Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 33/34 (1899)
Heft: 7

Artikel: Die Bauweise Hennebique
Autor: Ritter, W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-21311

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 Bauweise Hennebique. — Landhaus in Thalweil bei Zürich. — Miscellanea: Dampfkraft für Erzeugung elektrischen Stromes in Preussen 1898. Erweiterung des Netzes der elektrischen Strassenbahnen in Basel. Feuerlose Lokomotive, System Dodge. Der neue englische Schnelldampfer „Oceanic". Erweiterung der Bahnhofanlagen in Mailand. Die Eröffnung des elektrischen Betriebes auf der Linie Mailand-Monza. — Konkurrenzen: Post-, Telegraphen- und Zollgebäude in Chur. — Litteratur: Eingegangene litterarische Neuigkeiten: Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Jolys technisches Auskunftsbuch für das Jahr 1899. Kosten der Krafterzeugung. Die mittelalterlichen Architektur- und Kunstdenkmäler des Kantons Thurgau. Die Ankerwickelungen und Ankerkonstruktionen der Gleichstrom-Dynamo-Maschinen. Traité théorétique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole et des voitures automobiles. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemalig. Polytechniker: Stellenvermittelung.

Die Bauweise Hennebique.

Von Prof. Dr. *W. Ritter.*

Alle Rechte vorbehalten.

III. (Schluss.)

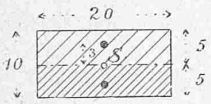
Berechnung der inneren Spannungen an den Auflagern.

Wie schon früher bemerkt, wird bei den Hennebique'schen Balken und Platten die Hälfte der Stangen aufwärts abgebogen, sobald der Träger kontinuierlich oder eingespannt ist. In diesem Falle genügt es nicht, die Spannungen bloss für die Mitte der Oeffnung zu berechnen, wo die Stangen sämtlich unten liegen; sondern es müssen auch noch die Querschnitte am Auflager untersucht werden, wo die Biegungsmomente ungefähr ebenso gross, häufig noch grösser sind als in der Mitte.

Um diesen Punkt näher zu prüfen, wollen wir für die beiden ersten Zahlenbeispiele die Spannungen berechnen unter der Voraussetzung, dass die Hälfte des Eisens in der Nähe der obern Kante liegt.

1. Beispiel.

Fig. 17.



Wir untersuchen wieder einen Streifen von 20 *cm* Breite, nehmen aber oben und unten eine Eisenstange vom halben Querschnitt = 0,77 cm^2 an. (Fig. 17.) Das Moment sei wie früher 10 120 *cmkg*. Die Nullinie fällt jetzt genau in die Mitte der Höhe und das Trägheitsmoment für die Schwerlinie wird

$$J_s = 1/12 \,.\, 20 \,.\, 10^3 + 10 \,.\, 2 \,.\, 0{,}77 \,.\, 3{,}0^2 =$$
$$= 1666 + 139 = 1805 \; cm^4,$$

somit die Druckspannung in der Unterkante des Betons

$$\sigma_d = \frac{5 \,.\, 10\,120}{1805} = 28 \; kg/cm^2.$$

Ebenso gross wird die in der obern Kante wirkende Zugspannung. Die Entfernung von Zug- und Druckmittelpunkt wird $z = 10 - 2 - {}^1/_3 \,.\, 5 = 6{,}33$ *cm*, folglich die im Eisen herrschende Zugkraft $Z = 10\,120 : 6{,}33 = 1599$ und die Zugspannung

$$\sigma_e = \frac{1599}{0{,}77} = 2077 \; kg/cm^2.$$

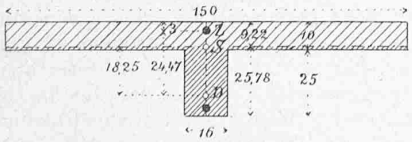
Man sieht, dass während die Spannungen im Beton ungefähr dieselben geblieben sind, die Beanspruchung des Eisens sich nahezu verdoppelt hat.

2. Beispiel.

Noch schlimmer verhält es sich bei den T-förmigen Querschnitten.

