

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 7/8 (1886)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Versuche mit Gasmaschinen  
**Autor:** Fliegner, Albert  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-13603>

#### 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:** 19.02.2026

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

INHALT: Versuche mit Gasmaschinen. Von Alb. Fliegner, Professor am eidg. Polytechnikum. — Einheitliche Darstellung der Tages- und Nachtzeiten auf den Eisenbahn-Fahrplänen. — Die eiserne Bogenbrücke über die Sitter im Lee, Ct. St. Gallen. Von F. Bersinger, Cantonsingenieur. — Reduction schiefer Distanzen auf den Horizont.

Von Stambach. — Miscellanea: Semper-Denkmal in Zürich. Die Errichtung eines Kettensteges über den Donaukanal in Wien. Carbonit. Eisenbahnen in Frankreich. — Concurrenzen: Sempacher-Denkmal. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittlung.

## Versuche mit Gasmaschinen.

Von Albert Fliegner, Professor der theoretischen Maschinenlehre am eidgenössischen Polytechnikum.  
(Fortsetzung.)

Da Gas, Luft und Rückstände sich vor dem Beginn und nach dem Ende des Ansaugens im Ruhezustande befinden, so lässt sich die *Saugperiode* nach der ersten Hauptgleichung der Wärmetheorie

$$dQ = A(dU + dL) \quad (11)$$

weiter verfolgen. Bei der Integration muss aber berücksichtigt werden, dass  $dU$  in drei Theile zerfällt, geltend für Gas, Luft und Rückstände, während bei  $dL$  ausser der dem Indicatordiagramm zu entnehmenden gewonnenen Arbeit noch zwei verlorene Arbeiten hinzuzufügen sind, welche dem Verdrängen der angesaugten Körper aus der Gasleitung, beziehungsweise der Atmosphäre, entsprechen. Dieselben sind, mit den gebräuchlichen Bezeichnungsweisen, gleich  $G_p v = GRT$ . Es soll nun weiterhin gelten der Index  $g$  für alle Grössen, die sich auf das Leuchtgas,  $l$  „ „ „ „ die Luft,  $o$  „ „ „ „ den Rückstand beziehen. Ferner soll bezeichnen:

$T_e$  die gemeinschaftliche Temperatur am Ende des Ansaugens, berechenbar nach Glchg. (10),

$T_a$  die gemeinschaftliche Temperatur von Gas und Luft vor dem Ansaugen, gleich  $27^{\circ}$  Cels.,

$T_o$  die Temperatur des Rückstandes vor dem Ansaugen,  $550^{\circ} \text{ abs}$ , mit  $V = \text{Cylindervolumen} + \text{schädlichem Raum}$  und  $p = 0,97 \text{ Atm. abs}$ ,

$c$  die specifische Wärme bei constantem Volumen,

$C$  diejenige bei constantem Drucke.

Da nun für vollkommene Gase  $AdU = cdT$  und  $AR = C - c$  ist, so ergibt die Integration der Glchg. (11) für die beim Ansaugen dem Cylinderinhalt *mitzutheilende* Wärmemenge

$$Q_1 = G_o c_o (T_e - T_o) + G_g c_g (T_e - T_a) + G_l c_l (T_e - T_a) + A(L - G_g R T_a - G_l R T_a),$$

oder nach einfacher Umformung:

$$Q_1 = G_o c_o (T_e - T_o) + G_g (c_g T_e - c_g T_a) + G_l (c_l T_e - c_l T_a) + AL \quad (12)$$

Die Werthe von  $C$  und  $c$  sind noch nicht für alle Bestandtheile des Gases bestimmt, daher war eine genaue Berechnung von  $C_g$  und  $c_g$  nicht möglich. Soweit Material vorliegt, wird angenähert  $C_g = 0,631$ ,  $c_g = 0,486$  gesetzt werden dürfen. Diese Unsicherheit schadet aber nicht viel, da  $G_g$  gegenüber den übrigen Gewichten sehr klein ist.  $C_o$  und  $c_o$  berechnen sich auf gleiche Weise, wie  $R$  in Glchg. (9). Die zur Berechnung von  $Q_1$  nötigen Hülfsgrössen sind in den Posten 10 bis 18 der Tabelle angegeben, die Werthe von  $Q_1$  selbst in Post 19.  $AL$  ist der früheren Zusammensetzung zu entnehmen.

