Anmerkung zum Wellenkompressor

Autor(en): **K.H.G.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **119/120 (1942)**

Heft 17

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-52457

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Anmerkung zum Wellenkompressor

Zum Durchlaufen des mit Flüssigkeit der Dichte ϱ gefüllten Kompressorrohrs von der Länge l mit der Schallgeschwindigkeit a benötigt eine Welle die Dauer $T = l/a$. Um sich in groben Zügen[1]) klar zu machen, wie bei der die Dauer $4T$ beanspruchenden Schaltung II der Druck $p\,(x,t)$ und die Strömungsgeschwindigkeit $v\,(x,t)$ in Funktion des im Intervall $[o, l]$ veränderlichen Abstandes x vom linken Rohrende A und der im Intervall $[o, 4T]$ veränderlichen Zeit t variieren, betrachte man zunächst zwei lineare Kombinationen φ und ψ von p und v:

$$\varphi = \frac{1}{2}\left(v + \frac{1}{\varrho\, a}\, p\right)$$
$$\psi = \frac{1}{2}\left(v - \frac{1}{\varrho\, a}\, p\right) \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

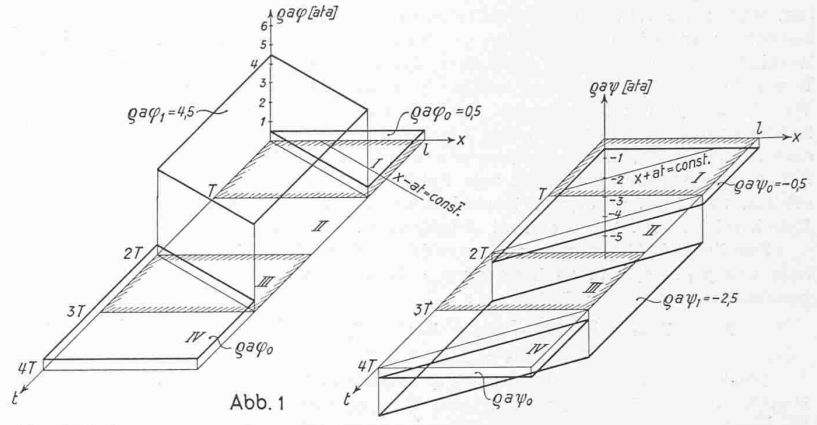

Abb. 1

Schaubild der Funktionen $\varrho\, a\, \varphi\,(x,t)$ und $\varrho\, a\, \psi\,(x,t)$

Da nämlich[2]) φ für einen mit Schallgeschwindigkeit a nach rechts (im positiven x- und v-Sinn), ψ für einen gleich schnell nach links bewegten Beobachter konstant ist, d. h. in der x, t-Ebene

$$\varphi = \text{const längs den Geraden } x - at = \text{const},$$
$$\psi = \text{const längs den Geraden } x + at = \text{const},$$

sind die die Funktionen $\varphi\,(x,\,t)$ und $\psi\,(x,\,t)$ über dem bezeichneten Streifen $o \leqq x \leqq l$, $o \leqq t \leqq 4T$ der x, t-Ebene darstellenden Flächen Zylinder mit Erzeugenden je parallel zu einer der genannten Geradenscharen, von aus den Anfangs- und den Randbedingungen bestimmbarer Gestalt: Weil $v\,(x,\,o) = 0$ und $p\,(x,\,o) = p_{\min}$ $(= 1$ ata), ist

$$\varphi\,(x,\,o) = \frac{p_{\min}}{2\varrho\, a} = \varphi_0 \text{ und } \psi\,(x,\,o) = -\frac{p_{\min}}{2\varrho\, a} =$$
$$= \psi_0 = -\varphi_0,\ 0 < x \leqq l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Damit sind (Abb. 1) für die Dauer T auch $\varphi\,(l,\,t)$ und $\psi\,(o,\,t)$ gegeben:

$$\varphi\,(l,\,t) = \varphi_0,\ o \leqq t < T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3a)$$
$$\psi\,(o,\,t) = \psi_0,\ o < t \leqq T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3b)$$

Für die Dauer $[o,\,2T)$ ist das linke Rohrende A mit dem Behälter vom Mitteldruck p_M $(= 5$ ata) verbunden, für die Dauer $[T,\,3T)$ das rechte Ende B mit dem Behälter vom Hochdruck p_H $(= 7$ ata), während es vorher, für die Dauer $[o,\,T)$, geschlossen war:

$$p\,(o,\,t) = p_M, \qquad o \leqq t < 2T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$
$$v\,(l,\,t) = 0, \qquad o \leqq t < T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$
$$p\,(l,\,t) = p_H, \qquad T \leqq t < 3T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Da $\qquad v = \varphi + \psi \quad , \qquad p = \varrho\, a\,(\varphi - \psi) \quad . \quad . \quad (7)$

folgt aus (5) und (3a):

$$\psi\,(l,\,t) = v\,(l,\,t) - \varphi\,(l,\,t) = -\varphi_0 = \psi_0,\ o \leqq t < T \quad (8)$$

Infolgedessen bleibt am Rohrende A der Wert ψ_0 nicht nur (Gl. (3b)) für die Dauer $(o,\,T]$, sondern für die doppelte Dauer bestehen;

$$\psi\,(o,\,t) = \psi_0, \quad o < t < 2T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

[1]) Nämlich unter Vernachlässigung der zur ruckweisen Veränderung der Randbedingungen jeweils erforderlichen Zeiten.

[2]) Warum, ist auseinandergesetzt in dem Aufsatz von K. H. Grossmann: Zur Analyse der Druckeinspritzung in Diesel-Motoren. SBZ, Bd. 112 (1938), S. 249*.

