

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 43/44 (1904)
Heft: 9

Artikel: Erprobung von Siegwart-Balken auf der Biegemaschine für verteilte Lasten
Autor: Schüle, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-24777>

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: 04.02.2026

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

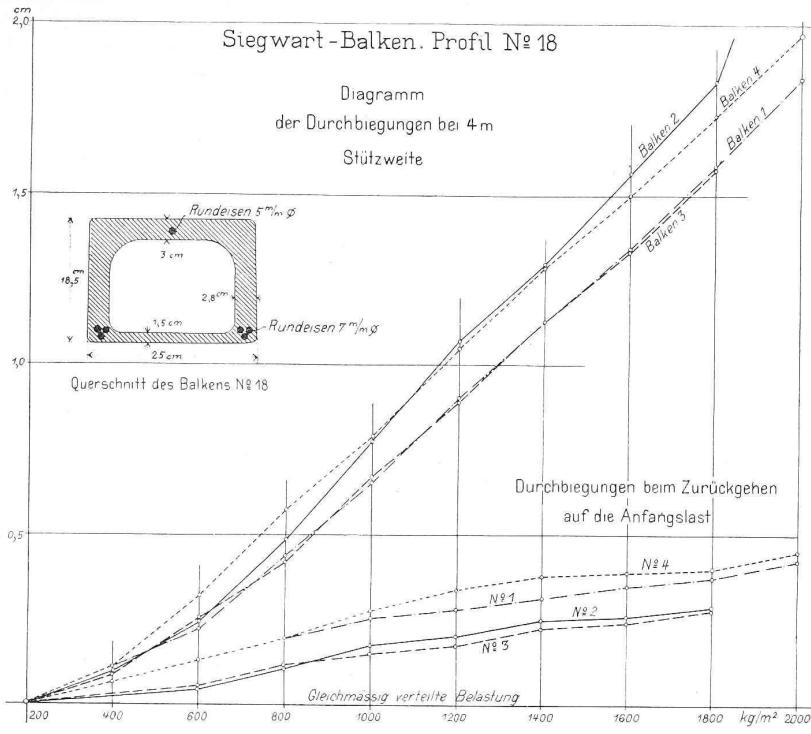


Abb. 1.

Erprobung von Siegwart-Balken auf der Biegemaschine für verteilte Lasten.

Von Prof. F. Schüle in Zürich.

Die Leser der Schweiz. Bauzeitung sind durch einen Bericht von Prof. B. Recordon im Jahre 1901 mit den Hohlbalken aus armiertem Beton, System Siegwart, bekannt gemacht worden.¹⁾ Es hat sich in den letzten Jahren die Massenfabrikation solcher Balken wesentlich entwickelt und verbessert, hauptsächlich durch das gleichzeitige Einstampfen von Balkenschichten aus zehn Stück, mechanische Trennung der einzelnen Balken durch eine Scheere im frischen Zustand des Betons und Verwendung von speziellen eisernen Formen für die Hohlräume, die ein leichtes Herausziehen ohne Beschädigung des Betons gestatten.

Belastungsproben von Deckenteilen nach diesem System sind in verschiedenen Städten ausgeführt worden; auch in der eidg. Materialprüfungsanstalt fanden im Dezember 1903 im Beisein einer Anzahl Zürcher Ingenieure und Architekten solche Proben statt. Die Resultate dieser Versuche sind durch die Publikationen der Internationalen Siegwartbalken-Gesellschaft hinreichend bekannt. Die Gleichmässigkeit in der Herstellung der Siegwart-Balken, wie sie bei Ausführung von Eisenbetonbalken im Bauwerk namentlich in Bezug auf die richtige Lage der Armierungen nicht zu erzielen ist, lässt die Frage auftreten: *in welchem Masse ist das Verhalten einzelner Balken bei einer Biegeprobe dasselbe?* Die speziell für die Untersuchungen des armierten Betons konstruierte Biegemaschine für verteilte Lasten der eidg. Materialprüfungsanstalt erlaubt es, solche Fragen in einfacher Weise experimentell zu beantworten. Die Anordnung der genannten Biegemaschine von J. Amsler-Laffon & Sohn in Schaffhausen wurde bereits in der Schweiz. Bauzeitung geschildert.²⁾

Zu den vorliegenden Versuchen wurden vier Balken Profil Nr. 18 von 4,98 m, Gesamtlänge, 18 cm Höhe und 85 cm Breite und vier Balken, Profil Nr. 15 von 4,60 m Gesamtlänge, 15 cm Höhe und 25 cm Breite verwendet; sämtliche Balken wurden auf 4,00 m Stützweite einzeln erprobt. Der Querschnitt in der Mitte dieser Balken ist mit

Angabe der Armierungen auf der Abbildung 1 und 2 ersichtlich.

