

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 19/20 (1892)  
**Heft:** 22

**Artikel:** Ueber Bremsversuche an einer Girard-Turbine von 500 Pferdestärken und über ein neues Verfahren bei der Bremsung von Turbinen  
**Autor:** Steiger, Friedr. v.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-17469>

### **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:** 05.02.2026

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

INHALT. Ueber Bremsversuche an einer Girard-Turbine von 500 Pferdestärken und über ein neues Verfahren bei der Bremsung von Turbinen. III. — Compound Schnellzug-Locomotive der Jura-Simplon-Bahn. I. — Wettbewerb für die Umgestaltung des Marktplatzes in Basel. III. — Gutachten der HH. Collignon und Hauser über den Mönchensteiner Brückeneinsturz. — Miscellanea: Staats- oder Privat-

bahnen? Schweiz. Eisenbahndepartement. Neue Tonhalle in Zürich. Bahnhof Luzern. — Concurreren: Concerthalle für das eidg. Sängereisen in Basel. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittlung.

Hiezu eine Beilage (Doppeltafel): Compound Schnellzug-Locomotive der Jura-Simplon-Bahn. Erbaut von der Schweiz. Locomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur.

## Ueber Bremsversuche an einer Girard-Turbine von 500 Pferdestärken und über ein neues Verfahren bei der Bremsung von Turbinen.

Von Ing. Friedr. v. Steiger in Basel.

### III. (Fortsetzung anstatt Schluss.)

Von den hier abgeleiteten Sätzen wird im Folgenden Gebrauch gemacht werden zur Ermittlung der grössten Leistung und des Nutzeffectes der 500-pferdigen Turbine.

Als die Turbine bei 10 geöffneten Zellen sich festbremste, wurde versucht, das statische Moment zu bestimmen; es gelang jedoch nicht die Waage von 1500 kg Tragkraft mit 1600 kg Belastung zum Einspielen zu bringen. Es wurden dann zwei Zellen geschlossen und man erhielt für den auf Hebelnde reducirten statischen Wasserdruck von acht Zellen:

$$P_{08} = 1291 \text{ kg.}$$

Der Leitradquerschnitt für 8 Zellen ist  $F_8 = 0,015608 \text{ m}^2$

Der statische Wasserdruck für 10 Zellen wird somit auf Hebelnde reducirt:

$$P_{010} = \frac{F_{10}}{F_8} P_{08} = 1,26083 \cdot 1291 = 1627,73 \approx 1628 \text{ kg. (10)}$$

Dieser Werth kann auch direct berechnet werden aus Gleichung 9, es ist bei dieser Turbine  $\alpha = \delta = 18^\circ$ ; es folgt:

$$P_{t0} = (c \cdot 1 + \cos(\alpha + \delta)) \cos \alpha \gamma F_2 b = \\ c = 1 + \cos 36^\circ \cos 18^\circ \cdot 1000 \cdot 2 \cdot 51,5 \cdot F. \\ P_{t0} = 177206,35 F.$$

Dieser Druck wirkt im mittleren Radius  $R$  der Turbine; derselbe ist:

$$R = \frac{r_1 + r_2}{2} = \frac{1,5 + 1,68}{2} = 1,590 \text{ m (siehe Fig. 1).}$$

Die Länge  $l$  des Bremshebels war 2,765 m.

Das Verhältniss der beiden Radien ist folglich

$$\frac{R}{l} = \frac{1,590}{2,765} = 0,57504.$$

Auf Hebelnde reducirt ist der statische Wasserdruck

$$P_0 = P_{t0} \cdot \frac{R}{l} = 101900,74 F.$$

Für 10 Zellen erhält man

$$P_{010} = 2005,30 \text{ kg} \approx 2005 \text{ kg.}$$

Dieser Werth ist etwas höher als der in 10 gefundene; es war dies zu erwarten, da in den Ableitungen dem Widerstande des Wassers in den Leit- und Radschaufeln keine Rechnung getragen wird.

Der Widerstandcoefficient des Leitrades von 0,95 entspricht einem Verluste von 10%; im Laufrade beträgt der Verlust ungefähr die Hälfte, d. i. 5%; ferner rechnet man gewöhnlich noch 2% für die Schaufelstösse, zusammen also 17%. In vorliegendem Falle erhält man

$$100 \frac{2005 - 1628}{2005} = 18,6\%.$$

Diese Uebereinstimmung für solche Versuche ist vollkommen ausreichend. Der Verlust von 18,6% zeigt, dass wegen der grossen Geschwindigkeiten die Reibungswiderstände etwas bedeutender sind.

