

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Band:** 13/14 (1889)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Die Berücksichtigung der hin- und hergehenden Massen beim Kurbelmechanismus  
**Autor:** Fliegner, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-15605>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.11.2024

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

man  $P = 0$  setzen darf, die Kraft  $Q$  mit einer Druckhöhe von 1,52 m fortbestehen und auf die Packung des Presscylinders einen Druck  $f = 128,81 t$  ausüben.

Das sind starke Seitenpressungen, die man vermeiden muss, auch dann, wenn der Bruch des Presscylinders in Anderton andern Ursachen zuzuschreiben ist. (Fortsg. folgt.)

### Die Berücksichtigung der hin- und hergehenden Massen beim Kurbelmechanismus.

Der Einfluss der hin- und hergehenden Massen beim Kurbelmechanismus wird gegenwärtig, nach *Radingers* bekannten grundlegenden Untersuchungen, stets in der Weise berücksichtigt, dass die zur Beschleunigung dieser Massen nöthige Kraft als auf den Kolben wirkende, veränderliche Kraft eingeführt wird. Dieselbe geht dann mit den übrigen auf den Kolben wirkenden, und gewöhnlich auch veränderlichen Kräften, leicht zu vereinigen.

Die zur Beschleunigung der hin- und hergehenden Massen erforderliche Kraft lässt sich auf folgendem Wege herleiten:

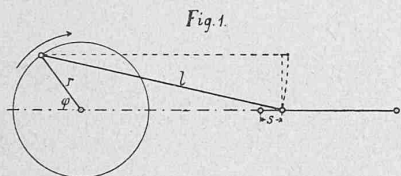


Fig. 1.

Zählt man den Drehwinkel  $\varphi$  der Kurbel von ihrem, dem Cylinder abgewendeten todten Punkte, so ist mit den Bezeichnungen der Fig. 1 der zugehörige Abstand des Kolbens vom Ende seines Hubes, wenn man kurz setzt:

$$\frac{r}{l} \equiv \lambda, \quad (1)$$

$$s = r(1 - \cos \varphi) - l(1 - \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}). \quad (2)$$

In dieser genauen Form ist der Werth aber für die weitere Rechnung zu unbequem, so dass man angenähert vorgehen muss. Da  $\lambda$  stets klein ist, so kann man die Wurzel nach dem binomischen Satz entwickeln und höhere Potenzen, als  $\lambda^2$ , vernachlässigen. Das gibt aus (2):

$$s = r(1 - \cos \varphi - \frac{1}{2} \lambda \sin^2 \varphi). \quad (3)$$

Will man hieraus die Acceleration der hin- und hergehenden Massen berechnen, so muss man sich wieder eine Annäherung gestatten, wenn man Differentialgleichungen vermeiden will. Man muss nämlich annehmen, die Drehung der Kurbel sei durch das Schwungrad so weit gleichförmig gemacht worden, dass man die Winkelgeschwindigkeit

$$\frac{d\varphi}{dt} \equiv \omega = \text{const.} \quad (4)$$

setzen darf. Diese Annäherung ist um so zulässiger, als die gesuchten beschleunigenden Kräfte doch gegenüber den sonst schon auf den Kolben wirkenden Kräften gewöhnlich verhältnissmässig klein bleiben. Damit ergibt eine zweimalige Differentiation von Gleichung (3) nach der Zeit für die Beschleunigung:

$$a = \frac{d^2 s}{dt^2} = r\omega^2(\cos \varphi - \lambda \cos 2\varphi) \quad (5)$$

Die Masse der hin- und hergehenden Theile: Kolben, Pleuellstange, Pleuellkopf,  $\frac{2}{3}$  der Pleuellstange und etwaige andere mit diesen fest verbundene Theile, sei mit  $M$  bezeichnet. Für viele Untersuchungen ist es dann bequemer, diese Masse pro Einheit des Pleuellquerschnittes  $F$  einzuführen; sie sei  $m$ . Dann ist die beschleunigende Kraft  $Q$  in  $kg$ , oder auf die Einheit des Pleuellquerschnittes bezogen  $q$  in  $kg/qm$ :