Die Belastung wurde in sieben Punkten mittelst kommunizierenden Pressen im Abstand von 50 cm ausgeübt und der Druck jeweils auf die ganze Breite des Balkens durch Querstreifen aus Flacheisen gleichmässig verteilt; die Probe begann mit einer Anfangslast von 25 bzw. 50 kg auf eine Presse (200 bis 400 kg/m²), welche nach und nach gesteigert wurde; durch Zurückgehen auf die Anfangslast konnten die bleibenden Durchbiegungen in den einzelnen Phasen des Versuchs wahrgenommen werden. Die vertikalen Bewegungen des Balkens wurden in seiner Mitte und an den Auflagern beobachtet und die Durchbiegungen in Balkenmitte aus der Differenz der Ablesungen berechnet.

Die gewonnenen Resultate sind graphisch aufgetragen worden (Abbildung 1 und 2); die obere Linien entsprechen den Gesamtdurchbiegungen in Balkenmitte; die bleibenden Durchbiegungen bei der Anfangslast sind jeweils unter der entsprechenden Höchstbelastung des Balkens aufgetragen.

Der Versuch mit jedem Balken wurde soweit fortgesetzt, bis ein Sinken der Last und Brucherscheinungen eintraten. Bei den Balken Profil Nr. 18 traten feine Querrisse in der gezogenen Gurtung bei einer Belastung

von 1000 bis 1200 kg auf; bei den Balken von Profil Nr. 15 waren diese Risse bei 800 bis 1000 kg/m² Belastung zuerst sichtbar. Der Bruch trat bei den meisten Balken durch einen Längsriss in der Seitenwand ein, eine Erscheinung, die bei Erprobung von Decken bis zum Bruch

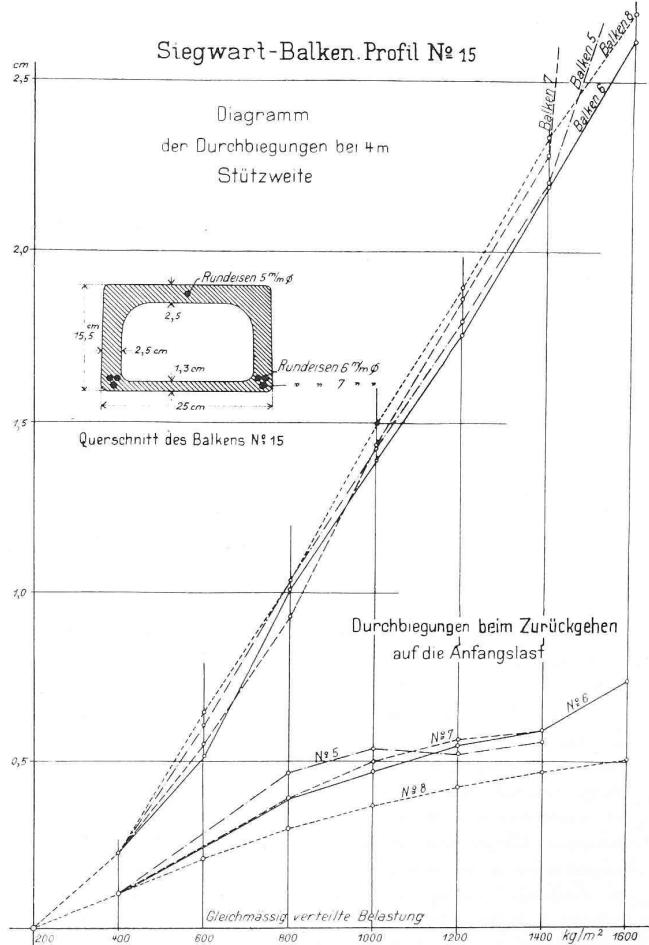


Abb. 2.

¹⁾ Bd. XXXVIII, S. 261 und S. 269.

²⁾ Bd. XLIII S. 243.

infolge des Aneinanderliegens der Balken und des Vergiessens der Zwischenfugen wohl nicht eintreten würde. Die Abbildung 3 zeigt den Balken Nr. 3 mit den Brucherscheinungen.

