

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 19/20 (1892)
Heft: 25

Artikel: Locomotive mit dreistufiger Expansion
Autor: Rickie, John / Keller, K.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-17419>

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: 15.01.2026

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

mit dem Lineal allein ausführen lässt. Der so erhaltene Punkt ist der richtige Punkt 1.^o

Die Construction der Hülfshyperbel lässt sich übrigens noch bedeutend vereinfachen, wenn man je die vier ersten Gleichungen einer Gruppe zu einer einzigen Gleichung zusammenfasst. Das gibt aus (1) bis (4):

$$c_v' + p_{1,v} V + c_h = p_{s,v}' (V_{s,v}' + V_o + V + V_o + V_v), \quad (12)$$

während aus (6) bis (9) folgt:

$$c_h' + p_{1,h} V + c_v = p_{s,h}' (V_{s,h}' + V_o + V + V_o + V_v). \quad (13)$$

Dann braucht man die noch nicht geltenden Werthe von p_s bis p_{10} gar nicht mit zu bestimmen.

Hat man so den richtigen Werth von $p_{1,v}$ gefunden, so muss man mit ihm die ganze Construction von Anfang an noch einmal endgültig durchführen. Dabei ergibt sich als scharfe Probe, dass schliesslich der Enddruck des Einströmens in den grossen Cylinder beim Volumen $V_{1,v}$ genau gleich $p_{1,v}$ ausfallen muss.

Die ganze letzte Entwicklung ist übrigens unabhängig davon, ob man für die Compressionen in die schädlichen Räume beider Cylinder auch gleichseitige Hyperbeln einführt, oder, wie es häufig geschieht, dafür Zustandsänderungen nach dem Gesetze $p V^{1/2} = \text{const.}$ voraussetzt. Nur sind dann c_v und c_h nicht mehr die Constanten dieser Gleichungen, sondern sie bedeuten die Producte aus Druck mal Volumen am Ende der Compressionen.

Beiläufig will ich noch bemerken, dass man mit einer ähnlichen Hülfshyperbel, wie die in Glchg. (11) entwickelte, alle beliebigen Aufgaben über mehrstufige Maschinen lösen kann, sofern es sich um Construction der idealen Indicator-diagramme bei gegebenen Grenzpressungen und gegebener Dampfvertheilung handelt. In einfacheren Fällen lassen sich allerdings auch kürzere Wege herleiten. Soll die Zeichnung dabei genügend genau ausfallen, so darf sie natürlich nicht in zu kleinem Massabe ausgeführt werden. Da diese Bedingung für die beifolgenden Figuren nicht erfüllt war, so habe ich es hier vorgezogen, die Pressungen zu berechnen.

In gleicher Weise, wie eben für Fall 1 entwickelt wurde, muss die Untersuchung auch für den in Fig. 2 dargestellten Fall durchgeführt werden, für den ein *Voreilen* der Niederdruckkurbel vorausgesetzt ist. Die Gleichungen gelten hier in wesentlich ungeänderter Form, nur muss man bei den für einen der beiden Cylinder geltenden Grössen die Indices v und h miteinander vertauschen, für welchen, ist natürlich gleichgültig. Es erscheint daher nicht nötig, die ganze Entwicklung für Fall II hier auch noch durchzuführen.

Die so erhaltenen Indicator-diagramme gestatteten nun zunächst die Bestimmung des Dampfüberdruckes auf die Kolben, wobei darauf Rücksicht zu nehmen war, dass die nutzbaren Kolbenflächen auf beiden Seiten eines Cylinders ungleiche Grösse besitzen. Der Dampfüberdruck am Kolben musste noch mit dem Trägheitswiderstande der hin- und hergehenden Massen vereinigt werden. Dabei habe ich folgende Werthe angenommen: die Masse der hin- und hergehenden Theile bezogen auf das Quadratmeter des Kolbenquerschnittes $m = 160$; den Radius der Kurbel $r = 0,3\text{ m}$; die Umdrehungszahl in der Minute $n = 195$, also die Winkelgeschwindigkeit $\omega = 20,42$. Damit ergab sich die bei Berechnung des Einflusses der Massen nötige Grösse $m r \omega^2$ zu rund zwei Atmosphären.

