

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 21/22 (1893)
Heft: 21

Inhaltsverzeichnis

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: 23.02.2026

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

INHALT: Zweistufige Dampfmaschinen für möglichst gleichförmigen Gang. — Chicago's grosser Entwässerungskanal. — Miscellanea: Kantonale Gewerbeausstellung in Zürich. — Litteratur: Anleitung zur Erhaltung von Baudenkmalern und zu ihrer Wiederherstellung. — Preis-

ausschreiben: Untersuchung der schwefelsauren Thonerde des Handels. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender. Stellenvermittlung.

Zweistufige Dampfmaschinen für möglichst gleichförmigen Gang.

Von Prof. A. Fliegner.

Um bei zweistufigen Dampfmaschinen einen möglichst gleichförmigen Gang zu erhalten, begnügt man sich gewöhnlich damit, die Kurbeln unter 90° zu verstellen und die ganze Arbeit zu möglichst gleichen Teilen auf die beiden Cylinder zu verteilen. Auf diesem Wege würde man das gewünschte Ziel aber nur dann wirklich erreichen, wenn sich die Arbeiten in beiden Cylindern auch gleichartig über den *Kolbenhub* verteilen würden. Das ist jedoch durchaus nicht der Fall. *Grashof* berechnet daher in seiner theoretischen Maschinenlehre, Bd. III, S. 641, für einen Kurbelwinkel von 90° das Cylinderverhältnis unter der Bedingung, „dass die indizierten Arbeiten bei allen Viertelumdrehungen der Kurbelwelle zwischen aufeinander folgenden Hubwechseln des Hochdruckkolbens und des Niederdruckkolbens gleich gross sein sollen.“ Er erklärt aber diese Art der Bestimmung auch nur als eine die Untersuchung vereinfachende Annäherung. In der That ändert sich auch unter seiner Voraussetzung der Druck im kleinen Cylinder verhältnismässig stärker, als im grossen.

Will man die Frage nach den Bedingungen beantworten, unter denen sich ein möglichst gleichförmiger Gang der Maschine ergibt, so bleibt nichts anderes übrig, als auf dem weitläufigeren graphischen Wege eine Anzahl passend ausgewählter Fälle durchzukonstruieren. Infolge der Verschiedenheit der Indikatordiagramme und daher auch der Tangentialkraftkurven beider Cylinder erscheint es dabei von vornherein zweckmässig, nicht nur das Cylinderverhältnis zu ändern, sondern auch *verschiedene, von 90° abweichende Winkel* zwischen den beiden Kurbeln zu untersuchen, da möglicherweise ein anderer Winkel günstiger sein könnte.

Um nun ohne übermässige Arbeit einen Einblick in die Abhängigkeit der verschiedenen Grössen zu gewinnen, habe ich eine Anzahl von verschiedenen Fällen unter folgenden Annahmen untersucht. Der Admissionsdruck im kleinen Cylinder betrug stets 7,5 Atm. abs., der Gegendruck im grossen 0,25 Atm., der Enddruck der Kompression im kleinen Cylinder 6 Atm. Das ganze Expansionsverhältnis, d. h. der Quotient aus dem Admissionsvolumen im kleinen Cylinder durch das ganze Volumen des grossen Cylinders, beide ohne Berücksichtigung der schädlichen Räume, war in allen Fällen 8%. Die Füllung des kleinen Cylinders änderte sich natürlich mit seiner Grösse, ebenso die des grossen Cylinders. Den Zwischenbehälter nahm ich gleich dem grossen Cylinder an und die schädlichen Räume beider Cylinder zu je 4%. Das Voröffnen blieb zur Vereinfachung sowohl beim Ein- als auch beim Ausströmen unberücksichtigt.

Die Kurbelstangen habe ich unendlich lang vorausgesetzt, so dass die Indikatordiagramme auf beiden Seiten jedes Cylinders je gleich ausfielen. Dann wiederholen sich auch die Tangentialkraftkurven nach jeder halben Umdrehung kongruent, sie brauchen also auch nur für diesen Drehwinkel gezeichnet zu werden.

Die Indikatordiagramme wurden in bekannter Art unter der Bedingung *vollkommenen Ganges* der Maschine konstruiert, so dass bei Herstellung der Verbindung irgend eines der beiden Cylinder mit dem Zwischenbehälter keinerlei Spannungssprung auftritt. Wenn die Niederdruckkurbel der Hochdruckkurbel um mehr als 90° nacheilt, so kann der grosse Cylinder schliesslich bei einer Füllung nacheinander von *beiden* Seiten des kleinen Cylinders Dampf

erhalten. Der vollkommene Gang geht dabei aber doch zu erreichen, wenn auch die Konstruktion etwas umständlicher ausfällt.