Bei den einzelnen Trägern ist der Bruch durch folgende Belastungen verursacht worden:

Profil Nr. 18: Balken Nr.	1	2	3	4
	2200	2000	2000	2200 kg/m ²

Profil Nr. 15: Balken Nr.	5	6	7	8
	1600	1800	1600	1800 kg/m ²

Gestützt auf diese Zahlen und auf die folgenden Angaben betreffend die zwei untersuchten Profile lassen sich annähernd die Spannungen in Eisen und Beton ermitteln wie folgt:

	Profil Nr. 18.	Profil Nr. 15.
Belastung beim Bruch	2,000	1,600 t/m ²
Biegungsmoment beim Bruch	100	80 cm.t
Widerstandsmoment	952	685 cm ³
Druckspannung im Beton	0,105	0,117 t/cm ²
Abstand von Zug- und Druckmittelpunkt	14,0	12,0 cm
Querschnitt der Armierungen	2,31	1,90 cm ²
Kraft in den Armierungen	7,15	6,67 t
Zugspannung in Eisen	3,10	3,51 t/cm ²
Max. Scheerkraft	1,0	0,8 t
Max. Scheerspannung im Beton	12,8	13,3 kg/cm ²

Die Balken vom Profil Nr. 18 waren bei der Probe etwa 6 Monate, jene vom Profil Nr. 15 etwa 8 Monate alt. Die max. Scheerspannung wurde ermittelt am Auflager ohne Rücksicht auf die Uebertragung eines Teiles der Scheerkraft durch einen der Armierungsdrähte auf jeder Balkenseite.

Die graphischen Tabellen geben einen Anhaltspunkt über die bei Versuchen mit gleichen Eisenbetonträgern zu erwartende Gleichmässigkeit der Durchbiegungen. Für kleinere Belastungen zwischen 50 und 400 kg auf 1 m² wäre es zweckmässig gewesen, die Zwischenstadien in Bezug auf die Grössen der bleibenden Durchbiegungen näher zu untersuchen; dies soll später an Hand anderer Träger noch geschehen.

Zürich, den 15. Juli 1904.

Generalversammlung des Schweiz. elektrotechnischen Vereins und des Verbandes schweiz. Elektrizitätswerke

am 21. und 22. August 1904 in St. Moritz.

Entgegen dem bisherigen Gebrauch, die Generalversammlung des V. S. E. am Nachmittag vor der Generalversammlung des S. E. V. abzuhalten, hatte man dieses Jahr vorgesehen, beide Versammlungen am gleichen Tage, den 21. August, zu veranstalten. Für die Versammlung des Verbandes war die Zeit von 8 bis 11, für diejenige des Vereins die Zeit von 11 bis 1 1/2 Uhr angesetzt. Man hatte geglaubt, dass die Zahl und die Art der Traktanden diese Zusammendrängung gestatten würden und wollte den Teilnehmern um so mehr Zeit lassen, die Schönheit der Gegend zu geniessen. Die Verhandlungen des S. E. V. liessen sich denn auch, dank der bewährten Leitung, in der vorgesehenen Zeit abwickeln, dagegen war der V. S. E. genötigt, am Vormittag des 22. August nochmals zusammenzutreten.

Wir geben im folgenden einen Auszug aus den Verhandlungen.

Generalversammlung der Verbandes schweiz. Elektrizitätswerke.

Es waren etwa 50 Werke vertreten. Die ordnungsmässigen Traktanden wurden rasch erledigt.

Die Werke im Kanton Waadt waren früher mit Rücksicht auf die kantonale Kontrolle der Starkstromanlagen nicht verpflichtet gewesen, ihre Anlagen dem Vereinsinspektorat zu unterstellen. Die letzjährige Generalversammlung¹⁾ hatte bestimmt, dass diese Sonderstellung der waadtäischen Werke nach Inkrafttreten des eidg. Gesetzes über elektrische Anlagen keine Berechtigung mehr hahe und eine entsprechende Statutenänderung beschlossen. Den waadtäischen Mitgliedern wurde bis zur diesjährigen Versammlung Frist gegeben, sich zu erklären, ob sie den technischen Prüfanstalten des S. E. V. (Starkstrominspektorat, Materialprüfanstalt, Eichstätte) als Abonementen beitreten oder aus dem Verbande aus-

treten wollten. Das wichtige und erfreuliche Resultat der diesjährigen Beratung ist, dass die waadtäischen Werke im Verbande verbleiben, den andern Mitgliedern gegenüber jedoch die Begünstigung geniessen, dass ihre Abonnementsgebühren an die technischen Prüfanstalten ungefähr im Verhältnis der Subvention des Kantons Waadt an das Vereinsinspektorat für die Inspektion der Hausinstallationen geringer sind.