$$Q = Mr\omega^2(\cos \varphi - \lambda \cos 2\varphi). \quad (6)$$

$$q = mr\omega^2(\cos \varphi - \lambda \cos 2\varphi). \quad (7)$$

Für die weiteren Untersuchungen soll nicht mit den absoluten Werthen von  $s$  und  $Q$  oder  $q$  gerechnet werden, sondern mit Verhältnisswerthen, d. h. es soll der Pleuellweg in Theilen des ganzen Hubes,  $2r$ , der Massendruck

für  $Mr\omega^2$  oder  $mr\omega^2$  als Einheit eingeführt werden. Das gibt aus (3), (6) und (7):

$$\frac{s}{2r} \equiv x = \frac{1}{2}(1 - \cos \varphi - \frac{1}{2} \lambda \sin^2 \varphi). \quad (8)$$

$$\frac{Q}{Mr\omega^2} = \frac{q}{mr\omega^2} \equiv y = \cos \varphi - \lambda \cos 2\varphi. \quad (9)$$

Für unendlich lange Pleuellstange vereinfachen sich beide Gleichungen in:

$$\lambda = 0, \quad \begin{cases} x = \frac{1}{2}(1 - \cos \varphi), & (10) \\ y = \cos \varphi. & (11) \end{cases}$$

In allen diesen Gleichungen, und auch weiterhin, ist  $\varphi$  zwischen 0 und  $2\pi$  veränderlich vorausgesetzt. Dadurch ist die Einführung doppelter Vorzeichen für Hin- und Rückgang des Pleuells vermieden.

Soll die Kraft  $Q$  oder  $q$  mit den übrigen auf den Pleuell wirkenden Kräften vereinigt werden, die ihrerseits als in Form eines Pleuellordigrammes gegeben vorauszusetzen sind, so muss sie zunächst in Function des Pleuellweges dargestellt sein. Dazu ist aus den Ausdrücken für  $x$  und  $y$  der Drehwinkel der Pleuell zu eliminieren.

Diese Elimination macht sich am einfachsten für  $\lambda = 0$  aus Gleichung (10) und (11). Es ergibt sich bekanntlich:

$$y = 1 - 2x. \quad (12)$$

Man erhält also eine geneigte Gerade, die für die beiden Endpunkte des Pleuellweges  $y = \pm 1$  ergibt, also  $q = \pm mr\omega^2$  oder  $Q = \pm Mr\omega^2$ .

Bei endlicher Länge der Pleuellstange wird dagegen  $y = f(x)$  eine Curve, welche *Radinger* im Wesentlichen folgendermassen bestimmt: Er eliminiert  $\varphi$  zunächst aus den beiden Gleichungen (9) und (10), setzt also beim Pleuellwege die Pleuellstange unendlich lang voraus. Dadurch erhält er eine Parabel mit verticaler Achse. Die Coordinaten des Scheitels dieser Parabel sind leicht bestimmbar. Ausserdem gehen von ihr sogar noch zwei Punkte zu berechnen, und zwar diejenigen für die beiden Endpunkte des Pleuellweges, d. h. für  $\varphi = 0$  und  $\varphi = \pi$ , so dass die ganze Curve einfach construirt werden kann.

Um nun noch bei  $x$  die endliche Länge der Pleuellstange zu berücksichtigen, verschiebt *Radinger* schliesslich die so gefundenen Punkte der Parabel in horizontaler Richtung um so viel und in dem Sinne, in welchem sich der Pleuell für  $\lambda > 0$  gegenüber  $\lambda = 0$  verschiebt.

Dieser Weg der Construction der Massendruckcurve ist aber ein Umweg, und es liegt daher der Gedanke nahe, zu versuchen, ob es vielleicht gelingt, die Curve mit gleicher Genauigkeit auf kürzerem Wege zu zeichnen. Das ist nun in der That möglich.

Man kann nämlich den Winkel  $\varphi$  auch unmittelbar aus den genaueren Gleichungen (8) und (9) eliminieren. Dazu geht folgender Weg einzuschlagen: In Gleichung (8) ersetzt man  $\sin^2 \varphi$  durch  $1 - \cos^2 \varphi$ , multiplicirt darauf die Gleichung mit  $4\lambda$  und ordnet sie nach  $\lambda \cos \varphi$ . Das gibt für  $\lambda \cos \varphi$  die quadratische Gleichung

$$\lambda^2 \cos^2 \varphi - 2\lambda \cos \varphi = \lambda^2 - 2\lambda + 4\lambda x, \quad (13)$$

und aus ihr folgt nach einfacher Umformung

$$\lambda \cos \varphi = 1 - \sqrt{(1 - \lambda)^2 + 4\lambda x}. \quad (14)$$

Vor der Wurzel hat hier nur das negative Vorzeichen Bedeutung, da sich nur mit diesem für  $\varphi = 0$ , also  $\cos \varphi = 1$ , wofür nach Gleichung (8)  $x = 0$  wird, die Identität  $\lambda = 1 - (1 - \lambda) = \lambda$  ergibt. Es ist daher in Gleichung (14) der Wurzel nur dieses Vorzeichen vorgesetzt.