Während der *Compressionsperiode* ist das Gewicht  $G_o + G_g + G_l$  im Cylinder abgeschlossen, seine Zustandsänderung beurtheilt sich daher einfach nach der Fundamentalgleichung (11). Am Ende der Compression ist der Druck auf  $3,35 \text{ Atm. abs}$  gestiegen, während das Volumen auf dasjenige des schädlichen Raumes abgenommen hat. Hierach berechnet sich die dortige Temperatur nach Glchg. (10); sie ist in Post 20 angegeben. Die Integration von Glchg. (11) zeigt, dass bei der Compression Wärme *entzogen* werden muss. (Post 21.)

Durch die nun eingeleitete *Explosion* wird das physikalische Verhalten des Gemenges, also  $R$ ,  $C$  und  $c$  geändert. Und da der chemische Process nicht momentan abläuft, so müssten diese Grössen eigentlich als Functionen der Zeit continuirlich veränderlich in die Rechnung eingeführt werden.

Das ist aber nicht möglich. Eine Vergleichung der Posten 9 bis 11 einer-, 15 bis 17 andererseits zeigt jedoch, dass sich diese Grössen, namentlich  $R$ , nur wenig ändern. Es wird also zulässig sein, anzunehmen, dass zunächst die chemische Zustandsänderung plötzlich, also bei constantem Volumen und unverändertem Drucke, aber ohne eine Wärmetheilung, vor sich geht. Das wird dann einer Änderung der Temperatur, umgekehrt proportional mit der Änderung von  $R$ , gleichwertig sein. Die Temperatur am Anfange der Explosion ist daher anzunehmen wie in Post 22. Erst nach dieser Änderung würde die Mittheilung der durch die Explosion frei werdenden Wärme erfolgen. Die weitere Zustandsänderung, namentlich die schliessliche Wärmetheilung,  $Q_3$ , während der *Explosion und der eigentlichen Expansion*, also bis  $0,9$  des Kolbenweges, berechnet sich dann wieder leicht nach Glchg. (11); s. Post 25.

Die Vorgänge während des *Ausströmens* gehen nicht mehr mit der gleichen Zuverlässigkeit auf dem Wege der Rechnung zu verfolgen. Der Process ist nicht umkehrbar, und der Beruhigungszustand der ausgestromten, vollständig isolirt zu denkenden Gase liess sich nicht beobachten. Um aber wenigstens die Art und den ungefähren Betrag des Wärmeüberganges während dieser Periode bestimmen zu können, wurde angenommen, die mittlere Ausgleichstemperatur der ausgestromten Gasmasse sei etwas höher, als die im Ausblasetopf beobachtete, und zwar wurde sie, zur Vereinfachung der Rechnung, gleich derjenigen der Rückstände im Cylinder geschätzt. Dann geht in Glchg. (11) das Glied  $dU$  gleich für die ganze Gasmenge,  $G$ , gemeinschaftlich zu integrieren. Bei  $dL$  ist zu der aus dem Indicatordiagramm zu entnehmenden Arbeit während des Vorströmens und des eigentlichen Ausströmens noch als positive Arbeit diejenige hinzuzufügen, welche das ausgestromte Gewicht  $G_g + G_l$  verrichten muss, um sich Platz zu machen. Die ihr äquivalente Wärmemenge ist wie früher  $(C - c)(G_g + G_l) T_o$ , wobei  $T_o$  auch den vorigen Werth von  $550^{\circ} \text{ abs}$  besitzt. Es wird hiernach