Berechnet man unser zweites Beispiel für den Fall, dass die eine Stange an der Oberkante liegt und das Biegungsmoment wie früher 358 400 *cmkg* beträgt, so bekommt man (Fig. 18) für den ganzen Querschnitt

Fig. 18.



$$F = 16 \,.\, 35 + 134 \,.\, 10 + 10 \,.\, 6{,}2 + 10 \,.\, 6{,}2$$
$$= 560 + 1340 + 62 + 62 = 2024 \; cm^2$$
$$S = 560 \,.\, {}^1/_2 \,.\, 35 + 1340 \,.\, {}^1/_2 \,.\, 10 + 62 \,.\, 32 + 62 \,.\, 3$$
$$= 9800 + 6700 + 1984 + 186 = 18\,670 \; cm^3$$
$$J = 9800 \,.\, {}^2/_3 \,.\, 35 + 6700 \,.\, {}^2/_3 \,.\, 10 + 1984 \,.\, 32 + 186 \,.\, 3$$
$$= 228\,667 + 44\,667 + 63\,488 + 558 = 337\,380 \; cm^4$$
$$s = 18\,670 : 2024 = 9{,}22 \; cm$$
$$J_s = 337\,380 - 2024 \,.\, 9{,}22^2 = 165\,323 \; cm^4.$$

Hiernach ergiebt sich die Druckspannung in der Unterkante des Betons

$$\sigma_d = \frac{25{,}78 \,.\, 358\,400}{165\,323} = 56 \; kg/cm^2$$

und die Zugspannung in der Oberkante

$$\sigma_z = \frac{9{,}22 \,.\, 358\,400}{165\,323} = 20 \; kg/cm^2.$$

Um den Druckmittelpunkt D zu finden, setzen wir für die eng schraffierte Druckfläche

$$F = 16 \,.\, 25{,}78 + 134 \,.\, 0{,}78 + 10 \,.\, 6{,}2$$
$$= 412 + 104 + 62 = 578 \; cm^2$$
$$S = 412 \,.\, {}^1/_2 \,.\, 25{,}78 + 104 \,.\, {}^1/_2 \,.\, 0{,}78 + 62 \,.\, 22{,}78$$
$$= 5311 + 41 + 1412 = 6764 \; cm^3$$
$$J = 5311 \,.\, {}^2/_3 \,.\, 25{,}78 + 41 \,.\, {}^2/_3 \,.\, 0{,}78 + 1412 \,.\, 22{,}78$$
$$= 91\,278 + 21 + 32\,166 = 123\,465 \; cm^4$$
$$DS = 123\,465 : 6764 = 18{,}25 \; cm.$$

Die Entfernung von Zug- und Druckmittelpunkt ist nun

$$z = 9{,}22 + 18{,}25 - 3 = 24{,}47 \; cm$$

die Zugkraft $Z = 358\,400 : 24{,}47 = 14\,645$ *kg*, somit die Spannung im Eisen

$$\sigma_e = 14\,645 : 6{,}2 = 2362 \; kg/cm^2.$$

Früher hatten wir für den Beton 20 *kg* Druck und 49 *kg* Zug, für das Eisen 1084 *kg* Zug erhalten; die Zugspannung im Eisen hat sich somit auch hier ungefähr verdoppelt, die Druckspannung im Beton fast verdreifacht, während die Zugspannung im Beton sich verringert hat. —

Hier liegt noch eine wesentliche Ungereimtheit der Hennebique'schen Bauweise vor. Sollen die Träger an den Einspannstellen dieselbe Sicherheit bieten wie in der Mitte der Oeffnung, so muss daselbst an der Oberkante nicht nur halb so viel, sondern ganz so viel Eisen eingelegt werden wie in der Mitte der Oeffnung. Dieser Forderung wird zwar einigermassen dadurch entsprochen, dass sich die Stangen an den Auflagern übergreifen (vgl. Fig. 2, S. 41); allein um genügende Wirksamkeit zu entfalten, müsste die Uebergreifung beträchtlich weiter ausgedehnt werden*). Ausserdem sollte man an der Oberkante neue Stangen einlegen, die sich über die ganze Breite verteilen. Bei den Platten fällt die Uebergreifung vielfach ganz weg, weil die Stangen ohne Unterbrechung durchgehen. Hier *müssen* daher besondere Stangen eingelegt werden, die den Eisenquerschnitt an der Oberkante auf das Doppelte erhöhen, wenn man nicht vorzieht, sämtliche Stangen nach oben abzubiegen.