Mit diesen Grössen liess sich jetzt in bekannter Weise der wirkliche Verlauf der Tangentialkraft an der Kurbelwarze construiren oder berechnen. Damit hatte man aber auch schon den Verlauf der Zugkraft der Locomotive, da sich diese beiden Kräfte proportional miteinander ändern. Ohne hier auf die Einzelheiten der Construction weiter einzugehen, muss ich nur noch erläutern, wie die den Verlauf dieser Kräfte veranschaulichenden Figuren entstanden sind. Ich habe sie in dem freien Raum zwischen den Indicator-diagrammen, also in dem Raum für den Zwischenbehälter, eingeschaltet.

Die Figuren sind Polardiagramme. Als Radiusvector

ist die *Halbirungslinie* des rechten Winkels zwischen den beiden Kurbeln benutzt und auf ihr je die algebraische Summe der durch die beiden Cylinder erzeugten Tangentialkräfte aufgetragen. Die Kurbeln und die Halbirungslinie sind in der Lage eingezeichnet, von der bei der früheren Untersuchung der Dampfvertheilung ausgegangen worden ist, d. h. die Hochdruckkurbel in ihrem vorderen todtten Punkte. Die Ausgangslage der Halbirungslinie ist noch durch einen Pfeil hervorgehoben, der gleichzeitig den Sinn der Drehung angibt. Bei verticaler Stellung der Hochdruckkurbel treten in den Indicator-diagrammen des Hochdruckcylinders Spannungssprünge auf, die auch Sprünge in der Tangentialkraft zur Folge haben. Der Maßstab, in dem ich die Polardiagramme zeichnen musste, war aber zu klein, um alle diese Sprünge deutlich darstellen zu können.

Der Halbirungslinie des Kurbelwinkels diametral gegenüber liegt der Schwerpunkt der *Gegengewichte*, an welchem die von ihnen hervorgerufene Centrifugalkraft angreift. Diese Kraft beeinflusst die Aenderung des Adhäsionsgewichtes der Locomotive in hohem Grade und zwar so, dass bei der Stellung der Halbirungslinie vertical nach oben eine grösste Mehrbelastung, bei der Stellung vertical nach unten eine grösste Entlastung der Triebräder eintritt. Steht dagegen die Halbirungslinie horizontal, so wirken auch die Centrifugalkräfte in horizontaler Richtung, ändern also die Belastung der Triebräder vorübergehend nicht.

Die Figuren gestatten nun folgende Schlüsse über die Ausnutzung des Adhäsionsgewichtes bei den verschiedenen Reihenfolgen der Kurbeln:

Wenn die *Hochdruckkurbel voreilt*, Fall 1, so ist die von der Tangentialkraftcurve eingeschlossene Fläche in *horizontaler* Richtung in die Länge gezogen. Die grössten Werthe der Zugkraft treten daher bei angenähert horizontaler Lage der Halbirungslinie auf, d. h. bei Kurbelstellungen, bei denen die Belastung der Triebräder wenig von der Belastung der Ruhe abweicht. Bei den Grenzwerthen der Belastung, namentlich bei ihrem kleinsten Werth, erreicht die Tangentialkraft auch einen relativ kleinen Werth. Die Gefahr eines Schleuderns der Locomotive ist daher hier verhältnissmässig gering.

Eilt die *Niederdruckkurbel vor*, Fall 2, so verläuft die Tangentialkraftcurve im Wesentlichen umgekehrt. Die Kraft erreicht bei horizontaler Lage der Halbirungslinie ihre angenähert kleinsten Werthe, während ihre grössten Werthe nahe bei der verticalen Lage der Halbirungslinie auftreten. Der eine der grössten Werthe, und zwar hier gerade das absolute Maximum der Tangentialkraft, fällt also angenähert mit der grössten Entlastung der Triebräder durch die Gegengewichte zusammen. Das hat aber zur Folge, dass die Locomotive bei dieser Reihenfolge der Kurbeln eher schleudern wird.