In Gleichung (9) kann man auch  $y$  in Function von  $\cos \varphi$  allein darstellen, wenn man  $\cos 2\varphi = 2\cos^2 \varphi - 1$  einführt. Dann wird:

$$y = \lambda + \cos \varphi - 2\lambda \cos^2 \varphi. \quad (15)$$

Setzt man hier  $\cos \varphi$  aus Gleichung (14) ein, so folgt nach leichter Reduction die Gleichung der gesuchten Curve zu:

$$y = 4 - \lambda - \frac{3}{\lambda} - 8x + \frac{3}{\lambda} \sqrt{(1 - \lambda)^2 + 4\lambda x}. \quad (16)$$

# Canalschleusen mit beweglichen Kammern.

Fontinettes. — Ursprüngliches Project Clark.

Tafel II.

Fig. 1. Aufriss und Schnitt.

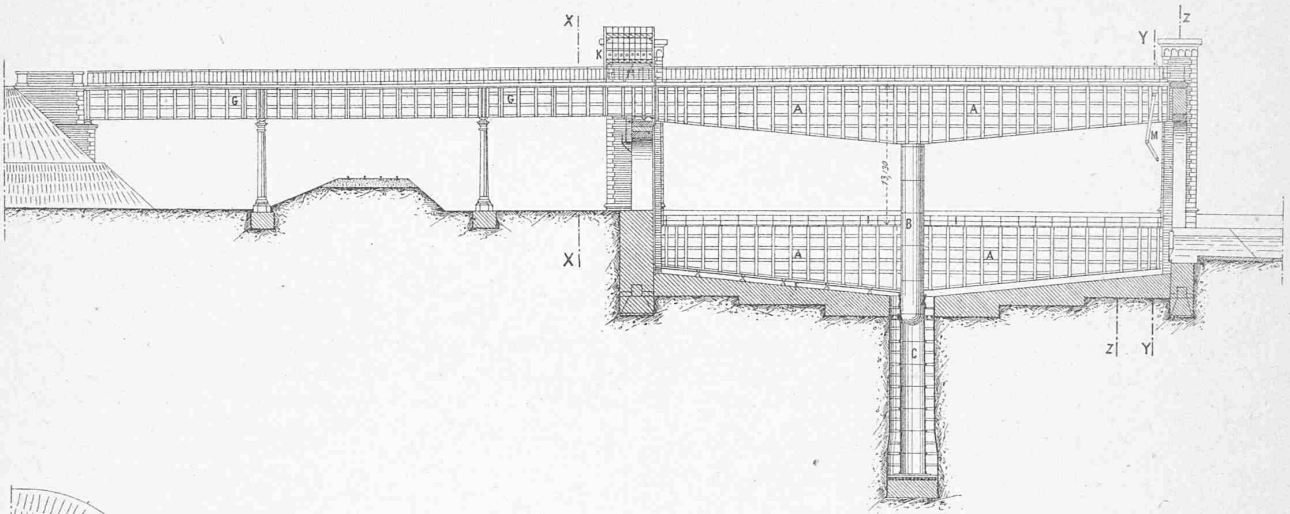


Fig. 2. Grundriss.