Bei den T-förmigen Querschnitten wird ferner der Beton an den Auflagern viel zu sehr auf Druck beansprucht. Diesem Mangel wird zwar einigermassen durch konsolartigen Anschluss der Träger an die Mauern oder Säulen begegnet, (Fig. 9, S. 42.) Allein diese Konsolen müssten, um zu genügen, bedeutend umfangreicher sein, als sie gewöhnlich sind; sie ganz wegzulassen, was auch schon vorgekommen ist, muss durchaus getadelt werden. Da auch die Zugspannung im Stege meist eine ansehnliche Höhe annimmt (vgl. Bsp. 2), so empfiehlt es sich ausserdem, die Stegdicke breiter zu machen, als es bei den bisher ausgeführten Bauten üblich war.

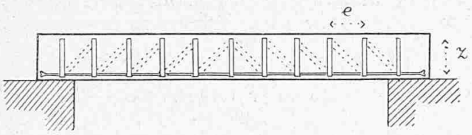
Berechnung der Bügel.

Die flacheisernen Bügel, welche um die Stangen herum gelegt werden, sollen nach Hennebiques Anschauung die scherenden Kräfte aufnehmen. Hierbei denkt man sich gewöhnlich, dass die Bügel zusammen mit den Stangen und dem Beton eine Art Fachwerk bilden (vgl. Figur 19, S. 60), in welchem die Bügel die Zugstreben und der Beton, in der

*) In seinem Nachtragspatent vom 22. Dez. 1897 empfiehlt Hennebique eine längere Uebergreifung, als sie in der Praxis bis jetzt üblich ist. Die Stangen reichen in der beigefügten Zeichnung bis $^1/_5$ der Spannweite in die Nachbaröffnung hinein. Die übergreifenden Teile werden ausserdem mit Bügeln in umgekehrter Stellung versehen. Durch diese Verbesserung wird der gerügte Mangel zum Teil gut gemacht, freilich auch nur an den Zwischenstützen, nicht aber an den Endauflagern der Träger.

Richtung der punktierten Linien wirkend, die Druckstreben darstelle. Diese Linien werden, den Druckkurven entsprechend, unter 45^0 laufend angenommen. Auf Grund dieser An-

Fig. 19.



schauung werden nun die Bügel statisch berechnet und zwar nach der Formel $Q = 2\,\sigma\,b\,d$, worin Q die Scherkraft und b und d Breite und Dicke des Flacheisens bezeichnen. Der Faktor 2 rührt daher, dass jeder Bügel zwei Aeste besitzt. (Sonderbarerweise bemerkt der Erfinder, dass der Faktor 2 hinzugefügt werde, weil man annehmen könne, die Hälfte der Scherspannungen werde von den Rundeisen aufgenommen).

Die Formel setzt voraus, dass die Entfernung e der Bügel gleich dem Abstand z von Druck- und Zugmittelpunkt sei. Macht man e grösser als z, so vergrössert sich proportional die Spannung. Es ist also allgemein

$$\sigma = \frac{Q\,e}{2\,b\,d\,z}$$

Da die Scherkraft gegen die Mitte der Oeffnung hin abnimmt, so lässt man in der Regel die Entfernung e gegen die Mitte hin zunehmen (vgl. Fig. 4, S. 41), indessen meist nur schätzungsweise, und diese Schätzung steht nicht immer mit der Abnahme von Q im Einklang; es wäre besser, die Veränderlichkeit von e rechnerisch zu bestimmen.