$$Q_4 = c G (T_o - T') + 0,046 - 0,177 + (C - c)(G_g + G_l) T_o \quad (13)$$

Hierin sind  $C$  und  $c$  nach Post 10 und 11 einzuführen, während  $T'$  die Temperatur am Ende der Expansion, Post 24, bedeutet. Die numerische Berechnung ergibt, dass während dieser Periode eine sehr grosse Wärmemenge zu entziehen ist. Von den drei Gliedern auf der rechten Seite der Glchg. (13) ist übrigens das erste numerisch weitaus das grösste, trotzdem kann eine Unrichtigkeit in der Annahme über  $T_o$  den Werth von  $Q_4$  nicht stark beeinflussen, da  $T_o$  subtractiv neben dem viel grösseren Werthe von  $T'$  auftreten.

In den Posten 27 bis 30 ist noch die *Wärmebilanz* gezogen und berechnet, welche Wärmemenge pro Spiel abgeführt werden muss. Dieselbe geht jedenfalls zum grössten Theil an das Kühlwasser über, während allerdings auch eine gewisse Wärmemenge direct durch nicht gekühlte Wandungen in die Atmosphäre ausstrahlt. Leider ist es bei den Versuchen nicht möglich gewesen, die Menge und Temperaturerhöhung des Kühlwassers zu messen. In dem Werke von Schöttler, die Gasmaschine, findet sich aber auf Seite 48 und 49, unter Nr. 14 der dortigen Tabelle, ein fast gleicher Deutzer Motor aufgeführt, bei welchem die hier fehlenden Grössen gemessen worden waren. Diese Maschine hatte nur wenig abweichende Cylinderdimensionen und leistete bei 157 Umdrehungen 3,99 Bremspferde. Sie consumierte stündlich im Ganzen  $4112 l$  Gas, also, wenn man etwa  $152 l$  für die Hülfssflammen abrechnet, für die Explosionen  $3960 l$ . An Kühlwasser brauchte sie in derselben Zeit  $175 l$ , welches sich von  $12^{\circ}$  auf  $71^{\circ}$  erwärmt, so dass es stündlich  $10325 \text{ Cal. aufnahm}$ . Da beide Maschinen doch nicht unter ganz gleichen Verhältnissen arbeiteten, so erscheint es am rich-

tigsten, sie mit Rücksicht auf die pro Liter Gas an das Kühlwasser abgegebene Wärmemenge zu vergleichen. Letztere findet sich beim *Deutzer* Motor zu  $10\frac{3}{25}/3960 = 2,607$  Cal. Für die *Martini*'sche Maschine geht nur die pro Liter Gas im Ganzen fortzuleitende Wärmemenge zu berechnen; sie ist in Post 30 der Tabelle aufgeführt. An das Kühlwasser geht *weniger* über. Vergleicht man diese Werthe mit dem eben für den *Deutzer* Motor gefundenen, so zeigt sich bei kleinem Methangehalt der abziehenden Gase eine sehr gute Uebereinstimmung. Bei grösserem Methangehalt werden dagegen diese Wärmemengen so klein, dass sie, trotz der Unsicherheiten in der Rechnung, doch entschieden als zu klein bezeichnet werden müssen. Hieraus wird also folgen, dass der Methangehalt des Leuchtgases jedenfalls ziemlich vollständig verbrennt.

(Schluss folgt.)

### Einheitliche Darstellung der Tages- und Nachtzeiten auf den Eisenbahn-Fahrplänen.

Im Allgemeinen haben die Plenarversammlungen der grossen mitteleuropäischen Fahrplanconferenzen mehr nur den Character eines Empfangs- und Eröffnungsactes, dazu bestimmt, die Vertretung der verschiedenen Verwaltungen zu constatiren und Ort und Zeit der nächsten Conferenz zu bezeichnen. Die Geschäfte werden in der Hauptsache alle in den Gruppenverhandlungen abgewickelt.