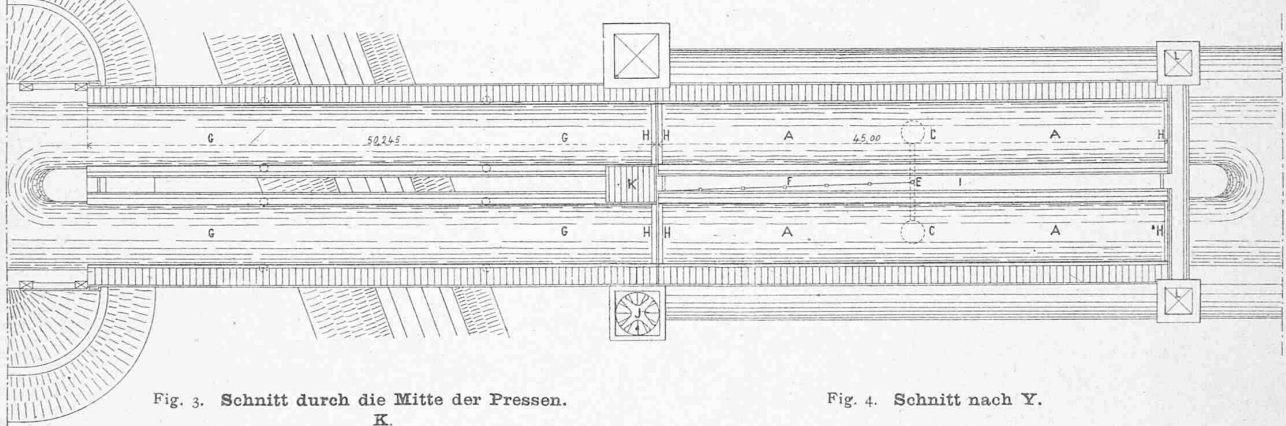


Fig. 3. Schnitt durch die Mitte der Pressen.  
K.

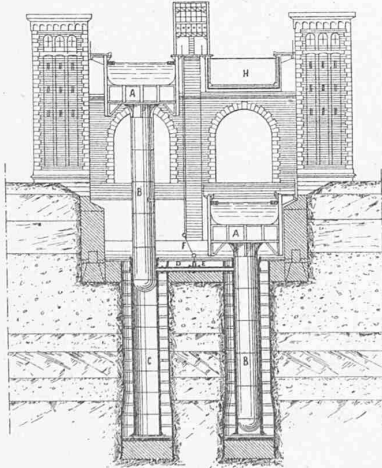


Fig. 4. Schnitt nach Y.

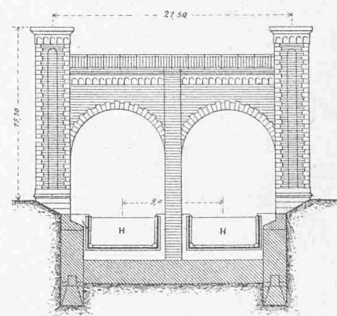


Fig. 5. Schnitt nach X.

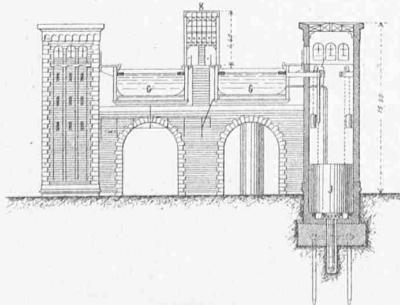
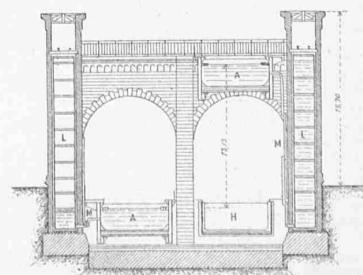


Fig. 6. Schnitt nach Z.



1:600



Seite / page

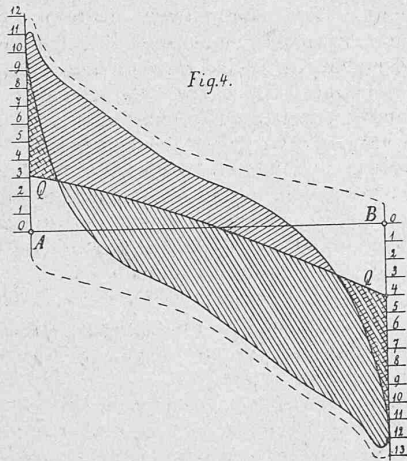
52(3)

leer / vide /  
blank





wirkenden nach *abwärts* zu. Die ursprünglichen Indicator-diagramme erscheinen dann als *Ueberdruckdiagramme* mit der horizontalen Geraden *AB* als einer Begrenzungslinie. Dabei ist es ganz gleichgiltig, ob es sich um eine Kraftmaschine, z. B. eine Dampfmaschine, oder um eine Arbeitsmaschine, z. B. eine Pumpe, handelt. Nur entspricht das obere Ueberdruckdiagramm im einen Falle dem Hingang, im anderen dem Rückgang des Kolbens, und umgekehrt.



