

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 16/17 (1882)
Heft: 15

Artikel: Ueber Compound-Maschinen
Autor: Orelli, H. v.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-10301>

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: 21.02.2026

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

gepflanzten Geschütze, dass der Zug in den Bahnhof Bellinzona einfährt. Alles ist beflaggt und nachdem wir von den Abgeordneten des Staats und Stadtrathes, sowie von den dortigen Collegen auf's Herzlichste bewillkommt waren, geht's unter den Klängen der Stadtmusik in wohlgeordnetem Zuge durch alterthümliche Strassen nach dem Stadthaus, wo alt Ständerath und Vice-Syndaco Bruni in schwungvoller italienischer Rede die Mitglieder der Gesellschaft ehemaliger Polytechniker, die Träger des exacten Wissens, die Förderer der humanitären Bestrebungen unseres Zeitalters begrüßt und sie im Namen der Stadt Bellinzona willkommen heisst. Schäumender Ehrenwein wird in silbernen Pokalen erdenzt und unser Vicepräsident Obering Meyer ergreift das Wort, um für den uns gewordenen freundlichen und ehrenvollen Empfang zu danken.

Abends 6 Uhr fand im Hôtel de la ville eine Sitzung des Gesamtausschusses statt, in welcher die Traktanden der Generalversammlung vorberathen und namentlich die Vorlage für die Prämiirung von Ferien-Arbeiten der Studirenden des Polytechnikums einlässlich discutirt wurde.

Nach 8 Uhr vereinigten sich sämmtliche Festgäste in der deutschen Bierhalle, wo sich die „alte Burschenherrlichkeit“ in ungeahnter, fidelsten Weise entfaltete und bis spät nach Mitternacht siegreich das Terrain behauptete.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber Compound-Maschinen.

Von Maschineningenieur H. v. Orelli.

(Fortsetzung und Ergänzung des in Bd. XVI, Nr. 12 erschienenen Artikels.)

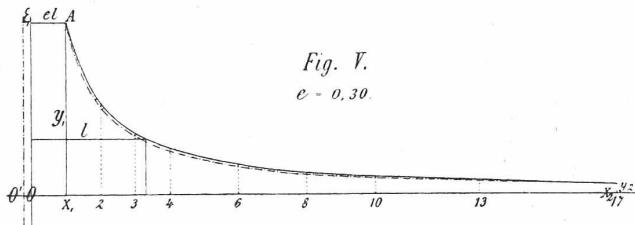
Die weiteren Entwickelungen sollen sich nun ausschliesslich auf die Verhältnisse von Schiffsmaschinen beziehen.

Dabei werde fernerhin mit $\log a$ der Brigg'sche Logarithmus irgend einer Zahl a , mit $\log a$ dagegen der natürliche Logarithmus einer solchen bezeichnet.

Die früher gegebene Gleichung der Adiabate:

$$y = p_a \left(\frac{v_a}{x} \right)^{1,064}$$

ist für analytische Weiterentwicklung zu complicirt. Wir suchen daher, nach Rankine, derselben eine einfachere Curve, nämlich die gleichseitige Hyperbel zu substituire.



Setzen wir nun in Fig. V $e l$ als Abscisseneinheit, p_a als Ordinateneinheit fest, so wird:

$$v_a = \left(1 + \frac{\epsilon_1}{e} \right)$$

$$p_a = 1$$

$$y = \left(\frac{1 + \frac{\epsilon_1}{e}}{x} \right)^{1,064} \quad (9)$$

Transformiren wir nun die Adiabate in ein neues Koordinatensystem mit O als Anfangspunkt, so folgt, wenn x' und y' die neuen Koordinaten sind:

$$x' = x - \frac{\epsilon_1}{e} \quad \text{oder} \quad x = x' + \frac{\epsilon_1}{e}$$

$$y' = y,$$

also die Gleichung der transformirten Adiabate:

$$y' = \left(\frac{1 + \frac{\epsilon_1}{e}}{x' + \frac{\epsilon_1}{e}} \right)^{1,064}$$

Wir untersuchen nun die Abweichungen der Adiabate von einer Hyperbel, deren Einheitspunkt ebenfalls der Punkt A sei. Ihre Gleichung ist bekanntermassen:

$$y = \left(\frac{1}{x} \right)$$

Für Schiffsmaschinen, die stets mit Schiebersteuerung versehen sind, kann man allgemein setzen:

$$\epsilon_1 = \epsilon_2 = 0,06,$$

woraus folgt für die Adiabate:

$$y = \left(\frac{e + 0,06}{ex + 0,06} \right)^{1,064} = \left(\frac{100e + 6}{100ex + 6} \right)^{1,064} \quad (10)$$

Für die Vergleichung mit der Hyperbel müssen wir nun verschiedene Werthe von e einführen:

a) $e = 0,30$.

