

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 79 (1961)
Heft: 46

Artikel: Aussprüche Eichelbergs
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-65625>

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: 27.01.2026

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

oder

$$d(T - T_2) = d\Delta T = (C_2/C - 1) dT_2.$$

Damit folgt für die Temperaturdifferenz zwischen beiden Gasen

$$\Delta T = -(1 - C_2/C) T_2 + \text{const.}$$

Unter Beachtung von Voraussetzung 2 folgt z.B. für den ersten Gegenströmer (vgl. Bild 5)

$$T - T_2 = (T_a - T_2) (1 - C_2/C).$$

Setzt man diesen Ausdruck in die unter Gl. (12) angegebene Näherungslösung, d.h. $dS \approx dQ (T - T_2/T_2^2)$ ein, so folgt mit $dQ = C_2 dT_2$ die Beziehung

$$\begin{aligned} dS &\approx \frac{C_2 dT_2 (T_a - T_2) (1 - C_2/C)}{T_2^2} = \\ &= C_2 \left(1 - \frac{C_2}{C}\right) \left[T_a \frac{dT_2}{T_2^2} - \frac{dT_2}{T_2} \right] \end{aligned}$$

Die Integration von $T_2 = T_b$ bis $T_2 = T_a$ ergibt für die Entropiezunahme im I. Gegenströmer

$$\Delta S_I = C_2 \left(1 - \frac{C_2}{C}\right) \left[\frac{T_a}{T_b} - 1 - \ln \left(\frac{T_a}{T_b} \right) \right]$$

Entsprechend folgt für die Entropiezunahme im II. und III. Gegenströmer

$$\Delta S_{II} = C_2 \left(1 - \frac{C_2}{C}\right) \left[\frac{T_b}{T_c} - 1 - \ln \left(\frac{T_b}{T_c} \right) \right] \text{ bzw.}$$

$$\Delta S_{III} = C_2 \left(1 - \frac{C_2}{C}\right) \left[\frac{T_c}{T_d} - 1 - \ln \left(\frac{T_c}{T_d} \right) \right].$$

Damit die Verluste in den Wärmeaustauschern möglichst klein werden, müssen die Zwischentemperaturen T_b und T_c so gewählt werden, dass die gesamte Entropiezunahme

$$\begin{aligned} \Delta S &= \Delta S_I + \Delta S_{II} + \Delta S_{III} = \\ &= C_2 \left(1 - \frac{C_2}{C}\right) \left[\frac{T_a}{T_b} + \frac{T_b}{T_c} + \frac{T_c}{T_d} - 3 - \ln \left(\frac{T_a}{T_d} \right) \right] \end{aligned}$$

zu einem Minimum wird. Dies ist der Fall, wenn sowohl

$$\left(\frac{\partial \Delta S}{\partial T_b} \right)_{T_c} = C_2 \left(1 - \frac{C_2}{C}\right) \left(-\frac{T_a}{T_b^2} + \frac{1}{T_c} \right) = 0$$

wie auch

$$\left(\frac{\partial \Delta S}{\partial T_c} \right)_{T_b} = C_2 \left(1 - \frac{C_2}{C}\right) \left(-\frac{T_b}{T_c^2} + \frac{1}{T_d} \right) = 0$$

werden. Aus der ersten Bedingung folgt

$$T_b = \sqrt[T_a]{T_a T_c}, \text{ aus der zweiten } T_c = \sqrt[T_b]{T_b T_d}$$

oder auch

$$(13) \quad \frac{T_a}{T_b} = \frac{T_b}{T_c} = \frac{T_c}{T_d}$$

Wie erstmals von Nesselmann [6] erwähnt, sind die absoluten Temperaturen also möglichst so zu wählen, dass sie eine geometrische Reihe bilden. Natürlich erhöhen kleinere Abweichungen von diesem Bestwert — die z.B. durch konstruktive Gründe bedingt sein können — die Entropievergrößerung nur unwesentlich, da auch in der Nähe des Minimums $\partial \Delta S / \partial T$ sehr klein ist.