Die Massendruckcurve liegt aber bei beiden Arten von Maschinen gleich, da die Beschleunigung der hin- und hergehenden Massen von dem Zweck der Maschine unabhängig ist. Der gesuchte wirkliche Druck auf den Kolben, welcher am Kreuzkopfbolzen weiter übertragen wird, ist dann nach Grösse und Sinn gleich der Ordinate zwischen der Massendruckcurve und dem Indicatorüberdruck. Die beiden auf die angegebene Weise reducirten Indicator-diagramme werden also bei Berücksichtigung der Massen durch die nur einmal zu zeichnende Massendruckcurve abgegrenzt, anstatt durch die sonst geltende horizontale Gerade.

Die in Fig. 3 dargestellten Diagramme sind an einer Locomotive abgenommen und etwas ausgeglichen. Da die Maschine keine durchgehende Kolbenstange besass, so sind auf beiden Seiten verschiedene wirksame Kolbenflächen vorhanden und weiterhin auch berücksichtigt. Aus diesem Grunde sind in Fig. 4 die Kräfte gleich in Kilogrammen aufgetragen. Eine Einheit der beigefügten Scala entspricht 1000 kg. Zunächst wurde so der Druck *hinter* dem Kolben aus Fig. 3 in Fig. 4 übertragen, wodurch die äusseren, gestrichelten Linien erhalten wurden. Von ihnen aus wurde dann der Gegendruck *vor* dem Kolben nach einwärts zu aufgetragen; das ergab die kräftig ausgezogene Curve des Dampfüberdruckes in Kilogrammen.

Die Massendruckcurve *Q* ist auch in kg eingezeichnet, aber mit Weglassung von Constructionslinien. Sie verläuft gestreckter, als die Curve in Fig. 2, weil die untersuchte Locomotive mit dem kleineren Werthe von  $\lambda = 1/7,5$  ausgeführt ist.

Die Flächen, deren verticale Ordinaten den schliesslich am Kreuzkopf übertragenen Druck angeben, sind für Hin- und Rückgang des Kolbens entgegengesetzt schraffirt. Soweit der Druck im Sinne der augenblicklichen Kolbenbewegung wirkt, ist die Schraffur voll ausgezogen. Nach dem Schnitt der beiden begrenzenden Curven kehrt sich der Sinn der Kraft um; auf dem betreffenden Flächentheil ist die Schraffur gestrichelt.

Handelt es sich um die Berechnung des Schwungrades einer neu zu konstruirenden Dampfmaschine, so legt man die Gegendrucklinien der beidseitigen ideellen Indicator-diagramme gemeinschaftlich nach *AB*. Nimmt man die Expansionscurven als gleichseitige Hyperbeln an, so fallen, unter Berücksichtigung der schädlichen Räume, von ihren Mittelpunkten der eine links unten von *A*, der andere rechts oben von *B*. Will man die Compression nicht überhaupt

ganz vernachlässigen, so muss man die Compressionscurven allerdings zunächst an richtiger Stelle in ihrem Diagramm zeichnen und dann ihre Ordinaten von der Expansionscurve je des anderen Diagrammes aus nach einwärts zu abtragen. Das ist aber auch die einzige bei dieser Anordnung nöthige *Reduction*. Alle übrigen Curven werden sofort an der richtigen Stelle, also nur je einmal, gezeichnet.

Zürich, 16. Januar 1889.

Prof. A. Fliegner.

### Patent-Liste.

#### Eintragungen des eidg. Amtes für geistiges Eigenthum.

Zweite Hälfte des Monats Januar 1889.