Die Adiabatengleichung wird:

$$y = \left(\frac{1,2}{x + 0,2} \right)^{1,064}$$

Setzen wir hier den Werth von y aus der Hyperbelgleichung, so erhalten wir die Abscissen und die Ordinaten der Schnittpunkte beider Curven:

$$\frac{1}{x} = \left(\frac{1,2}{x + 0,2} \right)^{1,064}$$

$$1,064 \log(x + 0,2) - \log x = 0,084.$$

Dieser Gleichung genügen die Werthe:

$$x_1 = 1 \quad x_2 = 17,$$

$$y_1 = 1 \quad y_2 = \frac{1}{17}$$

Die Figur zeigt, dass die Hyperbel zwischen diesen Punkten eine etwas schärfere Krümmung annimmt, als die Adiabate.

b) $e = 0,40$.

Die Specialgleichung der Adiabate ist:

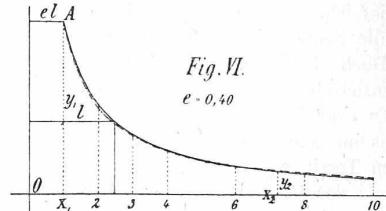
$$y = \left(\frac{1,15}{x + 0,15} \right)^{1,064}$$

Beide Curven haben wieder den Punkt A , im Weiteren aber einen zweiten Punkt gemein, dessen Abscisse aus der Gleichung hervorgeht:

$$1,064 \log(x + 0,15) - \log x = 0,0645$$

und sich berechnet:

$$x_2 = 7,2 \quad y_2 = \frac{1}{7,2}.$$



c) $e = 0,60$.

Die Adiabate erhält die Gleichung:

$$y = \left(\frac{1,10}{x + 0,1} \right)^{1,064}$$

Ausser dem Punkte A gehen aus der Gleichung:

$$1,064 \log(x + 0,1) - \log x = 0,0441$$

noch die Coordinaten:

$$x_2 = 2,6 \quad y_2 = \frac{1}{2,6}$$

als Coordinaten des zweiten Schnittpunktes der Adiabate mit der gleichseitigen Hyperbel hervor.

In Fig. V, VI und VII sind Adiabate und Hyperbel für die besprochenen Füllungsgrade neben einander gestellt und bezeichnet die vollausgezogene Curve die Adiabate, die punktierte Curve die gleichseitige Hyperbel.

Es geht daraus hervor, dass nur bei kleinen Füllungsgraden e die Abweichung beider Curven eine etwas bedeutende wird. Sie ist aber jedenfalls kleiner, als die früher bei Vergleichung der theoretischen und indicirten Diagramme gefundene und kann daher füglichlich unbeachtet gelassen werden.

Im Weiteren soll nun die Oerfling'sche Theorie der Compound-Maschinen *) zu Grunde gelegt, dieselbe jedoch erweitert und deren Anwendung auf verschiedene Arten von Compound-Maschinen besprochen werden.

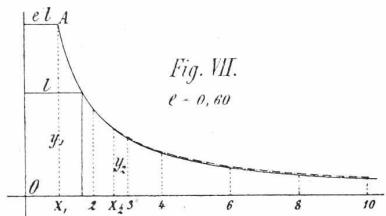


Fig. VII.

 $\ell = 0,60$

Auf Grundlage obiger Nachweise untersuchen wir also die Wirkungsweise des Dampfes in Compound-Maschinen als identisch mit derjenigen eines Dampfquantums, das in einer Maschine ohne schädliche Räume und unendlich grossem Receiver mit constant bleibender Temperatur expandirt. Dabei wird die Admissionsspannung als eine constante, gleich jener bei Beginn der Expansion vorhandenen Dampfspannung vorausgesetzt. Die Abweichungen dieses hyperbolischen Diagramms vom indicirten Diagramm sollen dann ebenfalls in Berücksichtigung gezogen werden.