Für fünf Zellen wird der statische Wasserdruck am Hebelnde

$$P_{05} = \frac{F_5}{F_{10}} P_{010} = 0,4952 \cdot 1628 = 806,19 \text{ kg.}$$

Die Leergangsgeschwindigkeiten sind für zwei, drei, vier, fünf und zehn Zellen beobachtet worden; für vorliegende Untersuchungen haben nur die von fünf und zehn Zellen Interesse. Es wurde erhalten:

für 5 Zellen 154 Umdrehg. pro Min.

„ 10 „ 175 „ „ „ im Maximum.

„ 10 „ 172 „ „ „ aus drei Beobachtungen.

Bei diesen Umdrehungen ist jedoch die gesammte Reibungsarbeit der Zapfen, herrührend von den Gewichten der Wellen, Bremscheibe, Kuppelungen, Laufrad und Wasserdruck, überwunden worden; die Geschwindigkeiten sind daher etwas zu gering.

Eine Betrachtung der Gl. 4 für den Wasserdruck lässt erkennen, dass derselbe bei dem Leergange = 0 ist, da  $\frac{c \cos \alpha - v}{g} = \frac{V - V}{g} = 0$  wird; es erübrigt somit nur die Reibungsarbeit der drehenden Maschinentheile.

Deren Gewichte betragen:

Gewicht der noch aufgekeilten Bremscheibe	1195 kg.
„ „ Welle (nicht abgelöst)	788 „
„ „ Turbinenwelle	1914 „
„ „ Kuppeltheile	918 „
„ des Laufrades	3180 „
Zusammen	7995 kg.

Der Lagerdurchmesser beträgt 0,222 m, somit die Reibungsarbeit bei  $n$ -Umdrehungen und einem Reibungscoefficienten  $F = 0,05$ :

$$L_r = G f \frac{d \pi n}{60} = 7995 \cdot 0,05 \frac{0,222 \cdot 3,1416}{60} n = 4,944 n \text{ mkg. (11)}$$

Für  $n = 154$  ist  $L_r = 761,38 \text{ mkg} = 10,15$  Pferdestärken.

„ „  $n = 172$  „ „ = 850,37 „ = 11,34 „

„ „  $n = 175$  „ „ = 865,20 „ = 11,54 „

Die durch diese Arbeiten hervorgerufene Geschwindigkeitsverminderung lässt sich aus Gleichung 4 bestimmen, wenn sie mit  $v$  multiplicirt wird:

$$P_t v = (1 + \cos 36^\circ) \frac{Q \gamma}{g} (c \cos 18^\circ = v) v = L_r \text{ (12)}$$

Hierin die bekannten Werthe eingesetzt:

$$c = 0,95 \sqrt{2 g b} = 30,20 \text{ m;}$$

für zehn Zellen:

$$1,809 \frac{532}{9,81} (28,72 - v) v = L_r$$

$$v^2 - 28,72 v + 0,0102 L_r = 0, \text{ woraus}$$

$$v = 14,36 \pm \sqrt{206,21 - 0,0102 L_r}$$

man erhält hieraus

$$\text{bei } 172 \text{ Umdrehungen } v = 14,36 + 14,05 = 28,41 \text{ m.}$$

$$\text{„ } 175 \text{ „ } v = 14,36 + 14,05 = 28,41 \text{ „}$$

Die Leergangsgeschwindigkeit soll betragen

$$V = c \cos \alpha = 30,2 \cdot 0,951 = 28,72 \text{ m.}$$

Für die Widerstände wird eine secundliche Anfangsgeschwindigkeit von  $\Delta v = 28,72 - 28,41 = 0,31 \text{ m}$  verzehrt; in Umdrehungen pro Minute ergibt dies, wenn  $D$  der innere Laufraddurchmesser = 3,00 m,

$$\Delta n \frac{\Delta v \cdot 60}{D \pi} = 1,98 \approx 2 \text{ Umdrehungen.}$$

In gleicher Weise findet man für fünf Zellen

$$\Delta n = 3,6 \approx 4.$$

Die wirklichen Leergangsgeschwindigkeiten ergeben sich:

$$\left. \begin{array}{l} \text{bei } 10 \text{ Zellen zu } 175 + 2 = 179 \text{ Umdrehg. im Max.} \\ \text{„ } 10 \text{ „ „ } 172 + 2 = 174 \text{ „ „ Mittel} \\ \text{„ } 5 \text{ „ „ } 154 + 4 = 158 \text{ „ „} \end{array} \right\} (13)$$

Diesen Umdrehungen entsprachen Umfangsgeschwindigkeiten von 28,12 m, 27,33 m und 24,82 m.