In wie weit nun die Auffassung des Erfinders bezüglich der Wirkung seiner Bügel richtig ist, lässt sich schwer sagen. Berechnet man die wirkliche Scherspannung im Innern der Balken, so bekommt man freilich Werte, denen der Beton allein nicht immer vollkommen gewachsen wäre. In unserm Beispiel 2 wird die Scherkraft am Auflager

$$Q = {}^1/_2 \,.\, 3500 \,.\, 3{,}2 = 5600\ kg,$$

somit die Schubspannung im Beton annähernd

$$\tau = Q : t\,z = 5600 : 16 \,.\, 26{,}67 = 13\ kg/cm^2.$$

Diese Spannung kann dem Beton leicht gefährlich werden, und man thäte gut daran, die Balken trapezförmig zu gestalten oder konsolartig in die Platten überzuführen. In den Zeichnungen der Patentschrift ist dies auch geschehen, in der Praxis habe ich jedoch diese Vorsichtsmassregel nie angetroffen.

Die Wirkungsweise der Bügel besteht aber nach meiner Ansicht eher darin, dass sie den in der Richtung der Zugkurven wirkenden Zugspannungen widerstehen und das frühzeitige Eintreten von Rissen verhüten. Zu dem Ende müssten sie freilich annähernd unter 45^0 gestellt werden; doch würde diese Anordnung die Herstellung nicht unbedeutend erschweren.

Dass die Bügel auch in senkrechter Stellung die Tragkraft des Balkens erhöhen, wird man kaum in Abrede stellen können; in wie weit aber obige Formel auf Zuverlässigkeit Anspruch machen kann und den thatsächlichen Verhältnissen entspricht, lässt sich auf theoretischem Wege schwerlich bestimmen. Hier wären vergleichende Versuche am Platze.

Berechnung der Säulen.

Die Tragfähigkeit von Säulen wird von Hennebique und seinen Vertretern in der Weise berechnet, dass die Querschnittsfläche des Betons mit 25, die des Eisens mit 1000 kg/cm^2 multipliciert und die Produkte addiert werden. Dass sich die Spannungen in Eisen und Beton notwendig wie deren Elasticitätsmasse verhalten müssen, wird hierbei übersehen; auf Knickgefahr wird in keiner Weise Rücksicht genommen.

Um richtig zu rechnen, muss man in folgender Weise vorgehen: Man multipliciert wie früher die Eisenfläche mit $\alpha = 10$ und addiert sie zur Betonfläche. Dann ist die Spannung im Beton gleich der belastenden Kraft, geteilt durch die Gesamtfläche und die Spannung im Eisen zehnmal so gross.

Bei längeren Säulen ist die Knickgefahr zu berücksichtigen. Hierzu verwendet man am besten, analog wie beim Gusseisen, mit dem der Beton hinsichtlich seines elastischen Verhaltens grosse Aehnlichkeit besitzt, die Schwarz-Rankine'sche Formel

$$\sigma_k = \frac{\sigma}{1 + 0{,}0001\,(l : i)^2}$$

worin σ die zulässige Druck-Beanspruchung des Betons (30—35 kg), l die Knicklänge und i den Trägheitshalbmesser bezeichnet. Letzteren bestimmt man aus der Formel $i = \sqrt{J : F}$, worin J und F wie früher zu berechnen sind. Die Knicklänge l nimmt man, teilweise Einspannung voraussetzend, gleich $^3/_4$ der Säulenlänge an.

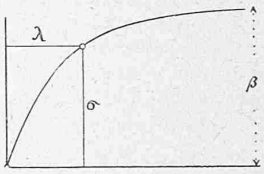
Zur Begründung obiger Formel sei folgendes bemerkt:

Unter den verschiedenartigen Gleichungen, die sich für die Deformationskurve des Betons (und des Gusseisens) aufstellen lassen, scheint uns die Gleichung

$$\sigma = \beta\,(1 - e^{-1000\lambda})$$

die passendste zu sein. Es bedeutet β die Bruchspannung und λ die relative Verkürzung. Berechnet man an der Hand dieser Gleichung zusammengehörende Werte von σ und λ und trägt sie auf, so bekommt man (Figur 20) eine Kurve, die mit der von Hartig (Civilingenieur 1893, Taf. XXIII) und von Tetmajer (Mittlgn. VII. Heft) durch Versuche abgeleiteten so gut übereinstimmt, als es in Anbetracht der schwankenden Verhältnisse erwartet werden kann.