Es bezeichne:

v das ideelle Anfangsvolumen vor Beginn der Expansion;
 p die constante, absolute Admissionsspannung;
 f den Expansionsgrad des Dampfvolumens v im kleinen Cylinder;
 p_o die absolute Dampfspannung nach vollendetem Kolbenweg im kleinen Cylinder;
 r die absolute Abdampfspannung im kleinen Cylinder, beziehungsweise Receiverspannung oder Admissionsspannung im grossen Cylinder;

$\beta = \frac{D^2}{d^2}$ das Verhältniss der beiden Kolbenflächen;

$e = \frac{1}{f}$ den Füllungsgrad im kleinen Cylinder;

$E = \frac{F}{N}$ den Füllungsgrad im grossen Cylinder;

F den Expansionsgrad des Anfangsvolumens v bei Beginn der Expansion im grossen Cylinder;

N den totalen Expansionsgrad des Dampfvolumens v ;

p_1 die absolute Endspannung des Dampfes;

g die absolute Gegendruckspannung im grossen Cylinder;

$p_o - r$ den Spannungsabfall bei Uebertritt des Dampfes vom kleinen in den grossen Cylinder;

$\varphi = \frac{F}{f}$ eine Grösse, die direct mit dem Spannungsabfall zusammenhangt.

Indem man nun Abscisse v und Ordinate p des Anfangspunktes A der Hyperbel in irgend einem Maßstabe aufträgt und die Hyperbel zeichnet, erhält man durch die bekannten Abscissen fv , Fv , Nv die Punkte B , C , D der Hyperbel, resp. die zugehörigen Spannungen p_o , r , p_1 und ein Flächenareal $ABB_1CDD_1E_1F$, die Dampfarbeit des Volumens v während eines einfachen Kolbenhubes, ebenso in den Arealen ABB_1EF und $ECDD_1E_1$ die Einzelarbeiten beider Cylinder.

*) Oerfling, Ueber Compound-Maschinen. Kiel, bei Libsius und Tischer 1878.

Bezeichne A das der Gesamtarbeit von v entsprechende Areal, so ist solches laut Fig. VIII:

$$A = \text{Rechteck } FAGO + \text{Fläche } ABCDKG - \text{Fläche } BCIH \\ + \text{Rechteck } B_1CIH - \text{Rechteck } E_1D_1KO. \quad (11)$$

Da jeder Punkt der Hyperbel bestimmt ist durch die Gleichung:

$$y = \frac{pv}{x}$$

so berechnen sich die einzelnen Bestandtheile von A :

$$A = pv + \int_{f_0}^{Nv} pv \frac{dx}{x} - \int_{f_0}^{Fv} pv \frac{dx}{x} + (F-f) vr - Nvg \quad (12)$$

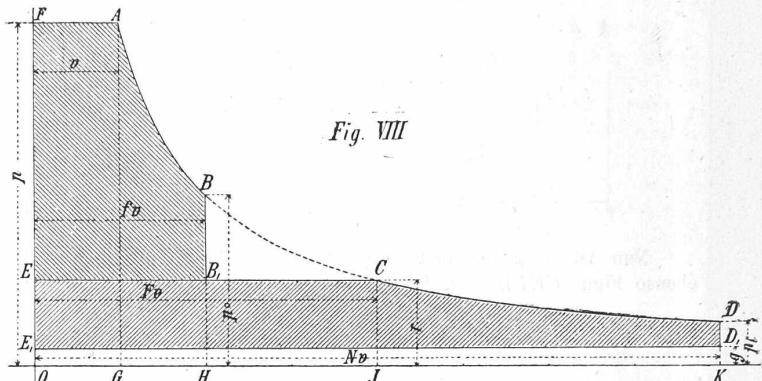


Fig. VIII

Es ist nun aber:

$$\left. \begin{aligned} p_o &= \frac{p}{f} \\ r &= \frac{p}{F} \\ p_1 &= \frac{p}{N} \end{aligned} \right\} \quad \quad (13)$$

Mittelst Substitution dieser Werthe gelangt man auf die Gleichung:

$$A = pv \left(2 + \log \frac{N}{\varphi} - \frac{1}{\varphi} - N \frac{g}{p} \right) \quad (14)$$

Nennt man:

$$n = \frac{1}{eE} \quad (15)$$

die Gesamtexpansion durch die Schieber beider Cylinder, so ist nach Vorhergehendem:

$$\left. \begin{aligned} n &= \frac{fN}{F} = \frac{N}{\varphi} \\ N &= \varphi n, \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

woraus folgt:

$$A = pv \left(2 + \log n - \frac{1}{\varphi} - \varphi \frac{ng}{p} \right) \quad (17)$$

Bezeichnen wir den Klammerausdruck mit η_1 , also:

$$A = pv\eta_1, \quad (17a)$$

so bezeichnet dieser Coefficient offenbar den Betrag der Arbeit, welcher aus dem Volldruckquantum pv durch Schieber- und Cylinderexpansion gewonnen wird und es ist für Beurtheilung der Güte einer Maschine von Wichtigkeit, zu wissen, welche Umstände einen möglichst hohen numerischen Werth dieses Coeffienten hervorrufen.

