

# Aussprüche Eichelbergs

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **79 (1961)**

Heft 46

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-65625>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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

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

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

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

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

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

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 geeignetsten Temperaturen für die Entspannung auch dadurch finden (Bild 5), dass man den gesamten Entropieunterschied  $\Delta s$ , der längs einer Isobaren gemessen dem gesamten Temperaturunterschied  $T_a - T_d$  entspricht, in gleiche Teile  $\Delta s_I$ ,  $\Delta s_{II}$  und  $\Delta s_{III}$  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  $\Delta s$  in gleiche Abschnitte teilt.

#### Verzeichnis der Bezeichnungen

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

#### Indizes

$r$	reversibel
$s$	isentrop
$U$	Umgebungszustand
$v$	Verlust

#### Literaturangaben

- [1] K. Nesselmann, *Angewandte Thermodynamik*, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1950, S. 78.
- [2] P. Grassmann, *Physikalische Grundlagen der Chemie-Ingenieur-Technik*, Verlag Sauerländer u. Co., Aarau und Frankfurt/M., 1961, § 2.6.
- [3] P. Grassmann, *Kaltluft und Kaltgasmaschinen*, im Handbuch der Kältetechnik, herausgegeben von R. Plank, Bd. V (in Bearbeitung).
- [4] J. Hännly, «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 Auseinandersetzen mit den Widerständen der Natur hat es mir angetan, dieses saubere Oder - Oder, wo sich ohne Halbheit 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 Mitreisende 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 millisecc. à 40 kg/cm<sup>2</sup> de compression moteur à 19 millisecc. à 110 kg/cm<sup>2</sup>, 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 embiellage 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 embiellage 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.

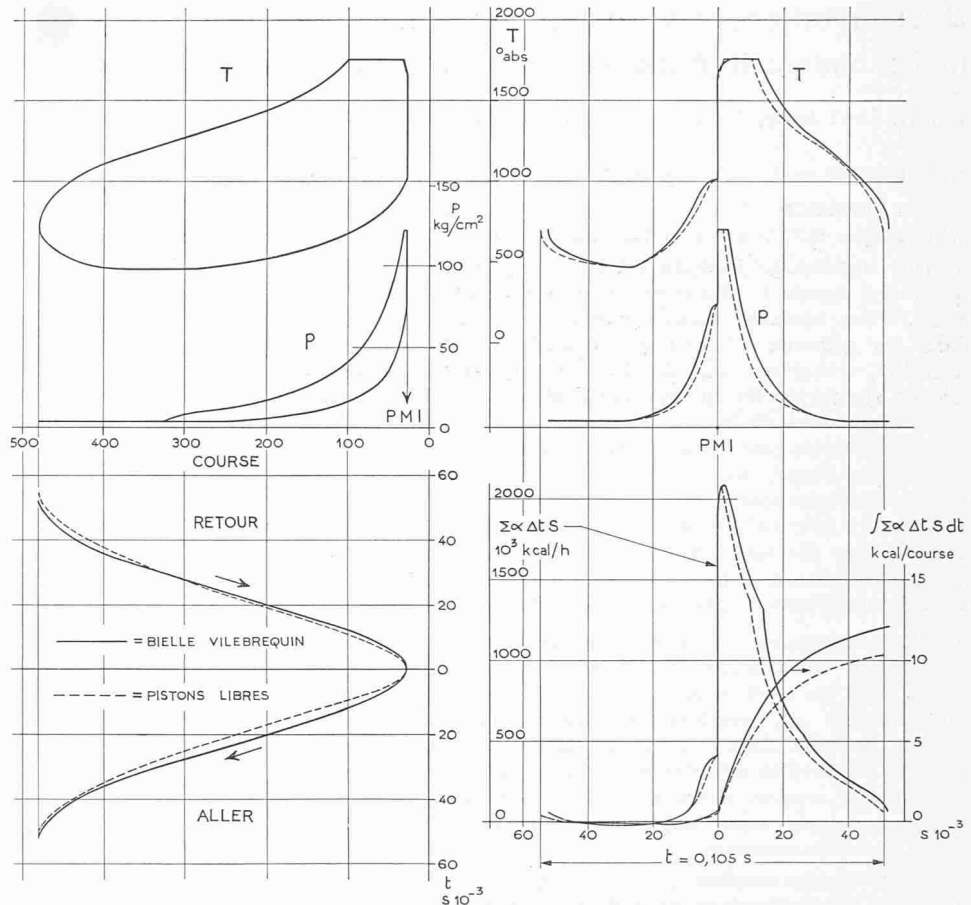
Tableau 1:

Compression moteur	kg/cm <sup>2</sup>	40	75	110
Nombre de battements	min <sup>-1</sup>	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 erfährt das Beglückende, dass unsere Hände mit Formkraft begabt sind. Ich möchte damit ausdrücken, dass die Prägekräft, 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 bleiben die Bausteine der naturwissenschaftlichen Analyse ungefügt.

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.