Fig. 20.



Differenziert man σ nach λ, so bekommt man das Elasticitätsmass

$$E = \beta \,.\, 1000 \,.\, e^{-1000\lambda} = 1000\,(\beta - \sigma).$$

Setzt man diesen Ausdruck in die bekannte Euler'sche Knickformel ein, so erhält man

$$P = \frac{\pi^2\,E\,J}{l^2} = \frac{\pi^2\,1000\,(\beta - \sigma)\,J}{l^2}$$

oder, wenn man P durch $F\sigma$, J durch $F i^2$ und π^2 durch 10 ersetzt,

$$\sigma = \frac{\beta}{1 + 0{,}0001\,(l : i)^2}$$

Fig. 21.

Beispiel: Wie gross ist die Tragkraft einer Säule vom Querschnitt der Figur 21 bei einer freien Länge von 7,2 m und einer zulässigen Inanspruchnahme des Betons von 30 kg/cm^2?

Es ist

$F = 40^2 + 10 \,.\, 4\,\pi\, 1{,}8^2 = 1600 + 407 = 2007\ cm^2$

$J = 1/12 \,.\, 40^4 + 407 \,.\, 15^2 = 213333 + 91575 = 304908\ cm^4$

$i = \sqrt{304908 : 2007} = 12{,}3\ cm$

$l = {}^3/_4 \,.\, 720 = 540\ cm$

$$\sigma_k = \frac{30}{1 + 0{,}0001\,(540 : 12{,}3)^2} = 25\ kg/cm^2$$

$P = 25 \,.\, 2007 = 50\,175\ kg.$

(Nach Hennebique'scher Rechnungsweise bekommt man $P = 25 \,.\, 1600 + 1000 \,.\, 40{,}7 = 80\,700\ kg$).

Obige Berechnungsart gilt zunächst nur, wenn die Säule lotrecht und centrisch belastet wird. Meistens werden die Säulen excentrisch belastet, das heisst zu der lotrechten Last treten noch Biegungsmomente hinzu. Ist die Excentricität geringfügig (z. B. bei grossen Eigenlasten und kleiner zufälliger Last), so wird man der Einfachheit zu lieb obige Rechnungsart beibehalten und sich darauf beschränken, die Knicklänge etwas höher anzusetzen. Bei stärkerer Excentricität dagegen muss die Säule auf zusammengesetzte Festigkeit berechnet werden, das heisst nach dem Verfahren, das im 3. Beispiel erläutert worden ist.

Berechnung von Bogenträgern.

Handelt es sich um die statische Berechnung eines Bogenträgers, so wendet man am besten die Methoden an, die sich auf die Elasticitätstheorie stützen; sie stehen bei eisernen Bogenträgern längst im Gebrauch und kommen

auch bei steinernen Gewölben mehr und mehr in Anwendung.

Man teilt den Bogenträger in Elemente ein, berechnet unter Verzehnfachung der Eisenquerschnitte deren Trägheitsmomente und hieraus die „elastischen Gewichte"; diese setzt man durch fünf Seilpolygone zusammen und bekommt hierdurch die Einflusslinien für die Auflagerdrücke von Einzellasten, aus denen sich diejenigen für ganze Belastungen leicht ableiten lassen*). Wenn man will, kann man für die einzelnen Querschnitte Kernpunkte und ungünstigste Belastungen bestimmen; doch wird man sich gewöhnlich darauf beschränken, den Fall der vollen und den der halbseitigen Belastung durchzurechnen. Die Berechnung der Spannungen hat schliesslich in derselben Weise zu geschehen, wie es im Beispiel 3 gezeigt worden ist.

Schlussbemerkungen.