Das absolute Maximum der Tangentialkraft erreicht in beiden Fällen fast genau den gleichen Zahlenwerth, ebenso der constante Mittelwerth der Tangentialkraft, welcher in den Figuren durch den Halbmesser des eingezeichneten Kreises dargestellt wird. Für die hier zunächst angenommenen Verhältnisse wird also das Adhäsionsgewicht besser ausgenutzt, kann die Locomotive mit andern Worten eine grössere Zugkraft entwickeln, wenn die *Hochdruckkurbel voreilt*.

(Schluss folgt.)

Locomotive mit dreistufiger Expansion

von John Rickie, Loc. Superintendent in Quetta, Belutschistan.

In Nr. 5 des laufenden Jahrgangs dieser Zeitschrift findet sich oben bezeichnete Locomotive beschrieben, von deren verschiedenen Eigenthümlichkeiten insbesondere die Angaben über die Anordnung und Ausführung der dreistufigen Expansion befremden mussten. Es sollte nämlich die Locomotive drei Cylinder haben, von denen zwei (der Hoch- und der Mitteldruckcylinder) als doppelt wirkende mit 65 bzw. 135 Liter Inhalt, der dritte dagegen, der Niederdruckcylinder, als einfach wirkender mit 261 Liter Inhalt ausgeführt werden sollte oder sein sollte. Hatte schon bei der ersten Veröffentlichung in Nr. 5 der Bericht-

erstatter erwähnt, dass „noch nicht annähernd festgestellt sei, ob hier ein Fortschritt oder das Gegentheil vorliege“, so verlieh Professor *Fliegner* demselben Gedanken in Nr. 7 noch entschiedeneren Ausdruck, indem er hervorhob, dass, sowol aus Zeichnung und Beschreibung sich ergebe, der dritte Cylinder nicht nur nichts nütze, sondern sogar schädlich sei, so dass man nur das Urtheil fällen könne, es sei entweder die Zeichnung und Beschreibung der Locomotive nicht in Uebereinstimmung mit der thatsächlichen Ausführung, oder die letztere selbst sei fehlerhaft.

Aehnliche Gedanken haben den Einsender dies geleitet, und es hat sich derselbe in Folge dessen unterm 18. März an den Constructeur fraglicher Locomotive im Beludschan direct gewendet; die Antwort auf dieses Schreiben ist vom 20. April datirt und kam am 16. Mai in meine Hände. Es mag vielleicht für manchen Fachgenossen von Interesse sein, Herrn *J. Rickie's* Gedankengang zu kennen, der denselben bei der Construction seiner Maschine geleitet hat. Derselbe schreibt:

„Ich bedaure sehr, dass Sie in Unruhe versetzt wurden in Folge *unrichtiger* Wiedergabe meines dreifach Expansions-Systems, Auch ist die Maschine überhaupt noch nicht in Arbeit (oder im Gang: „at work“), obwohl — unleserlich — ersucht worden ist, mit diesem Systeme Versuche anzustellen. Die Zeichnung gilt für drei *einfach-wirkende* Cylinder mit Kurbeln unter 120°.

Mein Bestreben bei der Wahl *einfach-wirkender* Cylinder war, eine stetiger, ruhiger laufende Maschine zu erhalten. Gegenwärtig kehrt sich die Wirkung von Cylinder und Kolben um, indem der letztere beim Vorwärtsgang das Rad (sowie Achse und Lager) nach vorwärts zieht, und beim darauf folgenden Hub nach rückwärts stösst. Ich habe den Eindruck, dass durch mein System mit *einfach-wirkenden* Cylindern die wechselnde und hinundhergehende Bewegung verringert werden würde“

Schreiber erinnert dabei auch an die Wirkung der Tritte an den Fahrrädern, welche ja auch nur einfach auf die Drehung der Fahrradachse einwirken.