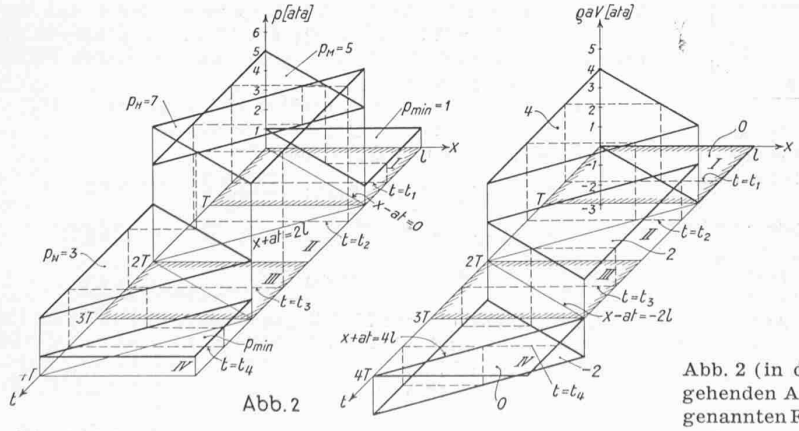

Abb. 2

Schaubild der Funktionen $p\,(x,t)$ und $\varrho\, a\, v\,(x,t)$

Hieraus und aus (4) folgt mit Rücksicht auf (2):

$$\varphi\,(o,\,t) = \frac{1}{\varrho\, a}\, p\,(o,\,t) + \psi\,(o,\,t) = \frac{1}{\varrho\, a}\left(p_M - \frac{p_{\min}}{2}\right) = \varphi_1,$$
$$o < t < 2T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Somit ist auch

$$\varphi\,(l,\,t) = \varphi_1, \quad T < t < 3T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Dies, zusammen mit (6), bewirkt mit (10):

$$\psi\,(l,\,t) = \varphi\,(l,\,t) - \frac{1}{\varrho\, a}\, p\,(l,\,t) =$$
$$-\frac{1}{\varrho\, a}\left(p_H - p_M + \frac{p_{\min}}{2}\right) = \psi_1, \quad T < t < 3T \quad (12)$$

und damit

$$\psi\,(o,\,t) = \psi_1, \quad 2T < t < 4T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

Da während $[2T,\,4T)$ das Ende A auf den Behälter vom Niederdruck p_N $(= 3$ ata) geschaltet ist —

$$p\,(o,\,t) = p_N, \quad 3T \leqq t < 4T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

—, ergibt sich aus (13) und (12):

$$\varphi\,(o,\,t) = \psi\,(o,\,t) + \frac{1}{\varrho\, a}\, p\,(o,\,t) =$$
$$-\frac{1}{\varrho\, a}\left(p_H - p_M - p_N + \frac{p_{\min}}{2}\right), \quad 2T < t < 4T$$

Die Wahl

$$p_{\min} = p_M + p_N - p_H \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

bewirkt somit (siehe Gl. (2)):

$$\varphi\,(o,\,t) = \frac{1}{2\varrho\, a}\, p_{\min} = \varphi_0, \quad 2T < t < 4T \quad . \quad (16)$$

Damit wird

$$\varphi\,(l,\,t) = \varphi_0, \quad 3T < t \leqq 4T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

und, da zur Zeit $3T$ das Ende B wieder geschlossen wird, also

$$v\,(l,\,t) = 0, \quad 3T \leqq t \leqq 4T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

ist:

$$\psi\,(l,\,t) = v\,(l,\,t) - \varphi\,(l,\,t) = -\varphi_0 = \psi_0, \quad 3T < t \leqq 4T \quad (19)$$

Vermöge (16) und (19) ist zur Zeit $4T$ der Anfangszustand wiederhergestellt:

$$\varphi\,(x,\,4T) = \varphi_0, \quad \psi\,(x,\,4T) = \psi_0, \quad 0 < x \leqq l \quad . \quad (20)$$

sodass der Zyklus von neuem ablaufen kann.

In der die Funktionen $\varrho\, a\, \varphi$ und $\varrho\, a\, \psi$ veranschaulichenden Abb. 1 ist der Bereich $o \leqq x \leqq l$, $o \leqq t \leqq 4T$ in vier gleiche Felder je von der zeitlichen Ausdehnung T geteilt: In den Feldern I und III ist ψ, im zweiten und vierten Feld ist φ konstant. Daher unterscheiden sich gemäss Gl. (7) im ersten und dritten Feld die Funktionen $\varrho\, a\, v$ und p nur um eine Konstante $(\pm\, \varrho\, a\, \psi)$ von $\varrho\, a\, \varphi$, im zweiten und vierten Feld nur um eine Konstante $(\varrho\, a\, \varphi)$ von $\pm\, \varrho\, a\, \psi$. Somit haben p und v dank den von Eichelberg gewählten Betriebsbedingungen abwechselnd den Charakter von φ und von ψ, d. h. von nach rechts und nach links wandernden Wellen; diese Wellen laufen mit Schallgeschwindigkeit dem Rohr entlang, abwechselnd am rechten und am linken Ende «reflektiert». In der Tat lehrt die Betrachtung der aus Abb. 1 nach Gl. (7) konstruierten, die Funktionen $p\,(x,\,t)$ und $\varrho\, a\, v\,(x,\,t)$ darstellenden Abb. 2 (in der die «Momentaufnahmen» der Abb. 8 des vorangehenden Aufsatzes gestrichelt eingezeichnet sind), dass in den genannten Feldern abwechselnd längs den Geraden $x - at = \text{const}$ und $x + at = \text{const}$ auch p und v konstant sind. K. H. G.