Auch die sorgfältigste statische Berechnung ist wertlos, wenn nicht eine sorgfältige Ausführung damit Hand in Hand geht. Sich bei Hennebique-Bauten einfach auf die vom Unternehmer zugesagte Garantie zu verlassen, ist ein unrichtiger Standpunkt. Wie bei allen andern Bauten, bestehen sie aus Eisen, Mauerwerk oder Holz, so sollte der Bauherr, bezw. dessen technischer Vertreter auch bei solchen aus Beton mit Eiseneinlage eine technische Aufsicht als selbstverständlich ansehen. Dazu gehört einerseits eine Prüfung der verwendeten Baumaterialien, bestehend in den üblichen Eisen- und Cementproben und in Festigkeitsproben mit ganzen Betonkörpern. Und zweitens gehört dazu eine sachgemässe Beaufsichtigung der Arbeitsweise, eine Beaufsichtigung, die sich auf die Mischungsverhältnisse von Cement, Sand und Kies, auf richtige Behandlung des Betons, auf sorgfältiges Stampfen, auf feste Verschalung, auf genaues Einhalten der Masse und alle sonstigen Massregeln erstreckt, die eine vorzügliche Arbeit zu sichern geeignet sind. Ein Bedingnisheft sollte alle massgebenden Punkte feststellen und den Unternehmer, bezw. dessen Arbeiter verhindern, sich im Vertrauen auf gutes Glück eine nachlässige Arbeitsweise anzugewöhnen. Nur so kann verhütet werden, dass gelegentlich in der Ausführung der aus Beton und Eisen bestehenden Bauwerke Nachlässigkeiten Platz greifen, die unter Umständen zu höchst unliebsamen Misserfolgen führen und die neue Bauweise in Misskredit bringen.

*) Vgl. Lexikon der ges. Technik, Bd. II, S. 561 u. Bd. IV, S. 658.

Landhaus in Thalweil bei Zürich.

Architekt: Prof. *Albert Müller* in Zürich.

Das an der Seestrasse in Thalweil gelegene Landhaus (siehe Abbild. S. 62 u. 63) gehört dem Färbereibesitzer Herrn August Weidmann. Es ist für zwei Wohnungen eingerichtet, welche gegenwärtig an Angestellte der Firma vermietet sind. In der Grundrissdisposition wurde die herrliche Lage mit dem Blick sowohl auf See und Gebirge, als auch gegen die Stadt hin möglichst ausgenützt. Das Erdgeschoss und der I. Stock enthalten je fünf Zimmer, Veranda, Bad, Küche mit kleiner Veranda, Speisekammer und Abort. Im Dachgeschoss sind noch Gastzimmer und die notwendigen Räume für die Mägde etc. untergebracht.

Bezüglich des zur Verwendung gelangten Materials ist zu erwähnen, dass der Sockel in verschiedenfarbigen Feldsteinen, die Fenster- und Thüreinfassungen der Stockwerke in rotem Sandstein ausgeführt wurden. Die Fassaden sind bis Oberkant I. Stock mit Tuffsteinen verkleidet, darüber Riegel (rot-braun) mit weissen Putzflächen. Das Dach ist mit glasierten Ziegeln abgedeckt.

Die Fensterladen wurden von *J. Walty*, Lehrer an der Kunstgewerbeschule in Zürich farbig dekoriert. Dem Charakter des Aeussern entspricht auch die Ausstattung des Innern. Die Speisezimmer erhielten Täfelung in Lerchenholz. Die Holzdecken derselben sind mit Flachschnitzereien geziert, welche von Prof. *J. Regl* ausgeführt und von *J. Schmid* gemalt wurden. Die Stuckdecken der Salons haben *J. Martin & Cie.* in freier Auftragearbeit hergestellt. Das Haus hat elektrische Beleuchtung und eine Niederdruck-Wasserheizung, letztere von Gebr. *Sulzer* in Winterthur. Die Baumeister- und Zimmerarbeiten waren an die Herren *Ludwig & Ritter* in Thalweil vergeben.

Alb. Müller.

Miscellanea.