In Anbetracht, dass die sehr bedeutenden Auslagen des S. E. V. für die Statistik der Elektrizitätswerke, im besondern für die Tarifstatistik, in erster Linie für die Elektrizitätswerke von Interesse und Nutzen sind, beschliesst der Verband, aus dem Ueberschuss der Rechnung für 1903/04 an den S. E. V. einer Extra-Beitrag von Fr. 400.— an die Kosten der Statistik auszurichten und nimmt in das Ausgaben-Budget für 1904/05 einen Posten von Fr. 500.— zum gleichen Zwecke auf.

Als Vorort für das Jahr 1904/05 wird gewählt die Administration des Eaux et Forêts du Canton de Fribourg (Hr. Ingenieur Maurer).

Als Delegierte des V. S. E. in der Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb werden bestätigt die Herren Direktor Allemann (E.-W. Olten-Aarburg) und Uttinger (Wasserwerke Zug).

Ueber die Glühlampenbeschaffungsfrage referiert Hr. Ing. Wagner aus Zürich, als Präsident der vom Vorstand des S. E. V. und vom Vorort des des V. S. E. zwecks Behandlung dieser Frage bestellten Kommission. Er konstatiert, dass durch die Gründung des Syndikates der Glühlampenfabrikanten wohl der Preis der Lampen gestiegen, nicht aber die erwartete Besserung der Qualität, sondern eher das Gegenteil eingetreten ist. Er betont die Notwendigkeit der Hebung der Qualität der Lampen und berichtet über die Verhandlungen der Kommission mit Vertretern des Syndikates der Glühlampenfabrikanten, sowie über die Behandlung der Frage durch die »internationale Vereinigung der Elektrizitätswerke«. Er beantragt Anschluss an das Vorgehen dieser Vereinigung, welche die Aufstellung einheitlicher Lieferungsbedingungen und Prüfungsbestimmungen für alle in der Vereinigung vertretenen Länder und die Gründung einer Einkaufsvereinigung für jedes dieser Länder anstrebt. Elektrizitätswerke, die keine Prüfseinrichtungen besitzen, würden die Lampen in den Laboratorien anderer Werke oder durch die technischen Prüfanstalten des S. E. V. prüfen lassen. Letztere würden Kontrollprüfungen ausführen in den Fällen, wo Prüfungen durch Elektrizitätswerke vom Lieferanten beanstandet wurden.

Die Versammlung ermächtigt die Glühlampenkommission gemäss den Vorschlägen des Referenten vorzugehen. Hr. Wagner wird als Delegierter des V. S. E. in der internationalen Glühlampenkommission bestimmt.

Hr. Professor Dr. Wyssling, Generalsekretär des S. E. V., teilt mit, dass die Drucklegung der Tarifstatistik, die er zufolge eines Beschlusses der letzjährigen Generalversammlung auszuarbeiten beauftragt war, sowie seines Berichtes über die Resultate derselben noch nicht erfolgen konnte. Er berichtet deshalb hierüber mündlich, in längerem Vortrage, indem er die verschiedenen Tarife vergleicht, Vor- und Nachteile derselben hervorhebt und nützliche Wegweisung für Verbesserung der Tarife gibt. (Statistik und Bericht werden im Jahrbuch des S. E. V. publiziert werden).

Die Versammlung beschliesst, dem S. E. V. die Angliederung einer statistischen Abteilung an die technischen Prüfanstalten zu beantragen, um den Generalsekretär von der enormen Arbeit, welche die Bearbeitung der Statistik der Elektrizitätswerke im allgemeinen und der Tarifstatistik im besondern erfordert, möglichst zu entlasten.

Namens der Kommission für das Studium der Sparlampenfrage referiert Herr Uttinger.

Bezüglich der Nernstlampe sind im grossen und ganzen die letztes Jahr gemachten Mitteilungen zu bestätigen. Während in Gleichstromanlagen mit guten Spannungsverhältnissen im allgemeinen ziemlich gute Erfahrungen gemacht wurden, vermag sich die Lampe in Wechselstromanlagen nicht einzubürgern. In Anlagen wo die Betriebsspannung an den Lampen mindestens 200 Volt beträgt und in engen Grenzen schwankt, scheinen immerhin ordentliche Resultate erzielt zu werden. Der Referent hebt namentlich ein neueres Modell der Nernstlampe, die »Intensivlampe« hervor und glaubt im gesamten einen Fortschritt in der Fabrikation der Nernstlampe konstatieren zu können.