Die Leergangsgeschwindigkeit sollte betragen wie gefunden

$$V = c \cos \alpha = 30,2 \cdot 0,951 = 28,72 \text{ m.}$$

Die erhaltenen sind geringer, was darauf hinweist, dass die Reibungswiderstände eher zu gering angenommen

wurden; der Reibungscoefficient mit 0,05 ist in der That gering gewählt und nimmt man hierfür 0,08 nicht zu hoch. Nicht berücksichtigt ist der Luftwiderstand, der hier sehr bedeutend ist, da der grösste Theil des Rades in der Luft sich bewegt, derselbe tritt bei der kleinen Zellenzahl stark hervor.

Obiger Maximalwerth würde nach frisch geölten Lagern erhalten.

Wäre die Turbine voll geöffnet worden, so würde die Leergangsgeschwindigkeit sich noch etwas erhöht haben, etwa auf 181 Umdrehungen.

Bei der berechneten Leergangsgeschwindigkeit sollten die Umdrehungen betragen  $\frac{28,72 \cdot 60}{D \pi} = 182,8$  pro Minute. Die Umdrehungen bei normalem Gange ergeben sich dann zu  $\frac{182,4}{2} = 91,4$  pro Minute.

Von der Fabrik sind für den Motor 91 Umdrehungen pro Minute angegeben worden.

Nachdem die Leergangsgeschwindigkeit und der statische Wasserdruck bekannt sind, so erhält man nach Satz II die grösste Leistung des Motors bei zehn Zellen

Bei voller Beaufschlagung dürfte sich der Nutzeffect noch um 2% erhöhen, so dass sich derselbe im Maximum auf 79%, im Mittel auf 77% beziffern dürfte.

Die zweite Hälfte hat etwas grösseren Leitradquerschnitt, sie wird daher auch etwas mehr Wasser durchlassen; der Querschnitt ist  $F_1 = 0,020047 \text{ m}^2$ ; die erste Hälfte hat  $0,019679 \text{ m}$  und liefert  $0,5317 \text{ m}^3$  pro Secunde; die zweite Hälfte wird folglich ergeben

$$\frac{0,020047}{0,019679} \cdot 0,5317 = 0,5416 \text{ m}^3.$$

Der ganze Motor wird somit consumiren  $1,0733 \text{ m}^3$ .

Die absolute Wasserkraft dieses Quantums bei  $51,8 \text{ m}$  beträgt

$$Na = \frac{51,8 \cdot 1,0733 \cdot 1000}{75} = 714,6 \text{ Pferdestärken.}$$

Der Motor wird folglich abgeben

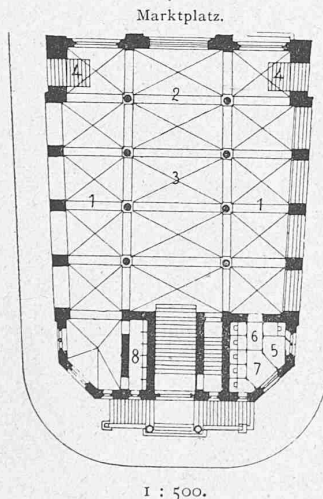
im Maximum bei 79%  $0,79 \cdot 714,6 = 564,5$  Pferdestärken.

„ Mittel „ 77%  $0,77 \cdot 714,6 = 550,25$  „

Die Turbine war geliefert für 500 Pferdestärken mit  $1 \text{ m}^3$  Aufschlagwasser bei 75% Nutzeffect; sie wird den an sie gestellten Anforderungen in jeder Richtung gerecht.

### Wettbewerb für die Umgestaltung des Marktplatzes in Basel.

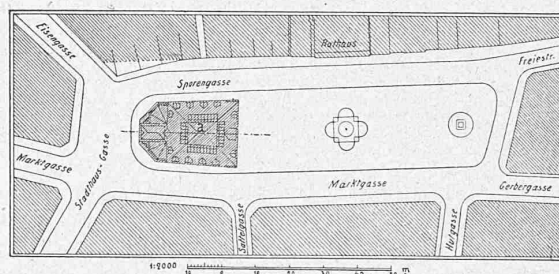
III. Preis (a). — Motto: „Holbein“. — Verfasser: *Franz Steffens* und *Oscar Weber*, Architekten von Wetzikon (Ct. Zürich).



