Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 119/120 (1942)
Heft: 17

Inhaltsverzeichnis

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: 11.12.2025

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

INHALT: Der Druckwellen-Kompressor. — Anmerkung zum Wellenkompressor. — Mittelschulreform und Ingenieurausbildung. — Laboratoire suisse de recherches horlogères. — Von der E. T. H.-Tagung für Landesplanung. — Schweiz. Stadtbau-Kongress in Neuchâtel, 9./11. Oktober 1942. — Die Kleinhaussiedelung Au-Schwamendingen der Stadt Zürich. — Mitteilungen: 35. Generalversammlung der Schweiz. Vereinigung für Gesundheitstechnik. Transsahara-Bahn. Frostschäden an der Barberine-Staumauer. Stadtplanung von Lyon. — Wettbewerbe: Bebauung des Gebietes Terreaux du Temple, Genf. — Nekrologe: Louis Dénéréaz. Hans Nabholz. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Vortragskalender.

Band 120 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich Nr. 17
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Der Druckwellen-Kompressor

Ein Vorschlag von Prof. Dr. G. Eichelberg, E. T. H. Zürich

Einleitung

Wird ein mit Wasser vom Druck p_2 gefülltes Rohr plötzlich mit einem Reservoir vom Druck p_1 verbunden (Abb. 1), so pflanzt sich eine Ueberdruckwelle mit Schallgeschwindigkeit im Rohre fort, während wegen der Kompression des Wassers ein Einströmen mit der Geschwindigkeit v erfolgt. Am hintern Rohrende wird die Druckwelle reflektiert, wobei infolge des Stosses die Front der zurückgeworfenen Welle nochmals um den Betrag $p_1 - p_2$ gegenüber dem jetzt herrschenden Druck p_1 überhöht ist. Beim Zurücklaufen dieser Welle wird das gegen das hintere Ende strömende Wasser im Rohr entsprechend dem Fortschreiten der Welle abgebremst, und wenn diese wieder beim Schieber angelangt ist, ruht das ganze Wasser im Rohr. Schliesst man in diesem Augenblick den Schieber, so bleibt im Rohr der Druck $2p_1 - p_2$ bestehen.

Ist der Druck p_1 im Reservoir kleiner als p_2 im Rohr, so spielt sich ein analoger Vorgang mit negativem Ausschlag ab, d. h. eine Entspannungswelle durchläuft das Rohr, die nach

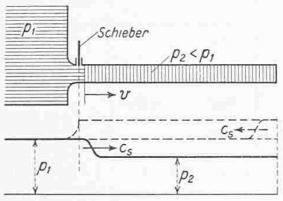

Abb. 1. Ueberdruckwelle im Wasserrohr

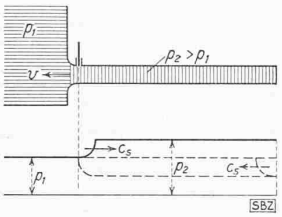

Abb. 2. Unterdruckwelle

der Reflexion nochmals um $p_2 - p_1$ abgesenkt wird, und das Wasser expandiert mit der Geschwindigkeit v vom Rohr ins Reservoir (Abb. 2).

Die Druckwelle bringt den Rohrdruck über, die Entspannungswelle bringt ihn unter den Behälterdruck, sodass das eine Mal aus dem Rohr Wasser an ein höher liegendes, das andere Mal nur noch an ein tiefer liegendes Reservoir abgegeben werden kann. Prof. Dr. *G. Eichelberg* (E. T. H.) kam nun auf den originellen Gedanken, durch Druck- und Entspannungswellen Mitteldruckwasser in ständig wiederholtem Spiel in Hoch- und Niederdruckwasser aufzuteilen. Damit hat er, ohne Anwendung von Pumpe und Turbine, eine neuartige Fördermaschine erfunden.