Bezüglich anderer Lampenarten, wie Osmiumlampe und Miniaturbogenlampen, liegt noch kein genügendes Material vor, um bestimmte Schlüsse ziehen zu können.

Herr Filliol, Oberingenieur der Materialprüfanstalt des S. E. V. berichtet über Versuche an Schmelzsicherungen für Stromstärken bis 40 Amp. Die Sicherungen wurden geprüft auf Genauigkeit der Kalibrierung, auf Erwärmung, Spannungsabfall und Isolationswiderstand. Die Genauigkeit der Kalibrierung lässt namentlich bei Sicherungen für kleine Stromstärken noch zu wünschen übrig. Bei den Sicherungen einer Firma beeinträchtigt das Anbringen der Schmelzmarke (welche erkennen lassen soll, ob der

¹⁾ Bd. XLII S. 96 und 106.

Nous avons pu ainsi construire et représenter sur la fig. 5 les courbes de détente AC DE FG HJ dont l'équation

$$T = T_0 \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}} e^{\frac{b}{a\gamma} (T_0 - T)}$$

donne, au point C par exemple, la température:

$$T = 2050 \left(\frac{1}{50} \right)^{0,28} e^{0,205 \cdot 1,16} \\ = 2050 \cdot \frac{1}{2,99} \cdot 1,27 = 880^{\circ} \text{ absolu.}$$

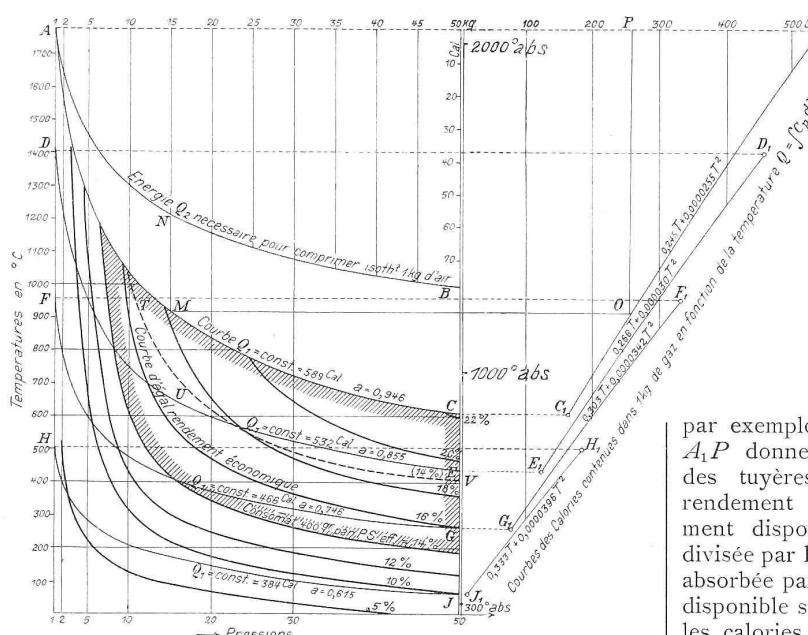


Fig. 5.

Ces courbes font connaître les chutes de température et au moyen des courbes de droite les chutes de chaleur en fonction des pressions initiales pour un mélange donné.

Connaissant ces chutes de chaleur en calories Q , la vitesse d'écoulement des gaz, les dimensions des tuyères de détente, ainsi que la grandeur des sections de passage offertes au fluide moteur, se déterminent comme dans les turbines à vapeur.

8. Revenons au rendement économique du turbomoteur que nous définirons par le rapport entre la puissance disponible sur l'arbre et la dépense qui lui correspond représentée par le pétrole consommé.

Pour évaluer les différentes grandeurs qui interviennent choisissons comme unité la calorie. Soient donc par kg de fluide parcourant le cycle de la turbine:

Q_1 = les calories apportées par le pétrole dans la chambre,

Q_2 = l'équivalent calorifique de l'énergie fournie à la turbine sous forme d'air comprimé,

Q_3 = la chaleur rejetée à l'échappement,

Q_4 = l'équivalent calorifique du travail de compression isothermique de l'air,

η_1 = le rendement total de la turbine,

η_2 = le rendement total du compresseur par rapport à l'isotherme.