Die im Vorstehenden gegebene Auffassung des Herrn *J. Rickie* hat gewiss ihre Berechtigung, und es verschwindet damit jedenfalls zunächst der Zweifel in Hinsicht der Richtigkeit der Wirkungsweise der mehrstufigen Expansion bei vorliegender Locomotive. Während aber bei Annahme von drei doppelt wirkenden Cylindern mit Kurbeln unter 120° der resultirende Tangentialdruck auf die Kurbelzapfen ziemlich constant ausfällt, so ist das bei drei einfach wirkenden Cylindern durchaus nicht der Fall, und es wird wol in der grossen Ungleichmässigkeit des Antrieb-Momentes für die Kurbelachse ein Hinderniss für die Brauchbarkeit der Rickie'schen Locomotive zu finden sein; abgesehen von der Unbequemlichkeit hinsichtlich der Herstellung von Ersatztheilen, welche durch die dreifältige Form der Cylinder, Schieber und Triebwerkstheile veranlasst ist.

Dr. K. Keller,

Professor an der technischen Hochschule zu Karlsruhe.

Miscellanea.

Electrischer Strassenbahn-Motor nach dem System Eickemeyer-Field. Dieser neue Strassenbahn-Motor, dessen Stromzuführung in ähnlicher Weise geschieht wie beim Thomson-, Houston- und Sprague-System, d. h. durch eine an einer langen Stange befindliche Rolle, hat gegenüber den Motoren dieser letztgenannten Systeme den Vortheil, dass das Vorgelege wegfällt. Zur Vertheilung der Triebkraft auf zwei Räder wird eine Kurbelstange benutzt. Es lässt sich durch diese Anordnung eine höhere Geschwindigkeit erzielen; der ganze Mechanismus wird stabiler, und da der Motor zwischen den Triebräder auf Federn gelagert ist, so wird die nachtheilige Wirkung von Stößen fast ganz vermieden. Als Strassenbahnmotor eignet er sich deshalb besonders gut, weil er für eine bestimmte Leistung und niedrige Umdrehungszahl immer noch verhältnismässig klein ausgeführt werden kann wegen der magnetischen Disposition der Maschine, die keine Streuung besitzt, weil alle Kraftlinien ihren Ursprung im Anker haben und der Weg derselben ein sehr kurzer ist. Vermöge des kräftigen magnetischen Feldes ist eine Verdrehung der Bürsten auf dem Collector nicht erforderlich. Dieselben bestehen aus besonders präparirten Kohlenstäben, von denen je zwei am Ende einer Blattfeder derartig befestigt sind, dass die eine Hälfte des Stabes nach rechts, die andere nach links hervorragt. Ist die eine Hälfte abgenutzt, so wird die Kohle einfach umgelegt und kann dann noch die gleiche Zeit im Betrieb bleiben.

Eisenbahnwirtschaft in den Vereinigten Staaten. In einer der jüngsten Versammlungen des Vereins für Eisenbahnkunde zu Berlin gab der Geh. Reg.-Rath *Ulrich* an Hand des Stickney'schen Werkes: „The railway problems“ werthvolle Aufschlüsse darüber, wie einzelne Eisenbahnkönige in den Vereinigten Staaten durch ihre Tarifpolitik alle wirtschaftlichen Fragen des Verkehrs beherrschen. Die Eisenbahnen bestimmen indirect den Marktpreis der Waare, sie bringen die Farmer und ganze Städte in Abhängigkeit von der Speculation. So ist es vorkommen, dass beispielsweise die Elevatoren-Gesellschaften den Getreidepreis fast nach Gutdünken festsetzen konnten. Handel, Landwirtschaft und Industrie werden von einzelnen Personen oder Gesellschaften mehr oder weniger monopolisiert und von einem Schutz des kleinen Betriebes gegenüber dem grossen sei keine Rede.