Dampfkraft für Erzeugung elektrischen Stromes in Preussen 1898. Da in Preussen der bei weitem grösste Teil des benutzten elektrischen Stromes durch Dampfkraft erzeugt wird, so gewähren die alljährlichen statistischen Aufnahmen über die zur Erzeugung elektrischen Stromes dienenden Dampfentwickler und Dampfmaschinen ein annähernd richtiges Bild von der steigenden Verwendung der Elektricität in Preussen. Die statistischen Ermittelungen für den Anfang des Jahres 1898, welche in der «Stat. Korr.» mitgeteilt werden, lassen den bedeutenden Aufschwung in dieser Richtung erkennen. Es dienten in den privaten und staatlichen Unternehmungen Preussens, mit Ausnahme derjenigen der Verwaltung des Landheeres und der Kriegsmarine, zum Betriebe von Dynamomaschinen

zu Anfang	ausschliesslich		gleichzeitig zu anderen Zwecken		zusammen	
	Dampfmaschinen	*P. S.*	Dampfmaschinen	*P. S.*	Dampfmaschinen	*P. S.*
1891	794	39 610	189	9 879	983	49 489
1892	998	55 396	262	13 691	1 260	69 087
1893	1 218	66 528	189	9 517	1 407	76 045
1894	1 459	84 598	320	16 866	1 779	101 464
1895	—	—	—	—	—	—
1896	1 925	124 566	533	32 866	2 458	157 432
1897	2 186	149 096	651	42 839	2 837	191 935
1898	2 490	201 396	815	57 330	3 305	258 726

Die Gesamtzahl der in Rede stehenden Dampfmaschinen hob sich also seit sieben Jahren auf fast das Vierfache, deren Leistungsfähigkeit aber auf über das Fünffache. Im Laufe des Jahres 1897 allein nahm die Gesamtzahl dieser Maschinen um 468 oder 16,5 % und ihre Leistungsfähigkeit um 66 791 *P. S.* oder 34,8 % zu; hierbei kam auf diejenigen Maschinen, welche ausschliesslich elektrische Energie erzeugen, eine Vermehrung um 304 und 52 300 *P. S.* oder um 13,9 bezw. 35,1 % und auf diejenigen, welche gleichzeitig auch noch anderen Zwecken dienen, eine solche um 164 und 14 491 *P. S.* oder um 25,2 bezw. 38,8 %.

Von besonderem Interesse sind die Hauptverwendungszwecke des in Preussen durch Dampfkraft gewonnenen elektrischen Stromes; nach dieser Richtung wurde im königlichen statistischen Bureau ermittelt, dass zu Anfang 1898 elektrische Energie erzeugten

zu Zwecken	Dampfmaschinen	mit *P. S.*
1. der Beleuchtung	2 873	154 772
2. des Motorenbetriebes	61	10 785
3. einem anderen Zwecke	25	7 278
4. mehreren Zwecken zugleich, und zwar:		
a) zur Beleuchtung und Kraftübertragung	325	84 216
b) zu sonstigen Zwecken	21	1 675
zusammen	3 305	258 726

Der bei weitem grösste Teil des durch Dampfkraft erzeugten elektrischen Stromes wurde also lediglich zur Beleuchtung nutzbar gemacht; die Zahl der betreffenden Maschinen machte zu Anfang 1898 allein 86,9 % aller zur Erzeugung von Elektricität aufgestellten Dampfmaschinen aus. Der Lichterzeugung dienten aber ausserdem noch diejenigen 346 Dampfmaschinen, welche elektrischen Strom gleichzeitig hierfür und für einen bestimmten Gewerbebetrieb lieferten, wenn auch nicht genau festgestellt werden kann, in welchem Umfange sie jedem dieser beiden Zwecke gerecht wurden. Unter diesen Maschinen überwiegen bei weitem jene 325, welche gleichzeitig Strom zur Beleuchtung und zur Kraftübertragung hervorbringen. Zu ihnen gehören zunächst die für Strassenbahnen elektrischen Strom nicht nur zur Fortbewegung, sondern auch zur Beleuchtung der Fahrzeuge liefernden, sodann die Maschinen der grossen elektrischen Centralen, welche sowohl Licht wie Kraft abgeben. Dass für diese Zwecke besonders grosse Dampfmaschinen Aufstellung gefunden haben, ergiebt sich schon aus der verhältnismässig hohen durchschnittlichen Leistungsfähigkeit dieser Dampfmaschinen, welche sich nach obigen Zahlen auf 259,1 *P. S.* belief. Es werden indes in einzelnen Betrieben dieser Art Dampfmaschinen von einer bedeutend