Nach Gl. (13) bilden die Logarithmen der absoluten Temperaturen eine arithmetische Reihe. Da bei konstanter spezifischer Wärme die Entropie längs einer Isobaren mit dem Logarithmus der Temperatur anwächst, kann man die geeigneten Temperaturen für die Entspannung auch dadurch finden (Bild 5), dass man den gesamten Entropieunterschied Δs , der längs einer Isobaren gemessen dem gesamten Temperaturunterschied $T_a - T_d$ entspricht, in gleiche Teile Δs_I , Δs_{II} und Δs_{III} teilt.

Diese Verhältnisse weisen eine beachtliche Ähnlichkeit mit der mehrstufigen Verdichtung eines idealen Gases auf,

wobei auch die Zwischendrücke p_b und p_c am günstigsten so gewählt werden, dass sie eine geometrische Reihe bilden. Dementsprechend lassen sich auch in diesem Falle die Zwischendrücke dadurch finden, dass man den gesamten längs einer Isothermen gemessenen Entropieunterschied Δs in gleiche Abschnitte teilt.

Verzeichnis der Bezeichnungen

A	Arbeit	$J \equiv \text{Joule} \equiv \text{Ws} \equiv \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$
c_p	spez. Wärme bei konstantem Druck	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
c_v	spez. Wärme bei konstantem Volumen	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
H	Enthalpie	J
p	Druck	$\text{Nm}^{-2} \equiv \text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$
Q	Wärmemenge	J
R	individuelle Gaskonstante	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
S	Entropie	J K^{-1}
T	absolute Temperatur	K
V	Volumen	m^3

η Wirkungsgrad bzw. Reversibilitätsverhältnis

Um die den extensiven Größen A , H , Q , S und V entsprechenden spezifischen, d.h. auf das kg bezogenen Größen zu bezeichnen, sind jeweils die zugehörigen kleinen Buchstaben a , h , q , s und v verwendet.

<i>Indizes</i>	<i>r</i> reversibel
<i>ad</i> adiabat	<i>s</i> isentrop
<i>is</i> isotherm	<i>U</i> Umgebungszustand
<i>m</i> Mittelwert	<i>V</i> Verlust

Literaturangaben

- [1] K. Nesselmann, Angewandte Thermodynamik, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1950, S. 78.
- [2] P. Grassmann, Physikalische Grundlagen der Chemie-Ingenieurtechnik, Verlag Sauerländer u. Co., Aarau und Frankfurt/M., 1961, § 2.6.
- [3] P. Grassmann, Kaltluft und Kaltgasmaschinen, im Handbuch der Kältetechnik, herausgegeb. von R. Plank, Bd. V (in Bearbeitung).
- [4] J. Hännny, «Schweiz. Archiv» 26 (1960), Nr. 3, S. 115—120, SBZ 78 (1960), Nr. 34 u. 35, S. 547 u. 564; «Kältetechnik» 9 (1957) S. 306—308.
- [5] P. Grassmann u. J. Kopp, «Kältetechnik» 9 (1957) S. 306—308.
- [6] K. Nesselmann, Arbeitssitzung der Arbeitsabteilung I des Deutschen Kältevereins 1956.

Aussprüche Eichelbergs

Hier muss ich mich als Ingenieur, d.h. als Partei bekennen, und ich gestehe: Nicht nur das gerade, ehrliche Sich-Auseinandersetzen mit den Widerständen der Natur hat es mir angetan, dieses saubere Entweder - Oder, wo sich ohne Haltbarkeit täglich zeigt, was standhält und was auch mit Scheingründen nicht zu stützen ist.

Doch das ist es ja nicht, was die Vielen begeistert der Technik zuführte und was vor allem persönlichste schöpferische Kräfte in ihren Bannkreis zwingt. Und noch viel kürzer wäre es gesehen, wollte man das Faszinierende im technischen Schaffen nur im verfolgten Zweck suchen, oder im Herrengefühl überwundener materieller Widerstände, oder in der Befriedigung des scharfen Kopfes, des Intellektes, dieser obersten Instanz des Materiellen. Gewiss dürfen solche Triebfedern nicht übersehen werden; es hiesse aber tief das Mitreissende der Technik unterschätzen, wollte man in ihrem Schaffen das schöpferische Gestalten eines Geschauten, noch nicht Geformten übersehen.

Aus dem Vortrag: «Technik und Verantwortung», gehalten an der christlichen Studentenkonferenz in Aarau 1932. Kultur- und staatswissenschaftliche Schriften der ETH, Heft 6.

Fig. 5. Comparaison de la transmission de chaleur entre un générateur à pistons libres et un moteur à bielle-vilebrequin

vent les conditions de marche à taux élevé. L'un est le temps disponible à la combustion (temps entre PMI et ouverture des lumières d'échappement) qui diminue de 27 milliseconde à 40 kg/cm² de compression moteur à 19 milliseconde à 110 kg/cm², et un autre facteur est l'effet des pressions élevées sur la tenue des segments moteurs.

Les essais ont démontré qu'il n'est pas facile de réaliser la combustion complète dans un cylindre de cette dimension et dans un temps aussi réduit.

L'influence primordiale du taux de compression moteur dans un générateur du type GS. 34 ressort du tableau 1.

La question se pose de savoir si des taux de suralimentation aussi élevés seraient réalisables dans un moteur à emballage classique. La loi de la vitesse avantage les générateurs puisque les accélérations au point mort intérieur sont plus élevées que dans un moteur à vilebrequin, la détente des gaz s'effectue de ce fait plus rapidement et le temps d'exposition des parois aux pressions et températures élevées devient plus court. La différence entre moteur classique et moteur à pistons libres est montrée sur la fig. 5. Le diagramme p, V des deux types de moteur est le même; il est établi pour un $\lambda = 2$ et en admettant une combustion à 50 % à volume constant, 10 % à pression constante et 40 % à température constante. Pour un même nombre de battements ou de tours, le temps entre le PM moteur et l'ouverture des lumières d'échappement est dans le cas du générateur 15 % plus court. Ces calculs montrent que les pertes de chaleur par les parois seraient dans un moteur à emballage classique 18 % plus élevées que dans le cas des pistons libres. Cette influence est donc loin d'être négligeable et explique, du moins en partie, la possibilité de la marche à très forte suralimentation.

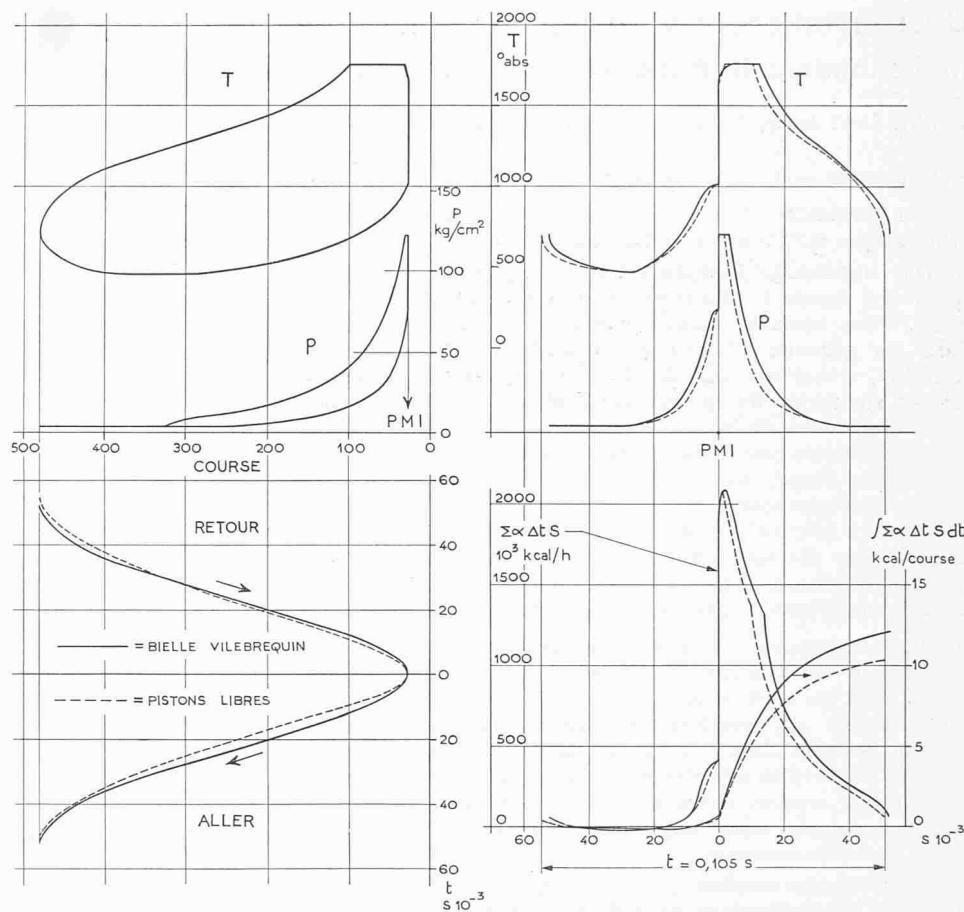
Tableau 1:

Compression moteur	kg/cm ²	40	75	110
Nombre de battements	min ⁻¹	538	570	653
Puissance en gaz	ch	1100	1225	1430
Perte de chaleur par course	kcal	9,5	10,2	10,6
Perte de chaleur par unité de temps	%	88	100	121
Rendement en gaz	%	40	42	43

Aussprüche Eichelbergs

(Fortsetzung)

Wer die Wirklichkeitsnähe technischer Arbeit erlebt hat und selbst Hand anlegte in gestaltendem Neuschaffen, der erfuhr das Beglückende, dass unsere Hände mit Formkraft begabt sind. Ich möchte damit ausdrücken, dass die Prägekraft, die letztlich den Bau der Technik zu fügen vermochte, auf einem breiteren schöpferischen Grund des Menschen ruht, dass dafür der hellwache Intellekt allein nicht ausreichend wäre; denn jedes technische Neuwerk will geformt sein, es kann nicht bloss rein rational errechnet werden. Ueberall da, wo nicht schon eingefahrene Geleise angewandter Technik ausreichen, sondern wo schöpferisches technisches Wirken verlangt ist, da geht es um weit mehr als um ein bloss me-



chanisches Anwenden der mathematischen Regeln und der naturwissenschaftlichen Grunderkenntnisse.

Zwar müssen wir über beides verfügen: über das unserer Zeit gemäße mathematische Denken in Kurven, Funktionen und Differentialgleichungen — mit ihren modulationsreichen Lösungen und ihrer Anpassbarkeit an vorgegebene Bedingungen —, und auch über die aus der Analyse des Naturgeschehens gewonnenen Grundgesetze der Physik und Chemie; denn dies sind die Fundamente, auf denen unser Bau gegründet sein muss, und wo wir gegen Naturgesetze verstossen, da erfüllen sie sich gleichwohl, doch in ungewollten Bahnen, und die Folgen fallen auf uns.

Die Grundgesetze der Natur sind aber — im Suchen des Neuen — nicht selbstschöpferisch; sie sind nur die notwendigen, nicht die hinreichenden Bedingungen für das Gelingen eines Werkes. Sie sind die Rand- und Grenzbedingungen, die nicht verletzt sein dürfen. Das überraschend Neue aber einer technischen Synthese entsteht immer nur aus einer über die Elemente weit hinausreichenden Zusammenschau des Ganzen, und alle Berechnung ist stets nur Nachrechnung des Geschauten. Jeder Konstrukteur weiß, was hier gemeint ist; er muss die Kräfte vor sich sehen, die in seinem Motor spielen werden, um sie fassen und einformen zu können, und zugleich mit den Material- und Herstellungsmöglichkeiten muss er die oft sich widerstrebenden Anforderungen im Auge behalten, die für das spätere Funktionieren — etwa in strömungstechnischer oder verbrennungstechnischer Hinsicht — gleichzeitig befriedigt werden müssen. Und es ist die gleiche Gabe der Schau, die uns die künftigen Formen sehen lässt, die auch die Vorgänge, die sich abspielen werden, fassbar macht. Ohne solche Synthese einer verbindenden Schau blieben die Bausteine der naturwissenschaftlichen Analyse ungefüglt.

Es ist nicht zuletzt dieser Appell an schöpferische Schau- und Baukräfte, der den Zug der Technik so mächtig zu formieren vermochte.

Aus dem Festvortrag an der VDI-Tagung in München 1948. Z. VDI 90 (1948) Nr. 10, S. 297.