Zuvörderst geht aus dem Diagramm Fig. VIII mit hinreichender Deutlichkeit hervor, dass für ein gegebenes Cylinderverhältniss β und gegebenen Füllungsgrad e im kleinen Cylinder die Maximalleistung resultirt, wenn $\varphi = 1$, d. h. wenn der Füllungsgrad des grossen Cylinders derart angeordnet wird, dass ein Spannungsabfall ganz vermieden wird, denn dadurch wird die Dreiecksfläche BCB_1 ebenfalls als Arbeitsfläche gewonnen.

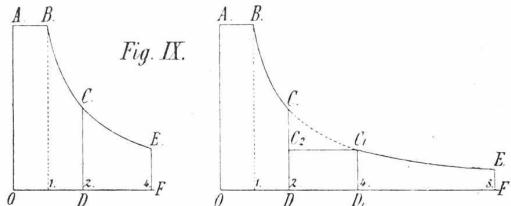
Ist man dagegen durch constructive Rücksichten in der Ausdehnung der Schieberexpansion n beschränkt, wie namentlich bei den Maschinen mit oscyllirenden Cylindern, so ist es vortheilhaft, einen Spannungsabfall einzuführen.

Die Wahrheit dieser Aussage wird durch Oerfling in der „Zeit-

schrift des Vereins deutscher Ingenieure" (1878, Seite 373—376) folgendermassen nachgewiesen:

Man vergleiche zwei Compound-Maschinen mit gleichen kleinen Cylindern und gleichem Füllungsgrad $e = 0,5$. Der grosse Cylinder habe bei der ersten Maschine doppelte Capacität, sei also $\beta = 2$, bei der zweiten Maschine $\beta = 4$, der Füllungsgrad sei jedoch in beiden Fällen gleich, nämlich $E = 0,5$.

Unter Grundlage des hyperbolischen Diagramms und unter Voraussetzung absoluten Vacuums auf der Rückseite der beiden grossen Kolben, setzt sich nach Fig. IX die Dampfarbeit zusammen:
im 1. Fall: aus Figur ABCDO + Figur CEFD,
im 2. Fall: aus Fig. ABCDO + Fig. C₁EFD₁ + Rechteck C₂C₁D₁D.



Nun ist aber die erste Figur in beiden Fällen gleich gross, ebenso Figur CEFD = C₁EFD₁, weil:

$$pv \int_2^4 \frac{dx}{x} = pv \int_4^8 \frac{dx}{x} = pv \log 2,$$

somit verbleibt das Rechteck C₂C₁D₁D als Arbeitsgewinn durch Einführung eines Spannungsabfalles.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass es vortheilhaft erscheinen mag, einen Spannungsabfall einzuführen, wenn das Schieberexpansionsverhältniss n als gegeben angenommen wird. Um die Abhängigkeit von φ und n zu erhalten, suchen wir den Maximalwerth von η_1 durch Differenziation nach φ des Klammerausdruckes in Gleichung 17:

$$\frac{d\eta_1}{d\varphi} = \frac{1}{\varphi^2} - \frac{ng}{p} = 0,$$

woraus der dem Maximalwerth von η_1 entsprechende Werth von φ folgt:

$$\varphi = \sqrt{\frac{p}{ng}} \quad (18)$$

Für $\varphi = 1$, also Beseitigung des Spannungsabfalles, würde folgen:

$$n = \frac{p}{g}$$

Wäre $p = g = 0,25$, so müsste für vortheilhafteste Ausnutzung der Dampfkraft:

$$n = 28$$

gemacht werden, ein in practischer Hinsicht unbrauchbares Verhältniss.

(Fortsetzung folgt.)

Nouvelles Etudes entreprises en 1881 et 1882 pour la ligne d'accès sud du Simplon.

Par Mr. J. Meyer, Ingénieur en Chef à Lausanne.

(Avec une planche.)

Lorsque les articles publiés dans les Nos. 8 et 10 de ce journal ont été imprimés, nous ne possédions pas encore de documents sur notre tracé principal, prêts à être livrés à la publicité.

Sur ces entrefaites, nous avons préparé une réduction à l'échelle du 1/100000 pour les longueurs et 1/5000 pour les hauteurs du profil en long de ce tracé. Profil réduit que nous présentons comme annexe au numéro de ce jour.

Ainsi que nos lecteurs le verront, ce tracé avec déclivité maximum de 0,0125, a une longueur totale de 53,78325 km, de Brigue, axe du bâtiment aux voyageurs de la gare des chemins de fer de la Suisse Occidentale et du Simplon, à Piedimulera, jonction avec

les anciens travaux de la ligne d'Italie, et le tracé de 1882 du gouvernement italien.