Es schien nun der Direction der Gotthardbahn, dass eine so ansehnliche Versammlung von Fachmännern wohl benutzt werden könnte, um auf das Fahrplanwesen bezügliche Verbesserungen allgemeineren Characters als die in den Gruppenverhandlungen zur Berathung gelangenden, anzuregen. Sie stellte daher zur Berathung in der Plenarversammlung der diesjährigen Sommerfahrplanconferenz, welche am 20./21. Januar in Hamburg stattfand, den Antrag auf Durchführung einer Verbesserung, welche zwar an und für sich geringfügig erscheinen kann, jedoch wenn man sich die Zahl von Personen vorstellt, welche Fahrpläne lesen muss und denen sie zu gute kommen soll, nicht ohne Bedeutung ist. Es handelt sich dabei um eine Vereinheitlichung der Darstellung der verschiedenen Tages-, bzw. Nachtzeiten auf den Fahrplänen.

Da die 24 Stunden des Tages durch zweimalige Anwendung der Zahlenreihe 1—12 ausgedrückt werden, so muss, um genau erkennen zu lassen, ob eine Stunde zwischen 12 Uhr Nachts und 12 Uhr Mittags oder eine solche zwischen 12 Uhr Mittags und 12 Uhr Nachts gemeint ist, die betreffende Zahl in irgend einer geeigneten Weise näher bestimmt werden. Diesem Zwecke dienten bisher die verschiedensten Mittel. Während z. B. die schweiz. Postverwaltung die Stunden vor und nach Mittags 12 Uhr durch Anwendung lateinischer und arabischer Ziffern unterscheidet, halten sich die Eisenbahnverwaltungen ausschliesslich an die arabischen Ziffern, bestimmen dieselben aber näher theils durch den Zusatz der Worte früh, Morgens, Vormittags, Nachmittags etc., theils durch Unterstreichung, durch Schraffirung, farbigen Ueberdruck, durch seitlichen Beidruck von Punkten, Strichen, durch Einrahmung u. s. w. Dabei werden diese letzteren konventionellen Zeichen bald für die Zeiten von Mitternacht bis Mittag, bzw. Mittag bis Mitternacht, bald für die Zeiten von 6 Uhr Morgens bis 6 Uhr Abends, bzw. von 6 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens angewendet, so dass es für den Reisenden, welcher sich mit dem Studium der Fahrpläne für eine grössere Reise abgibt und über die Bedeutung dieser Zeichen nicht zum Voraus orientirt ist, oft nicht ganz leicht ist, sofort zu erkennen, was für Zeiten in Wirklichkeit die betreffenden Zeichen bedeuten. Diese Schwierigkeit ist um so grösser für ihn, als die Bezeichnung vermittelst der Anfangsbuchstaben der Worte: Morgens, Abends etc. in den verschiedenen Ländern mit der Sprache wechselt. Ausserdem bieten die oben genannten Unterscheidungszeichen zum Theil für den Druck der Fahrpläne

Complicationen und vermindern die Lesbarkeit und Deutlichkeit derselben.

Da in der ersten Zeit des Eisenbahnbetriebs Nachts der Dienst eingestellt wurde, so ist es begreiflich, dass in erster Linie die Nothwendigkeit empfunden wurde, die Vormittags- und Nachmittagsstunden zu unterscheiden. Später, als die Nacht kein Hinderniss für den Zugsverkehr mehr bildete, machte sich dagegen mehr ein Bedürfniss geltend, die Tages- und Nachtstunden in der Darstellung auf den Fahrplänen auseinanderzuhalten. Der grösste Theil der centraleuropäischen Bahnen verliess denn auch die Unterscheidung von Vormittag und Nachmittag und begann Tag und Nacht verschieden zu bezeichnen, wobei indess noch verschiedene Systeme der technischen Darstellung beibehalten wurden.