Die Lüftung der Londoner Untergrundbahnen ist eine Frage, die bisher nicht gelöst ist, obwohl Jahrzehnte lang über Mittel und Wege zur Beseitigung der Gase und des Rauches der Locomotiven aus den Tunnelräumen gesonnen worden ist. Man hat Abzugsschlote, Aufbrüche, Windräder angebracht, ohne dass dem Uebel in nennenswerthem Masse gesteuert worden wäre. Jetzt wird laut der Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen vorgeschlagen, die Gase nicht wie bisher durch den Schornstein, sondern abwärts in ein zwischen den Schienen liegenden eisernen Rohr entweichen zu lassen, in dem sie fortgeleitet und an einzelnen Punkten in Schornsteine geführt würden. Es wird angenommen, dass die Schornsteine einen so kräftigen Zug unterhalten könnten, dass die Verbrennung auf den Locomotiven dadurch gut unterhalten würde. Die Bewegung der Locomotiven würde hieran nichts ändern.

Deutsche Architektur-Ausstellung in Chicago. Ein Ausschuss deutscher Architekten, an dessen Spitze der Geh. Baurath *Appelius* in Berlin steht, lädt die Architekten Deutschlands ein, ihre Entwürfe aus den letzten 10 Jahren an der Weltausstellung in Chicago auszustellen, wo im nächsten Jahr mit den anderen freien Künsten auch die Architektur aller Culturländer zum friedlichen Wettkampf in die Schranken treten wird. Es werden namentlich in grösseren Massstaben gehaltene Perspektiven mit einem Schnitt und dem Hauptgrundriss, sowie auch Modelle gewünscht. Die Pläne sind bis zum 30. November a. c. an eine noch näher zu bezeichnende Stelle in Berlin zu senden. Die Kosten des Hin- und Rücktransports von Berlin nach Chicago, sowie der Versicherung der Pläne bestreitet der genannte Ausschuss aus Mitteln, die zum grössern Theil vom deutschen Reich geliefert werden.

Rothhornbahn. Am 16. dies fand bei strömendem Regen die feierliche Eröffnung der Zahnradbahn auf das Brienz Rothhorn statt. Es ist dies bis jetzt die höchste Bergbahn des europäischen Continents, indem die Endstation nach dem in Bd. XIV Nr. 23 u. Z. veröffentlichten Project des Herrn Ingenieur *A. Lindner* 2252 m über Meer liegt. Die bewältigte Höhendifferenz beträgt 1682 m (Pilatus: Endstation 2067 m über Meer, Höhendifferenz 1635 m). Der Bau wurde, ähnlich wie bei der Generosobahn, mit Abt'schem Zahnstangensystem von Herrn *Theodor Bertschinger* in Lenzburg ausgeführt.

Eidg. Polytechnikum. Unsere technische Hochschule hat durch die Berufung des Herrn Dr. *August Stadler* von Zürich an den Lehrstuhl für Philosophie und Pädagogik (VI und VII Abth.) eine werthvolle Erwerbung gemacht.

Concurrenz.

Schul- und Gemeindehaus in Châtelard (Montreux). Dem uns nachträglich zugekommenen Programme über obgenannte, in unserer letzten Nummer erwähnte Preisbewerbung entnehmen wir Folgendes: „Die Bausumme beträgt 400 000 Fr. Das Preisgericht besteht aus den HH. *Cuénoud*, Syndic in Lausanne (Präsident), *Melley*, Professor für Architektur an der Universität in Lausanne, *Juvet*, Architekt, in Genf. Der Gemeinderath behält sich vor, diesem Collegium noch einen Abgeordneten mit berathender Stimme beizugeben. Dem Preisgericht sind 3000 Fr. zu beliebiger Vertheilung an die Prämierten zugewiesen. Verlangt werden: Ein Lageplan im 1:250, sämtliche Grundrisse, zwei Schnitte, die nötigen Aufrisse im 1:100; ein Façaden-Detail mit Fenster im 1:20, ferner eine summarische Kostenberechnung nach dem Rauminhalt. — Die prämierten Entwürfe gehen in das Eigenthum der Gemeinde über, die sich vorbehält, damit nach ihrem Ermessen zu verfahren und den Bau beliebig zu vergeben. Wir vermissen Angaben darüber, ob eine öffentliche Planausstellung stattfinden wird und ob das Preisgericht das Programm geprüft und gutgeheissen habe.“

General-Regulierungsplan für Wien. Ein internationaler Wettbe-