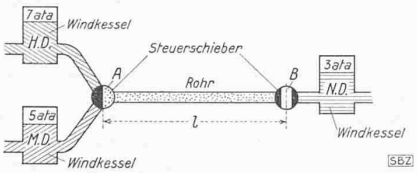

Abb. 3. Schema eines Druckwellen-Kompressors bei Schaltung I

Aufbau und Arbeitsweise

Mit der in Abb. 3 wiedergegebenen Schaltung I lässt sich bei Betätigung der Steuerschieber A und B ein in drei Phasen zerfallendes Arbeitsspiel errechnen, wie in Abb. 4 dargestellt.

Zuerst wird das Rohr, in dem ursprünglich ein Druck von 1 ata herrsche, plötzlich mit dem MD-Windkessel von 5 ata verbunden: Eine Druckwellenfront durchläuft das Rohr mit Schallgeschwindigkeit, wird bei B reflektiert und kehrt mit 9 ata nach A zurück. Unterdessen ist Wasser aus dem MD-Windkessel ins Rohr eingeströmt. Im Moment, da die Welle wieder in A ankommt, wird der Schieber A auf den HD-Windkessel umgestellt. Damit ist die zweite Phase eingeleitet. Weil der HD-Windkesseldruck unter dem gegenwärtigen Rohrdruck liegt, durchläuft jetzt eine Fntspannungswelle das Rohr, die nach der Reflektierung mit 5 ata wieder in A ankommt. Bis dahin strömt Wasser aus dem Rohr nach dem HD-Behälter. Sobald die Unterdruckwelle zum Schieber A zurückgekehrt ist, wird dieser geschlossen. Die zweite Phase ist beendigt, und im Rohr ist ruhendes Wasser von 5 ata. Durch Oeffnen des Schiebers B wird die dritte Phase eingeleitet, bei der von B ausgehend eine Entspannungswelle das Rohr durchläuft, die mit 1 ata nach B zurückkehrt. Bis zu diesem Moment strömt Wasser aus dem Rohr nach dem ND-Windkessel; jetzt wird der Schieber B geschlossen, und der Anfangszustand ist wieder hergestellt. Die bei der Kompression von 1 auf 9 ata aus dem MD-Windkessel ins Rohr eingeströmte Wassermenge ist zur Hälfte in den HD-Behälter, unter Entspannung von 9 auf 5 ata, zur andern Hälfte in den ND-Behälter entleert worden, unter weiterer Entspannung von 5 auf 1 ata.

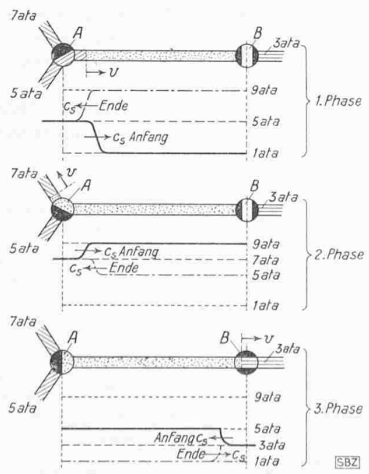

Abb. 4. Arbeitsspiel nach Schaltung I

Theorie und Berechnung

Pro Arbeitspiel legt der Schall in dem mit Wasser gefüllten Rohr von der Länge l [m] mit der Geschwindigkeit a [m/s] die Strecke $6\,l$ zurück. Auf die Sekunde entfallen somit

$$n = \frac{a}{6\,l}\left[\mathrm{s}^{-1}\right]$$

Arbeitspiele (Förderfrequenz).

F [m²] sei der Rohrquerschnitt, also $V = lF$ [m³] das zu Beginn der ersten Phase vom Wasser im Rohr ausgefüllte Volumen. Am Ende dieser Phase hat es eine der Druckerhöhung Δp [kg/m²] (in unserm Beispiel $(9-1)\,10^4 = 80\,000$ kg/m²) entsprechende Kontraktion erfahren:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta p}{\varrho\, a^2}$$

(ϱ = Dichte [kg s² m^{-4}]). Das freigewordene Volumen ΔV ist jetzt von dem eingeströmten Wasser ausgefüllt; es ist die pro Arbeitspiel dem MD-Windkessel entnommene Wassermenge. