

# Die Dampfmaschinen und Dampfkessel an der Schweizerischen Landesausstellung Bern 1914

Autor(en): **Ostertag, P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **65/66 (1915)**

Heft 22

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-32243>

## **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.

Die früheren grossen wagrechten Schwingungen waren zweifellos die Folge der bereits erwähnten konstruktiven Mängel der Brücke. Zur Erhöhung der Quersteifigkeit der Brücke war es geboten, diese wagrechten Schwingungen nach Möglichkeit einzuschränken. Die lotrechten Schwingungen geben dagegen zu keinerlei Bedenken Anlass. Durch die Erhöhung der wagrechten Steifigkeit scheinen die lotrechten Bewegungen etwas vermindert worden zu sein, wobei zu beachten ist, dass diese Verminderung eine weitergehende gewesen wäre, wenn eine Einspannung beider Bogenenden hätte erzielt werden können.

eisen und 10 t Gusseisen und Stahlguss für die Lagerteile verwendet. Die Gesamtfläche der senkrechten Eisenbetonwände der Pfeilerverkleidungen beträgt 2800 m<sup>2</sup>.

Die Verstärkungsarbeiten wurden auf Grund einer beschränkten Ausschreibung der A.-G. der Maschinenfabrik Th. Bell & Cie. in Kriens als Generalunternehmer übertragen, in deren Händen die Ausführung der Eisenarbeiten lag, während die Beton- und Eisenbetonarbeiten von der Firma A. & H. Bürgi, Baugeschäft in Bern, ausgeführt wurden. Die Erstellung des Holzpflasters wurde von letzterem der Firma Schwarz & Roth in Bern übertragen.

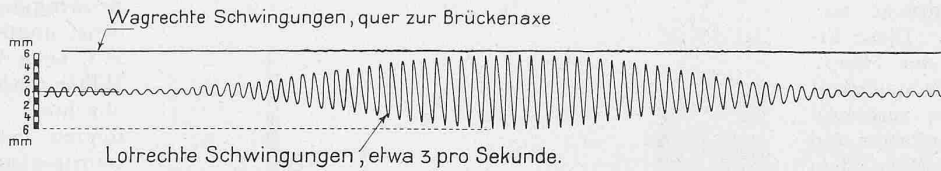


Abb. 23. Aufzeichnung des Fränkel'schen Schwingungszeichners (Abb. 23 und 24 sind in Naturgrösse der Originalstreifen).

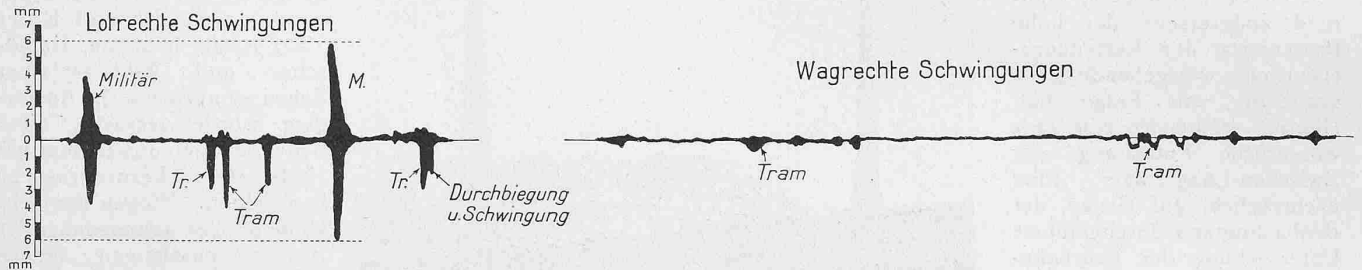


Abb. 24. Kombinierte Aufzeichnung der Schwingungen und Durchbiegungen mit Rabut-Apparat.

**Kostenzusammenstellung.**

Es ist eingangs erwähnt worden, dass für die Verstärkungsarbeiten vom Kanton und von der Stadt Bern auf Grund des Kostenanschlages des Projektverfassers ein Gesamtkredit von 400 000 Fr. gewährt wurde. Später wurden noch für neu hinzukommende Arbeiten weitere 19 000 Fr. bewilligt, nämlich 10 000 Fr. von der kantonalen Baudirektion für die Erneuerung des Asphaltbelages der beiden Gehwege und für die Verbesserung der Entwässerungsanlage, ferner 9 000 Fr. von der Stadt Bern für neue Maste.

Die Baukosten verteilen sich wie folgt:

- |   |                    |
|---|--------------------|
| 1. Abruch der bestehenden und Ausführung der neuen Fahrbahndecke, einschliesslich der Ausrundungskonstruktion, Eisenbetonplatte, Isolierschicht, Holzpflaster und Strassenschalen . . . . . | 144 000 Fr.        |
| 2. Verstärkung der Fahrbahnträger, des Fahrbahnwindverbandes, sowie Träger der Ausrundungskonstruktion . . . . .  | 86 500 „           |
| 3. Verstärkung der Bogenhauptträger, einschliesslich Arbeiten an den Auflagern . . . . .  | 47 500 „           |
| 4. Beton- und Eisenbetonverkleidungen der drei Hauptpfeiler . . . . .   | 74 500 „           |
| 5. Rüstungen, zweimaliger Neuanstrich und Verschiedenes . . . . .   | 42 000 „           |
| 6. Erneuerung des Asphaltbelages beider Gehwege u. Entwässerungsanlage der Fahrbahn . . . . .   | 10 500 „           |
| 7. Neue Maste für die Beleuchtung und die Strassenbahn . . . . .  | 12 000 „           |
|   | <u>417 000 Fr.</u> |

Bemerkenswert ist hierbei, dass der grössere Teil der Verstärkungskosten dieser eisernen Brücke auf Beton- und Eisenbetonarbeiten entfällt.

Die Eisenbetonplatte der Fahrbahn wurde zum Preise von 29,75 Fr./m<sup>2</sup>, die Verstärkung der Fahrbahnträger zu 1220 Fr./t, die Verstärkung der Hauptträger, ausschliesslich Arbeiten an den Auflagern zu 960 Fr./t, die Ausführung der Eisenbetonwände der Pfeiler zu 14,65 Fr./m<sup>2</sup> übernommen. Die Gesamtfläche der Fahrbahnplatte beträgt 2145 m<sup>2</sup>. An neuen Eisenmaterialien wurden 95 t Fluss-

Die Bauleitung wurde für die Baudirektion des Kantons Bern vom Unterzeichneten ausgeübt, dessen ständiger Vertreter auf der Baustelle Dipl. Ingenieur H. Jenny war. Zürich, September 1914. Prof. A. Rohm.

**Die Dampfmaschinen und Dampfkessel an der Schweizerischen Landesausstellung Bern 1914.**

Von Prof. P. Ostertag, Winterthur.

Die altbewährte Kolbendampfmaschine hat sich in neuester Zeit hauptsächlich durch die Einführung der sogenannten Gleichstrom-Dampfmaschine neues berechtigtes Ansehen zu verschaffen gewusst und als solche bereits weite Verbreitung gefunden. Dieses System ist besonders von Gebrüder Sulzer A.-G. in Winterthur mit grösster Sorgfalt bis in alle Einzelheiten durchgebildet und an einer Versuchsmaschine im Dauerbetrieb erprobt worden, wobei die reichen Erfahrungen auf diesem Gebiet zu nutze gezogen werden konnten.

Die genannte Firma führte eine liegende Gleichstrom-Dampfmaschine von 800 PS im Betrieb vor, die überhitzten Dampf von 12 at Druck und 325 °C in einem einzigen Zylinder von 600 mm Durchmesser und 725 mm Hub auszunützen vermag und trotzdem nur einen Dampfverbrauch von 4,5 kg pro PS<sub>h</sub> aufweist. Solche niedrigen Verbrauchszahlen sind bis jetzt nur bei ganz grossen Dreifach-Expansionsmaschinen unter günstigen Umständen gemessen worden. Die Maschine zeichnet sich aus durch grosse Einfachheit in der Bauart und genaues, sicheres Arbeiten im Betrieb; auch äusserlich fällt die Einfachheit und Gediegenheit auf. Sie ist in Abbildung 1 auf S. 155 von Band LXIV (Nr. 14 vom 3. Oktober 1914) ersichtlich.

Ueber die Wirkungsweise sei an Hand der schematischen Abbildung 1 erwähnt, dass der Dampf am Zylinderende durch ein im Deckel befindliches Einströmventil zuströmt und den Kolben vorwärts treibt. Der Austritt erfolgt durch Schlitze, die in der Mitte des Zylindermantels angebracht sind und von einem ringförmigen Kanal umgeben werden. Sobald der Kolben etwa 10% vor dem

anderen Hubende angelangt ist, beginnt er die Schlitzte zu öffnen, sodass der Dampf mit der gleichen Strömungsrichtung dem Auspuff zufließt, die er vom Eintritt her angenommen hat. Bei der Rückkehr schliesst der Kolben den Austritt an der selben Stelle, die nun beginnende Kompression dauert daher fast während 90% des Hubes. Zufolge der Lage der Ventile an den Deckeln lässt sich ein kleiner schädlicher Raum einhalten; dies verlangt aber einen kleinen Gegendruck, sonst wächst der Kompressionsdruck über den Druck des Frischdampfes. Die Gleichstrom-Dampfmaschine benötigt daher eine wirksame Kondensationsanlage, die möglichst nahe an dem Zylinder anzuordnen ist.

Trotz der grossen Temperaturunterschiede im Zylinder sind die Abkühlungsverluste gering, da der nasse Abdampf den Zylinder durch einen weiten Kanalquerschnitt an einer Stelle verlässt, die niemals mit Frischdampf in Berührung kommt. In der Nähe des Einlasses bleiben dagegen die schädlichen Flächen stets heiss, da sie einerseits durch den Frischdampf, andererseits durch die Kompression geheizt werden.

In Bezug auf die Einzelheiten ist zu bemerken, dass der Zylinder schwach fassartig ausgebohrt ist, um der grösseren Wärmeausdehnung des Umfanges an den heissen Enden und der schwächeren Ausdehnung in der kälteren Mitte Rechnung zu tragen. Die Deckel erhalten zuschaltbare schädliche Räume, um beim Arbeiten ohne Kondensation ein zu hohes Ansteigen des Kompressionsdruckes zu vermeiden. Besonders sorgfältig sind die Einlassventile konstruiert, und zwar ist der untere Sitz etwas federnd, damit das Doppelsitzventil auch bei stark wechselnden Temperaturen sicher abschliesst. Ihr Antrieb erfolgt von der Steuerwelle aus mit Exzenter und Rollenhebel. Zur Aenderung der Füllung werden die Exzenter von einem Achsenregler verstellt, der auf der Steuerwelle rotiert. Soweit tunlich sind alle bewegten Teile eingekapselt.

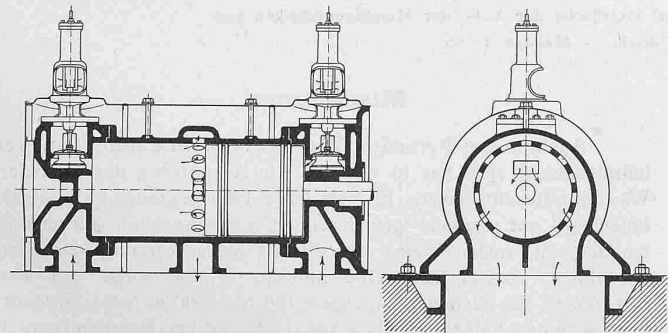


Abb. 1. Schema des Zylinders einer Gleichstrom-Dampfmaschine.

Zum Betrieb dieser Gleichstrom-Dampfmaschine diente ein *Steilrohrkessel, System Garbe*, von 150 m<sup>2</sup> Heizfläche mit Ueberhitzer von 55 m<sup>2</sup>, der in der Stunde 4500 kg Dampf von 15 at Druck und 350°C zu erzeugen vermag. Der Kessel war ausgestattet mit einer Wanderrostfeuerung, einer Kohlenbeschickungsanlage und einer Einrichtung für Wasserreinigung. Die allgemeine Anordnung dieses Kesselsystems ist aus Abb. 2 (S. 253) zu ersehen. Ueber die Durchbildung der Einzelheiten, sowie über Versuchsergebnisse ist in der „Schweiz. Bauzeitung“ bereits früher eingehend berichtet worden.<sup>1)</sup>

Die Ausstellung der Firma Gebrüder Sulzer enthielt ferner einen *Cornwallkessel* von 72 m<sup>2</sup> Heizfläche und 12 at Betriebsdruck, zwei Unterschubfeuerungen und verschiedene autogen geschweisste Kesselteile als Erzeugnisse einer modernen Kesselschmiede.

Von der Firma King & Cie. in Wollishofen war ein *Flammrohrkessel* eigenen Systems ausgestellt, der als besonderes Merkmal ein S-förmig gekrümmtes Zirkulationsrohr

<sup>1)</sup> Siehe Klein: Neuerungen im Dampfkessel- und Feuerungsbau. Bd. LVIII, S. 254 (Nr. 19, 20 u. 21 vom November 1911). (Von diesem Aufsatz ist auch ein Sonderabdruck erschienen. Redaktion.)

aufweist; dieses stellt eine neue Verbindung zwischen den untern hintern Partien mit den obern vordern Partien des Wasserraumes her, wodurch nicht nur der Wasserumlauf merklich gefördert wird, sondern auch eine recht wirksame Vermehrung der Heizfläche entsteht. Dieses Rohr ist mit dem gewellten Flammrohr durch Schweissung verbunden, eine mit grosser Sorgfalt ausgeführte schwierige Arbeit. Auch über dieses Kesselsystem ist in der „Schweiz. Bauzeitung“ schon früher eingehend berichtet worden.<sup>1)</sup>

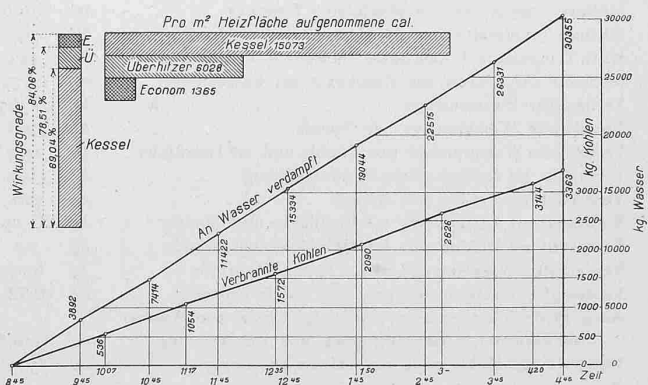
Zu den lokomobilen Dampfanlagen sind die *Dampfstrassenwalzen* der Firma King & Cie. zu rechnen, die sich bei uns, zufolge ihrer zweckmässigen Konstruktion und der soliden Ausführung, bestens eingeführt haben.

Ein Teil des Betriebsdampfes für die Energiebeschaffung der Ausstellung wurde in einem *Dampfkessel* der A.-G. der Maschinenfabriken *Escher Wyss & Cie., Zürich*, erzeugt. Dieser in Abb. 3 (S. 252) in Längs- und Querschnitt wiedergegebene Zweikammer-Wasserrohrkessel besitzt eine wasserberührte Heizfläche von 270 m<sup>2</sup> und ist für einen Betriebsdruck von 15 at gebaut. Damit lassen sich normal 6000 kg Dampf in der Stunde und 8000 kg im Maximum erzielen.

Die beiden flachen Wasserkammern sind geschweisst und durch Stehbolzen versteift. Zur Verbindung untereinander dienen 172 nahtlos gezogene Rohre von 95 mm äusserem Durchmesser und 5000 mm Länge (in der Höhe acht Röhren, in der Breite vier Reihen zu 21 und vier Reihen zu 22 Röhren). Um einen möglichst lebhaften ungehinderten Wasserumlauf zu erhalten, sind die Querschnitte in den Wasserkammern und der Verbindungsstutzen gross gewählt und das Röhrenbündel mit einer Neigung von 1:3,8 gelagert. Die vordere Wasserkammer ist unmittelbar an den Oberkessel genietet, die hintere mit einem weiten Stutzen angeschlossen.

Mit dem Ueberhitzer von 91 m<sup>2</sup> Heizfläche kann der Dampf auf eine Temperatur von 300 bis 350 °C gebracht werden. Die Ueberhitzerrohre (38/30 mm Durchm.) sind ebenfalls nahtlos gezogen und schliessen sich an Stahlkammern von quadratischem Querschnitt an, die den Dampf verteilen und sammeln. Mittels einer Klappe lässt sich der Zutritt des Heizgas-Stromes und damit die Ueberhitzer-Temperatur in weiten Grenzen einstellen.

Der patentierte Wanderrost von 8 m<sup>2</sup> nutzbarer Rostfläche besitzt Roststäbe, die auf Querträgern aufliegen und daher leicht auszuwechseln sind. Ihre Auflagerung liegt etwas unter der Brennfläche, damit der Luftzutritt auf der ganzen Stablänge ungehindert erfolgen kann. Da bei den Wanderrosten die Kohle selbsttätig zugeführt wird und die Schlacke stetig aus dem Rost fällt, bleibt dem Heizer nur die Ueberwachung des Kessels übrig.



An einem derartigen Kessel sind am 23./24. April 1914 Verdampfungsversuche vorgenommen worden, deren Ergebnisse im vorstehenden Diagramm wiedergegeben sind. Die übrigen wissenswerten Zahlen sind in der Tabelle auf folgender Seite zusammengestellt.

<sup>1)</sup> Siehe Bd. LIX, S. 93, Nr. 7 vom 17. Februar 1912.

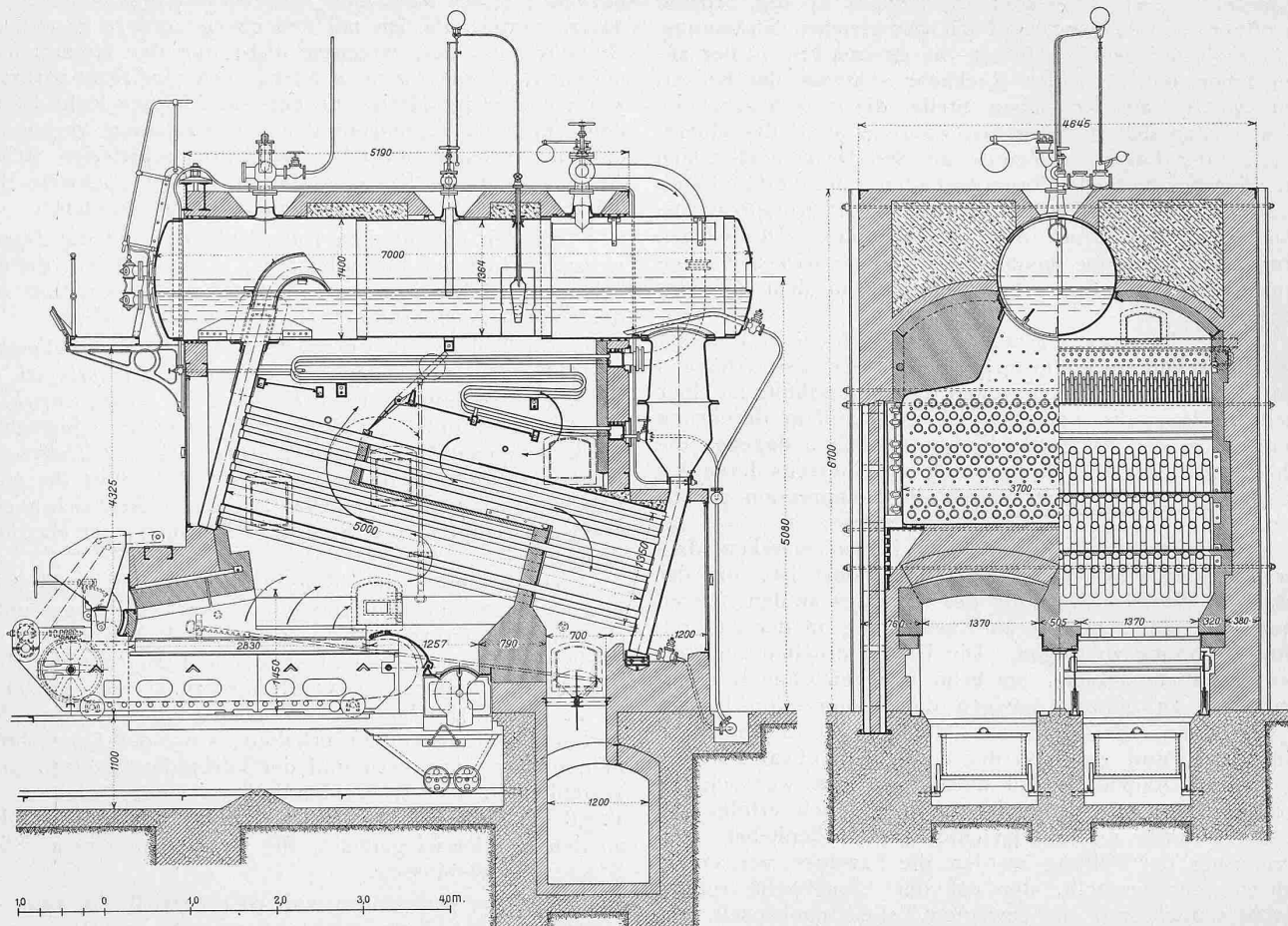


Abb. 3. Zweikammer-Wasserrohrkessel von 270 m<sup>2</sup> Heizfläche der A.-G. der Maschinenfabriken von Escher Wyss & Cie. in Zürich. — Masstab 1 : 80.

**Verdampfungsversuch an einem Zweikammer-Wasserrohrkessel von Escher Wyss & Cie.**

Heizfläche des Kessels 156 m<sup>2</sup>, des Ueberhitzers 49,5 m<sup>2</sup>, Rostfläche 5,0 m<sup>2</sup>

Dauer des Versuches . . . . .	h	8
Mittlerer Kesseldruck . . . . .	at	12,7
Kohlenschichthöhe . . . . .	mm	120
Schaltgeschwindigkeit des Rostes . . . . .	m/h	2,61
Mittlere Oeffnung der Zugregulierklappe . . . . .	5/16	
Mittlere Zugstärke über dem Rost in mm W.-S. . . . .	mm	3,4
Mittlere Zugstärke am Kesselveende in mm W.-S. . . . .	mm	8,0
Mittlere Zugstärke am Ende des Economisers in mm W.-S. . . . .	mm	13,8
Mittl. Temperatur d. Speise-Wassers vor dem Economiser . . . . .	°C	49,2
Mittl. Temperatur d. Speise-Wassers nach dem Economiser . . . . .	°C	95,3
Mittlere Temperatur des überhitzten Dampfes . . . . .	°C	336,0
Mittlere Temperatur der Rauchgase am Kesselveende . . . . .	°C	303
Mittl. Temperatur d. Rauchgase am Ende d. Economisers . . . . .	°C	143
Mittlerer CO <sub>2</sub> Gehalt der Rauchgase am Kesselveende . . . . .	%	12,37
Verdampfte Wassermenge . . . . .	kg	30 365
Verdampfte Wassermenge pro Stunde . . . . .	kg	3796
Verdampfte Wassermenge pro Stunde und m <sup>2</sup> Heizfläche . . . . .	kg	24,3
Verbrannt an Kohlen (Ruhr-Fettnusskohlen) . . . . .	kg	3363
Verbrannt an Kohlen pro Stunde . . . . .	kg	420
Verbrannt an Kohlen pro m <sup>2</sup> Rostfläche und Stunde . . . . .	kg	84,15
Verbrannt an Kohlen pro m <sup>2</sup> Heizfläche und Stunde . . . . .	kg	2,7
Verdampfte Wassermenge pro 1 kg Kohle brutto . . . . .	kg	9,07
Verdampfte Wassermenge pro 1 kg Kohle reduziert . . . . .	kg	9,92
Ausgenützte Wärmemenge pro 1 kg Kohle zur Wasser- vorwärmung, Dampferzeugung und Ueberhitzung . . . . .	cal	6340,8
Heizwert der Kohle nach der cal. Untersuchung . . . . .	cal	7543
<b>Zusammensetzung der Kohle:</b>		
Wasserfeuchtigkeitsgehalt . . . . .	%	1,8
Unverbrennbare Substanz . . . . .	%	6,9
Flüchtige Kohlensäure . . . . .	%	0,2
Brennbare Substanz . . . . .	%	91,1
	%	100,0
Gasgehalt der Kohle in % der brennbaren Substanz . . . . .	%	29,7

**Miscellanea.**

**Ausbau der Pyrenäen-Wasserkräfte in Catalonien.** Verhältnismässig spät hat in Spanien die Ausnutzung der Pyrenäen-Wasserkräfte eingesetzt. Erst im Jahre 1906 begannen französische Ingenieure mit planmässigen Untersuchungen hinsichtlich ihrer Ausbaufähigkeit, insbesondere für die Energieversorgung der Stadt Barcelona. Ausser dem eine mittlere Wassermenge von etwa 300 m<sup>3</sup>/sek (je nach der Jahreszeit 100 bis 1000 m<sup>3</sup>/sek) führenden Ebro kommen dafür die Flüsse Ter, Llobregat und Segre in Betracht (siehe die nebenstehende Karte). Die beiden ersteren, in das Mittelmeer mündenden Flüsse sind infolge ihrer verhältnismässig geringen, stark schwankenden Wassermenge, für grosszügige Anlagen nicht geeignet. Die Gewässer des Llobregat sind heute zum grössten Teil für direkt an ihm gelegene industrielle Unternehmungen ausgenutzt. Sehr günstige Verhältnisse für neue Anlagen grosser Kraftwerke bietet hingegen das Flussgebiet des Ebro und seines linken Nebenflusses des Segre, samt dessen Nebenfluss der Noguera-Pallaresa, sowie des sich in diese ergiessenden Flamisell.

Zur Ausnutzung zweier Stufen von 830 m und 300 m des letzteren Flusses, aus denen infolge günstig gelegener natürlicher Stauseen (in über 2000 m Meereshöhe) etwa 60000 PS gewonnen werden können, wurde von der Compagnie Générale d'Electricité in Paris in Verbindung mit der Schweiz. Gesellschaft für elektrische Industrie in Basel die Gesellschaft „Energie Electrica de Cataluña“ gegründet, die unterhalb Capdella Anfang 1914 ein erstes Kraftwerk mit acht Turbinen von je 6500 bis 7900 PS bei 810 m Nettogefälle und 500 Uml/min dem Betrieb übergeben hat<sup>1)</sup>. Das zweite, etwas tiefer gelegene, kleinere Kraftwerk befindet sich noch im Bau.

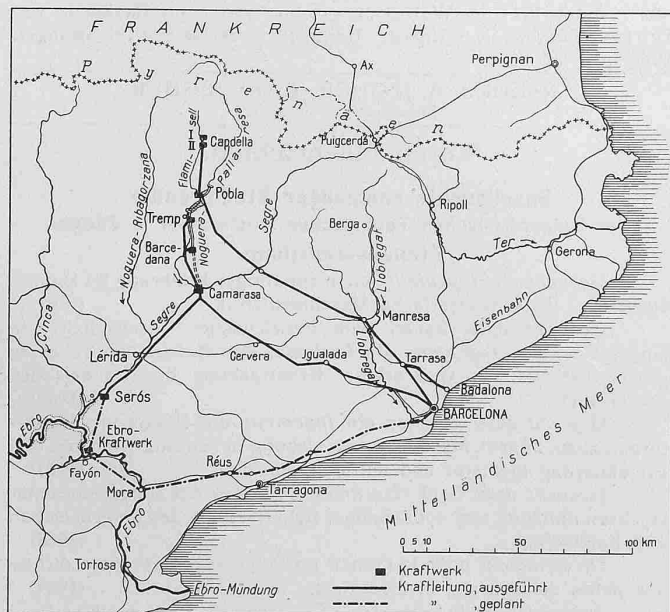
Sehr weitgehende Konzessionen hat die im Jahre 1911 vom kanadischen Ingenieur Dr. Pearson ins Leben gerufene „Barcelona Traction Light & Power Co.“ erworben, die zur Ausführung ihres

<sup>1)</sup> Beschreibung der Zentrale in der Nummer vom 13. März 1915 und der Turbinen in der Nummer vom 24. April 1915 des „Génie Civil“.

umfangreichen Programms unter dem Namen „Riegos y Fuerza del Ebro“ eine spanische Tochtergesellschaft gründete. Das Programm umfasst die Anlage einer ganzen Reihe von Werken am Noguera-Pallaresa, sowie zweier Werke am Segre und am Ebro<sup>2)</sup>. Mit dem Ausbau der Wasserkraftanlagen am Noguera-Pallaresa ist Anfang 1913 begonnen worden. Das oberste, unweit der Mündung des Flamisell gelegene Werk bei Poble de Segur war ursprünglich nur als Aushilfsanlage für Bauzwecke gedacht und enthält nur drei Turbinen von je 1350 PS. Direkt unterhalb dieses Werkes wird in 540 m Höhe ü. M. ein 200 Mill. m<sup>3</sup> fassender Stausee gebildet, der sich auf 8 km Länge bis oberhalb des Dorfes Tremp erstreckt, an welcher Stelle z. Z. das Kraftwerk Tremp (od. Talarn) erbaut wird. Dieses wird vier Turbinen von je 12000 PS enthalten, die für ein je nach dem Wasserstande des Stausees in den Grenzen von 30 bis 68 m veränderliches Gefälle gebaut sind. Das Unterwasser dieses Werkes soll später durch einen Kanal von 17 km dem Kraftwerk Los Terradets bei Barcedana zugeführt werden, das fünf Turbinen von je 14000 PS bei 75 m Gefälle enthalten wird, dessen Ausführung jedoch erst im zweiten Abschnitt des Bauprogrammes vorgesehen ist. In der Nähe der Mündung des Noguera-Pallaresa in den Segre ist ferner noch das Kraftwerk Camarasa geplant.

Das grösste Kraftwerk der ersten Bauperiode ist die am Rio Segre gelegene Zentrale Seros, mit vier Turbinen von 11000 bis 15000 PS bei 46 bis 49,5 m Gefälle, die in ihrem ersten Ausbau

<sup>2)</sup> Siehe darüber A. Paul: „Der Ausbau der Pyrenäen-Wasserkraft“ in den Nummern vom 9. und 23. Januar 1915 der „Z. d. V. D. I.“



Übersichtskarte der Catalonischen Wasserkraftwerke.

zum Teil fertiggestellt ist; auf Seite 213 von Band LXIV (14. Nov. 1914) hat Prof. Prášil in seinem Ausstellungsbericht eine kurze Beschreibung dieser Zentrale gegeben. Das Hauptwerk der Ebro-Gesellschaft wird jedoch in der Errichtung der geplanten gewaltigen