Unter diesen Bedingungen habe ich folgende verschiedene Fälle untersucht. Das Verhältnis des kleinen Cylinders gegenüber dem grossen betrug:

$$z = 0,30 \quad 0,35 \quad 0,40 \quad 0,45 \quad 0,50.$$

Als Winkel α , um welchen die *Niederdruckkurbel der Hochdruckkurbel nacheilt*, habe ich angenommen:

$$\alpha = \begin{matrix} a & b & c & d & e & f \\ 45^\circ & 60^\circ & 75^\circ & 90^\circ & 105^\circ & 120^\circ. \end{matrix}$$

Der Winkel $\alpha = 120^\circ$ ist aber nur bei $z = 0,3$ berücksichtigt. Eine Wiedergabe der erhaltenen Diagramme unterlasse ich hier als zu umständlich und weil sie nichts Bemerkenswertes bieten.

Aus den Indikatordiagrammen konnte ich dann in bekannter Weise die Kurve der Tangentialkräfte an den Kurbelwarzen konstruieren. Dabei habe ich aber *den Einfluss der hin- und gebenden Massen nicht berücksichtigt*, da er sich von Fall zu Fall zu stark ändert, um mit irgend einem Mittelwerte hinreichend zuverlässig eingeführt werden zu können.

Die Zeichnungen lassen ohne weiteres erkennen, dass der Verlauf der Tangentialkraftkurven der einzelnen Cylinder namentlich vom Cylinderverhältnis z abhängt, dagegen in weit geringerem Grade vom Kurbelwinkel α . Umgekehrt übt α auf den Verlauf der resultierenden Tangentialkraft einen bedeutend grösseren Einfluss aus als z . Um die Abhängigkeit der Tangentialkräfte vom Kurbelwinkel α anschaulicher machen zu können, habe ich in Fig. 1 (S. 143) die für $z = 0,40$ gefundenen Kurven dargestellt, und zwar in Funktion des Drehwinkels der Hochdruckkurbel. Dabei geben die gestrichelten Linien die Tangentialkraftkurven des Hochdruckcylinders; sie fallen am Anfang und Ende für alle Werte von α zusammen und trennen sich nur in der Mitte infolge des verschiedenen Einströmens in den Niederdruckcylinder. Die Tangentialkraftkurven des Niederdruckcylinders sind strich-punktiert; sie sind auf ihrer ganzen Länge unter sich verschieden, wenn auch nicht gerade stark. Die resultierenden Tangentialkraftkurven endlich sind voll ausgezogen. Wo in den Indikatordiagrammen durch die Steuerung veranlasste Ecken auftreten, zeigen auch die Tangentialkraftkurven Unstetigkeiten. Alle diese Punkte sind durch kleine Kreise hervorgehoben. An einigen Stellen fielen zwei, einmal sogar drei solcher Punkte so nahe zusammen, dass sie nicht mehr deutlich und doch richtig darstellbar waren. Ich habe daher zwei solcher Punkte etwas weiter auseinander gezeichnet, die drei dagegen in einen zusammengezogen. Das durfte ich, weil derartige Figuren, die durch Druck wiedergegeben sind, doch keine genaueren Messungen mehr gestatten, sondern nur den Zweck haben, den wesentlichen Verlauf der veränderlichen Grössen anschaulich zu machen.

Den Widerstand an der Kurbelwarze habe ich, wie es bei solchen Untersuchungen gebräuchlich ist, konstant vorausgesetzt. Er ändert sich mit α , aber nur so wenig, dass ich mich darauf beschränken musste, einen einzigen, für alle Fälle geltenden mittleren Wert einzuzichnen, die obere Horizontale.

Die Figur zeigt sofort die übrigens selbstverständliche, starke Veränderlichkeit der resultierenden Tangentialkraftkurve mit dem Kurbelwinkel α . Sie lässt aber auch ohne genauere Messung erkennen, dass sich diese Kurve bei $\alpha = 75^\circ$, Fall *e*, besser an den konstanten Widerstand anschliesst, als bei $\alpha = 90^\circ$ im Fall *d*. Es ist das eine Folge der verschiedenen Gestalt der Tangentialkraftkurven für die einzelnen Cylinder, und diese hat ihren Grund na-