Der Antrag der Gotthardbahn ging nun dahin, die Conferenz möge als wünschenswerth anerkennen, dass die Unterscheidung der Tageszeiten einheitlich in der Weise bewerkstelligt werde, dass die Zeiten von 6.<sup>00</sup> Uhr Morgens bis 5.<sup>59</sup> Abends durch die blosen arabischen Zahlen, die Zeiten von 6.<sup>00</sup> Uhr Abends bis 5.<sup>59</sup> Morgens durch arabische Zahlen, deren Minutenstellen unterstrichen sind (also 6<sup>00</sup>, 4<sup>59</sup>; 12 Uhr Nachts = 12<sup>00</sup>) ausgedrückt würden. Es empfahl sich dieses System sowol durch seine Einfachheit und leichte Verständlichkeit, als auch durch seine grosse Verbreitung. Die deutschen Bahnen, welche dasselbe, zum Theil auf Anregung des Reichseisenbahnamtes eingeführt haben, sprachen sich alle sehr anerkennend darüber aus und das deutsche Reichsbuch, welches dasselbe ebenfalls anwendet, zeichnet sich durch seine Uebersichtlichkeit und Klarheit aus.

Der Antrag der Gotthardbahn wurde dann auch von der Conferenz mit Einstimmigkeit angenommen.

Ein weiterer Antrag der kgl. Eisenbahndirection Elberfeld, es möchten die Minutenziffern stets zweistellig ausgedrückt werden, so dass z. B. 12 Uhr 3 Minuten in nächstehender Weise: 12<sup>03</sup> erscheinen würde, wurde sodann mit Stimmenmehr zum Beschluss erhoben.

Dieser Beschluss hat nun allerdings keine bindende Kraft. Indessen ist er doch als gutachtliche Aeusserung der grössten bestehenden Versammlung von Fachleuten von nicht zu unterschätzender principieller Bedeutung und es darf angenommen werden, dass das befürwortete System wenn nicht sofort, so doch in nicht zu ferner Zeit ausschliessliche Geltung erlangen wird.

D,

### Die eiserne Bogenbrücke über die Sitter im Lee, Ct. St. Gallen.

Die eiserne Bogenbrücke über die Sitter im Lee ist ein Bestandtheil der im Jahre 1885 ausgeführten *Strassenverbindung von Wittenbach nach Bernhardzell und Waldkirch*. Die beidseitigen Rampen bis zur Sitter haben Maximalgefälle von 8%. Die tiefste Stelle des Längenprofils ist nicht auf der Brücke selbst, sondern auf dem linken Ufer der Sitter zu finden. Es war dies theils durch die Configuration des Terrains bedingt, theils musste bei den beschränkten Mitteln der bauenden Gemeinden fast allzustark auf Oeconomie gehalten werden.

Aus diesen Gründen erhielt die Fahrbahn der Brücke ein Gefälle von 2%.

Die *Eisenconstruction* der Brücke, ausgeführt von der Firma *Probst, Chappuis & Wolf* in Bern und Nidau nach einem von derselben gelieferten und nachher adoptirten Concurrenz-projecte, ist ein versteifter Bogen. (Vom Unterzeichnenten war für den fraglichen Sitterübergang eine Fachwerkbrücke projectirt.) Anlage und Dimensionirung sind aus den beistehenden Figuren ersichtlich. Die Ausführung ist eine kunstgerechte und es hat auch die Probebelastung durchaus befriedigende Resultate ergeben.

Nach Vertrag hätte bei der Collaudation eine gleichmässig vertheilte zufällige Belastung von 250 kg pro m<sup>2</sup> auf die Brücke gebracht werden sollen, mithin total 68,4 t. Sie wurde belastet mit 30 Kiesfuhrwerken von einem Ge-