- Cl. 10, Nr. 324. 18. Januar 1889, 6 h. Backsteinformmaschine für Hand- und Maschinenbetrieb. **Diener, Jean**, Frankfurt a. M. Vertreter: v. Waldkirch, Ed., Bern.
- Cl. 10, Nr. 327. 4. Dec. 1888, 4 h. Backsteinbrennerei auf offenem Felde. **Wagner, Lorenz**, Frankfurt a. M. Vertreter: v. Waldkirch, Ed., Bern.
- Cl. 10, Nr. 370. 16 janvier 1889, 8 h. Machine à laver et à trier les sables, graviers minéraux et autres matières grenues. **Gresly-Oberlin, Adolphe**, fabricant, Liesberg, canton de Berne. Mandataire: Ritter, A., Bâle.
- Cl. 14, Nr. 375. 31 janvier 1889, 8 h. Système de moules pour la fabrication de briques creuses en gypse. **Payot, Edouard**, ingénieur, Bex (Suisse).
- Cl. 17, Nr. 372. 17 janvier 1889, 8 h. Un appareil à lever et baisser les rideaux. **Matthey, Ferdinand**, mécanicien, St. Imer. Mandataire: Imer-Schneider, E., Genève.
- Cl. 20, Nr. 371. 16 janvier 1889, 8 h. Appareil à humidifier et à purifier l'air des salles de filatures et de tissages, des malteries, des bateaux, des salles de théâtres, etc. **Mertz, Emile**, ingénieur constructeur, Weidengasse 5, Bâle. Mandataire: Ritter, A. Bâle.
- Cl. 20, Nr. 380. 17 déc. 1888, 8 h. Nouveau régulateur automatique pour calorifères ou appareils de chauffage de tous systèmes. **Pouille fils aîné**, fabricant, Genève. Mandataire: Imer-Schneider, E., Genève.
- Cl. 74, Nr. 353. 24 janvier 1889, 8 h. Appareil à fabriquer le gaz. **Wuilliomonet, Charles-François-Alfred**, Auvernier, canton de Neuchâtel.
- Cl. 77, Nr. 329. 7 déc. 1888, 11<sup>3</sup>/<sub>4</sub> h. Appareil pour la fabrication continue de la glace transparente. **Mertz, Emilie**, ingénieur constructeur, Weidengasse 5, Bâle. Mandataire: Ritter, A. Bâle.
- Cl. 113, Nr. 381. 29. Januar 1889, 8 h. Apparat zur Erzeugung von Schrot resp. Metallkugeln aus Metall aller Art. **Keyling, Ludwig**, Director, Berlin. Vertreter: Blum & Co., E., Zürich.
- Cl. 136, Nr. 345. 22. Januar 1889, 8 h. Verbesserte thermoelectrische Ofenbatterie. **Mestern, Hugo**, Ingenieur, Frauenhoferstrasse 19, München. Vertreter: Kühn, J., Basel.
- Cl. 136, Nr. 382. 26. Januar 1889, 8 h. Neuerungen an Dynamomaschinen. **Fritsche, Waldemar**, Ingenieur, Kronenstrasse 22, Berlin. Vertreter: Blum & Co., E., Zürich.
- Cl. 137, Nr. 365. 15. Januar 1889, 8 h. Blitzableiter für telegraphische Zwecke. **Wehr, Georg**, Fabrikbesitzer, Alte Jakobsstrasse 35, Berlin S. W. Vertreter: Ritter, A., Basel.
- Cl. 139, Nr. 377. 30. Januar 1889, 3 h. Neuerung in der Befestigung der Kohlenfäden am Platindrahte bei Glühlichtlampen. **Actiengesellschaft für electricische Glühlampen** (Patent Seel), Berlin. Vertreter: Nissen-Schneider, Bern.
- Cl. 140, Nr. 326. 19 janvier 1889, 8 h. Perfectionnements dans la reproduction télégraphique de l'écriture ou autres tracés quelconques au moyen de l'électricité. **O'Brien, Thomas**, Liverpool, comté de Lancastre. Mandataire: Bourry-Séquin, Zürich.
- Cl. 177, Nr. 354. 21 janvier 1889, 8 h. Machine perfectionnée par affûter les forets en hélice et autres. **Storey, John-Henry, & Bamford, Henry-Jesse**, Londres. Mandataires: Imer-Schneider, E., Genève.
- Cl. 177, Nr. 374. 29. Januar 1889, 11<sup>1</sup>/<sub>2</sub> h. Revolver-Dreh-Hobel- und Abstechstahl. **Martignony, Johann**, Frankfurt a. M. Vertreter: Kühn, J., Basel.
- Cl. 197, Nr. 332. 21. Januar 1889, 8 h. Gasmotor. **von Oechelhauser, Wilhelm**, Obergeringenieur, Cavalierstrasse 30, Dessau. Vertreter: Imer-Schneider, E., Genf.
- Cl. 205, Nr. 322. 17. Januar 1889, 8 h. Künstliche Pflastersteine. **Rast, Michael, Aufschläger, Ludwig & Blecken, Wilhelm**, München. Vertreter: A. Ritter, Basel.