**Dampfkessel an der Schweizerischen Landesausstellung Bern 1914.**

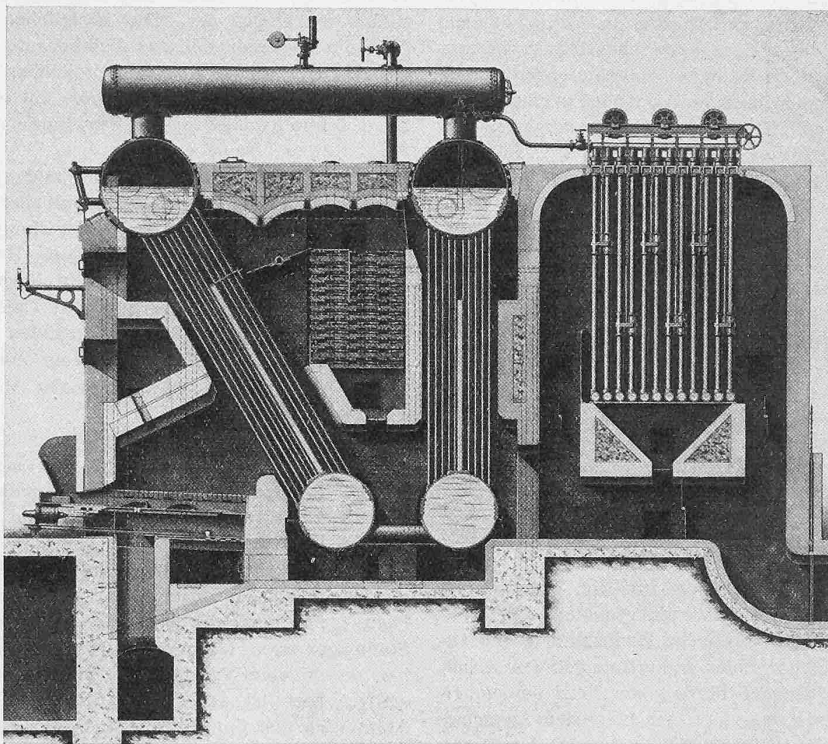


Abb. 2. Steilrohrkessel System Garbe. — Gebrüder Sulzer A. G., Winterthur.

Ebro-Talsperre bei Fayon bestehen. Diese wird mit 850 Mill. m<sup>3</sup> Stauinhalt weitaus die grösste derartige Anlage in Europa sein (die Edertalsperre hat nur 200 Mill. m<sup>3</sup>). Nach vollem Ausbau wird dieses Kraftwerk 300000 PS abgeben können; doch ist im dritten Bauabschnitt nur die Aufstellung von Maschinen für 150000 PS Leistung vorgesehen.

In der untenstehenden Karte sind ausser der Lage der Kraftwerke, der wichtigeren Stauseen und Kanäle auch noch die Leitungen der Kraftübertragung nach Barcelona angegeben; ausserdem ist darauf die Lage der in unserer Mitteilung auf Seite 123 dieses Bandes erwähnten, durch den Puymorens-tunnel führenden Transpyrenäen-Eisenbahnlinie Ax-Puigcerdà-Ripoll zu erkennen.

**Gleichrichter für hochgespannte Wechselströme.** In einer Versammlung der „American Institution of Electrical Engineers“ berichtete vor kurzem Dr. S. Dushman über einen neuen, von ihm entworfenen Gleichrichter, den er „Kenotron“ nennt. Dieser Apparat besitzt gegenüber den bisher verwendeten Quecksilber-Gleichrichtern<sup>1)</sup> den Vorteil, für sehr hohe Spannungen dienen zu können. Schon von Edison wurde beobachtet, dass zwischen dem glühenden Faden einer Metalldrahtlampe und einer in der Lampenbirne befindlichen Metallplatte ein Stromübergang stattfindet, sofern die glühende Elektrode die Kathode ist. Auf diese als Edisoneffekt bekannte Erscheinung beruht, wie wir „El. World“ entnehmen, der neue, von der „General Electric Co.“ gebaute Kenotron-Gleichrichter.

Die beiden Elektroden sind in einem Gefäss von sehr hohem Vakuum eingeschlossen. Bei kalten Elektroden geht selbst bei Aufwendung sehr hoher Spannungen kein Strom durch. Sobald jedoch die eine Elektrode (z. B. mit Hilfe einer besonderen Stromquelle) in den Glühzustand versetzt wird, findet Stromübergang statt, aber nur, wenn die glühende Elektrode die Kathode ist. Bei Aufwendung einer Wechselspannung entsteht somit ein gleichgerichteter Strom. Der Apparat wird im Laboratorium, sowie auch zur Prüfung von Isoliermitteln und für die Erzeugung von hochgespanntem Gleichstrom für den Betrieb von Röntgenröhren oder zur elektrischen Gasladung zwecks Abscheidung von Staub und Rauch gute Dienste leisten. Auch zur Uebertragung von hochgespanntem Gleichstrom gedenkt ihn sein Erfinder anzuwenden; die Uebertragung von 1000 kW durch 100, bei einer Spannung von 50000 bis 75000 V arbeitenden Kenotrons erachtet er als einen völlig durchführbaren Vorschlag.

**Bewässerungsanlagen in British-Indien.** Welche Bedeutung nach und nach die künstliche Bodenbewässerung in British-Indien angenommen hat, zeigen folgende Zahlen. Anfang 1913 waren insgesamt 18,5 Mill. ha Land künstlich bewässert; davon entfällt der grösste Anteil mit 4,6 Mill. ha auf die Provinz Pandschab, was etwa 17% ihrer gesamten Grundfläche ausmacht. Eine neue, umfangreiche Anlage ist bei Sukkur im nördlichen Teil der Provinz

<sup>1)</sup> Vergl. Bd. LVII, S. 102 (18. Febr. 1911).