ist, um einen annehmbaren cos α zu erhalten. Man darf bei 2 t Einsatz und 15 Perioden höchstens auf ein cos α = 0,7 rechnen. Würde man denselben Ofen mit 50 Perioden betreiben, so käme höchstens ein cos α = 0,3 heraus unter

Das Navizance-Kraftwerk der A. I. A. G. bei Chippis.

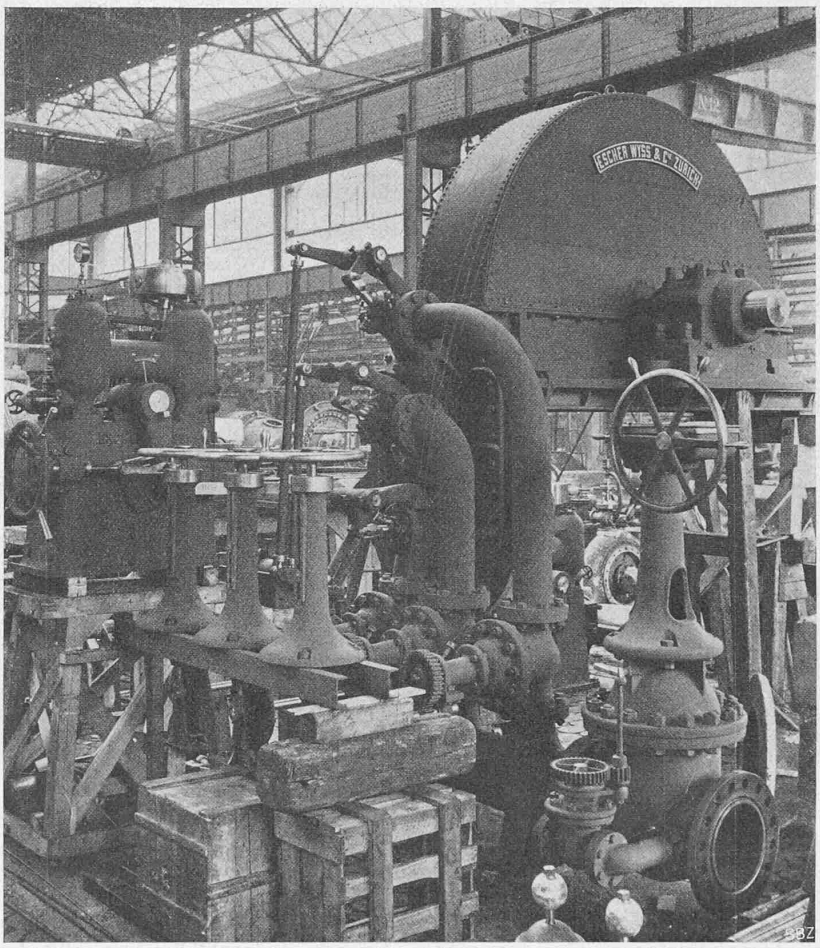


Abb. 23. 2500 *PS*-Hochdruckturbine in den Werkstätten von *Escher Wyss & Cie.*, Zürich.

Elektrische Schmelzöfen der Stahlindustrie.

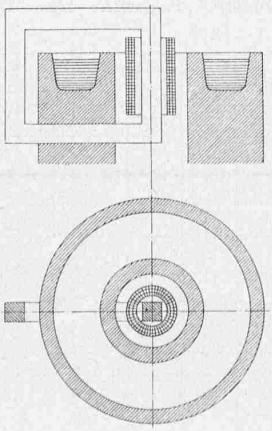


Abbildung 4.

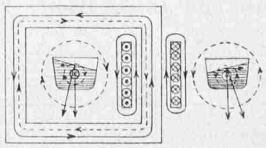


Abbildung 5.

[1]) Vergl. *V. Engelhardt*, E. T. Z. 1907, S. 1086.
[2]) Vergl. *V. Engelhardt*, E. T. Z. 1907, S. 1105.