1 : 500.

Stadthausgasse.

Grundriss vom Erdgeschoss.



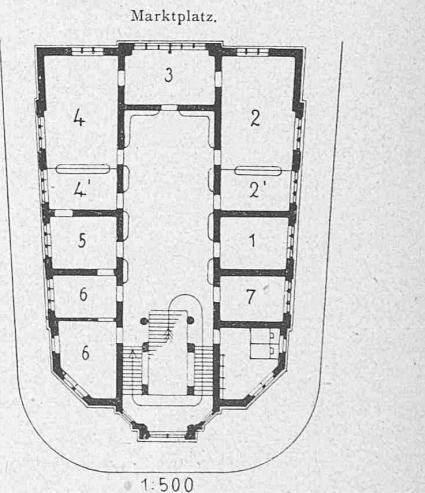
Lageplan.

Legende zum Grundriss vom Erdgeschoss:

1. Marktstände, 2. Buttermarkt, 3. Oeffentl. Waage, 4. Treppe zum Keller, 5. Wärterzimmer, 6. Oeffentl. Abtritt (Frauen), 7. Oeffentl. Abtritt (Männer), 8. Pissoirs.

Legende zum Grundriss vom ersten Stock:

1. Steuer-Verwalter, 2. Gemeindesteuer, Brandversicherung etc., 2'. Schalterraum, 3. Finanz-Vorsteher, 4. Staats-Casse, 4'. Schalterraum, 5. Wartzimmer, 6. Steuerbezug, 7. Disponibel.



1 : 500

Stadthausgasse.

Grundriss vom ersten Stock.

mit einer Hebelbelastung von  $P = \frac{1628}{2} = 814 \text{ kg}$  (aus 10)

und bei  $n = \frac{179}{2} = 89,5$  im Maximum,

„ „  $n = \frac{174}{2} = 87$  „ Mittel,

somit für die Leistung in Pferden bei  $2,765 \text{ m}$  Hebellänge

$Ne = 0,00386 P n = 281,21$  Pferdestärken im Maximum.

und  $273,36$  „ „ Mittel.

Nach der Tabelle über die Resultate der Bremsversuche beträgt die absolute Wasserkraft  $Na = 365,1 \text{ P. S.}$ ; es resultirt folglich für den Nutzeffect in %

$$\eta = 100 \frac{281,21}{365,1} = 77,0\% \text{ im Maximum.}$$

$$\text{und } 100 \frac{273,36}{365,1} = 74,9\% \text{ im Mittel.}$$

Für fünf Zellen findet sich

$$P = \frac{806}{2} = 403; \quad n = \frac{158}{2} = 79; \quad Na = 180,8$$

$$Ne = 0,00386 \cdot 403 \cdot 79 = 122,90 \text{ Pferdestärken}$$

$$\eta = 100 \frac{122,9}{180,8} = 68\%.$$

Die an der Bremse erhaltenen Werthe sind durchwegs höher und daher letztere wahrscheinlicher. Versuch Nr. 4 zeigt die grösste Annäherung.

Wird aus den Versuchsreihen 1-6 der Tabelle für die Ergebnisse der Bremsversuche für  $P$  und  $n$  der Mittelwerth genommen und hierauf  $Ne$  und  $\eta$  berechnet, so erhält man:

$$P = 823 \text{ kg}; \quad n = 86,3; \quad Ne = 276,13; \quad \eta = 75,6\%,$$

Werthe, die sehr nahe mit den nach der neuen Methode gefundenen Mittelwerthen übereinstimmen.

Versuch Nr. 7 wurde nicht berücksichtigt, da dessen Ergebnisse ausser aller Wahrscheinlichkeit liegen.

(Schluss folgt.)

### Compound Schnellzug-Locomotive der Jura-Simplon-Bahn.

Von Oberingenieur *R. Weyermann* in Bern.  
(Mit einer Doppeltafel.)

I.

Die auf 1. Januar 1890 vollzogene Fusion der Jura-Bern-Luzern- und Westbahn hatte schon im nämlichen Jahre aus verschiedenen, hier nicht zu erörternden Gründen eine wesentliche Vermehrung der Züge zur Folge.

Im Jahre 1891 überstieg die Fahrleistung die Summe der Leistungen der getrennten Bahnnetze pro 1889 um nahezu eine Million Locomotivkilometer.