Le rendement économique ϱ prendra la forme suivante:

$$\varrho = \frac{(Q_1 + Q_2 - Q_3) \eta_1 - \frac{Q_4}{\eta_2}}{Q_1}$$

Le kg envisagé étant formé par a kg d'air, e kg d'eau, p kg de pétrole nous aurons simplement:

$$Q_1 = 11000 \cdot p, \\ 11000 \text{ étant la puissance calorifique du pétrole,}$$

$Q_4 = ARTL \frac{p_1}{p_2} \cdot a = 20,8 a L \frac{p_1}{p_2}$,
 p_1 et p_2 étant les pressions absolues d'amont et d'aval du compresseur et T étant égal à 300° absolus.

$Q_1 + Q_2 - Q_3 = C_p (T_1 - T_2)$,
 T_1 et T_2 étant les températures du fluide avant et après la détente et C_p sa chaleur spécifique moyenne entre T_1 et T_2 .

En admettant une turbine et un compresseur également bien appropriés pour chaque cas nous pouvons poser:
 $\eta_1 = 0,60 = \text{const}$, $\eta_2 = 0,80 = \text{const}$.

La courbe AB de la fig. 5 nous donne les valeurs de $ARTL \frac{p_1}{p_2}$ en fonction de p_1 , il suffit de multiplier ses ordonnées par le facteur a pour obtenir Q_4 dans chaque cas.

Pour une température d'amont donnée, a et p sont constants, donc Q_1 sera constant le long des courbes de détente AC , DE , FG , HJ ; le terme Q_4 sera une fraction constante des ordonnées de la courbe AB ; $Q_1 + Q_2 - Q_3$ s'obtiendra par le procédé précédemment décrit à l'aide des courbes représentées à droite sur la fig. 5.

Il est donc très simple d'établir la valeur du rendement économique en chaque point d'une courbe de détente. Ainsi par exemple pour le point M de la courbe AC , la distance $A_1 P$ donne l'énergie théoriquement disponible à la sortie des tuyères de la turbine. Celle-ci multipliée par le rendement de la turbine représentera l'énergie effectivement disponible. La distance $N 15$ multipliée par a et divisée par le rendement du compresseur, représente l'énergie absorbée par ce dernier. En retranchant celle-ci de l'énergie disponible sur l'arbre de la turbine et en divisant le tout par les calories introduites sous forme de pétrole, nous aurons le rendement économique de la machine au point M :

$$\varrho = \frac{285,06 - 0,946 \frac{56,5}{0,8}}{589} = \infty 18\%,$$

c'est à dire le rendement pour une température à l'échappement d'environ 920° C , et une pression initiale de 15 kg .

En reliant entre eux les points de ces courbes de détente qui ont un rendement à cote ronde nous avons pu tracer les courbes d'égal rendement économique comme elles sont représentées sur la fig. 5.

Les points du plan pT situés au-dessus de la courbe

Erprobung von Siegwartbalken.

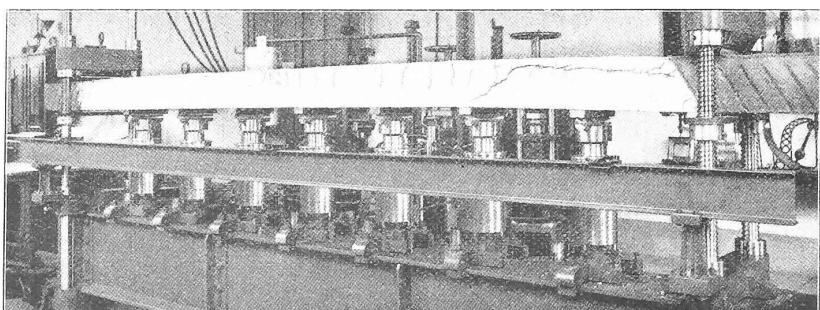


Abb. 3. Balken Profil Nr. 18 auf der Biegemaschine mit den Brucherscheinungen.

14% correspondent à une consommation inférieure à 400 gr par cheval heure effectif.

La région GTC est donc seule intéressante.

En admettant $0,6$ au lieu de $0,8$ pour coefficient de rendement du compresseur la courbe correspondant précédemment à 14% de rendement vient en TUV (fig. 5).

La surface que ces courbes d'égal rendement déterminent dans l'espace confirme le fait reconnu dans nos essais qu'il y a grand intérêt à employer de hautes pressions et de hautes températures.