La déclivité de 0,0125 règne sur 30,314 km.

La distance totale de Brigue à Arona (bifurcation) est de (53,783 + 47,713 km) = 101,496 km. — Celle de Brigue à Gozzano est de (53,783 + 43,194 km) = 96,977 km.

La distance réelle totale de Paris à Milan par cette voie serait de 838 km, se décomposant comme suit:

Paris-Brigue 672 km.

Brigue-Arona (bifurcation) 101 "

Arona (bifurcation)*-Milan 65 "

Somme égale 838 km.

Die internationale Electricitätsausstellung

verbunden mit

electrotechn. Versuchen im kgl. Glaspalast in München.

Von Dr. V. Wettlischbach in Zürich.

Der Schwerpunkt der electricischen Ausstellung in München liegt einerseits in den während der Ausstellung ausgeführten electro-technischen Versuchen, anderseits in der Verwendung des electricischen Lichtes zu künstlerischen Effecten. Ein grosser Mangel dieser Ausstellung ist besonders, wenn man die Pariser Ausstellung in Vergleich zieht, die Lückenhaftigkeit, mit der einige Gebiete der Electrotechnik repräsentirt sind. Als Curiosum in dieser Richtung möchte ich erwähnen, dass eines der grössten existirenden electro-technischen Geschäfte, die Firma Siemens, welche doch auch in Deutschland einige wichtige Filialen hat, nur repräsentirt ist durch verschiedene Glaskugeln und einen Regenerativ-Gasbrenner, ausgestellt von Friedrich Siemens in Dresden. Dass auch die betreffende Firma dennoch die Bedeutung dieser Ausstellung nicht unterschätzt, kann man wiederum daraus entnehmen, dass durch ihren Vertreter für electricisches Licht in Bayern, Riedinger in Augsburg, nicht weniger als 13 dynamo-electrische Maschinen, 20 Differentiallampen und eine grosse Zahl Glühlampen ausgestellt sind. Noch in letzter Zeit wurden einige Lücken ausgefüllt; offenbar wurde anfangs die Bedeutung dieser Ausstellung von verschiedener Seite unterschätzt und dieselbe als ein Appendix zum diesjährigen Octoberfest aufgefasst. Aber gerade in Folge des Zusammenfalles derselben mit dem Octoberfest, während dessen Dauer München der Wallfahrtsort von fast ganz Bayern ist, wurde der Besuch derselben ein enormer und wird eine wohlthätige Wirkung nicht ausbleiben.

Beim ersten Besuch der Ausstellung, besonders am Abend, überrascht beim Eintritt ein feenhafter Anblick den Zuschauer. Man findet sich in einer grossartigen Gartenanlage, in der Mitte mit hohen Springbrunnen, deren in glänzenden Farben schillerndes Wasser in weite Marmorbecken plätschert. Gebüsche und Bäume aller Art wechseln ab mit Statuen und Säulen. Ueber das Ganze ergießt sich von oben her ein magisches Lichtmeer. An das von diesen Anlagen eingenommene Viereck des Mittelbaues schliessen sich an den Seiten kleinere Gemächer, welche theils mit stilvoll gehaltenen Zimmerausstattungen geschmückt, theils mit künstlerischen Erzeugnissen aller Art angefüllt sind und welche dem electricischen Lichte Gelegenheit geben sollen, seine Wirkung auf die verschiedenen decorativen Stile zu zeigen. Namentlich fallen hier auf die künstlerisch und geschmackvoll ausgeführten Candelaber, Lustre und Lampenhalter verschiedener deutscher Fabriken. Grosses Verdienst hierum hat sich der bayerische Kunstgewerbeverein erworben, der für Lieferung guter Entwürfe von Lampenarmaturen für electricisches Licht ein Preisausschreiben veranstaltete. Die ziemlich zahlreich eingegangenen Zeichnungen sind im Zeichnungssaale ausgestellt und zeigen einige ganz hübsche Ausführungen. Die kugelige Form der Glühlampen lässt sich sehr gut als decorative Element verwenden. Im Mittelschiffe rechts vom Eingange finden wir eine improvisierte Schlosskapelle mit electrichem Oberlicht von Aussen erleuchtet, deren Inneres namentlich bei Orgelspiel einen ergreifenden

*) La jonction de la ligne Brigue-Arona a lieu sur la ligne Arona-Milan à 1,15 km, direction Milan, de l'axe du bâtiment aux voyageurs de la gare d'Arona, c'est pourquoi nous portons la distance Arona (bifurcation)-Milan à 65 km.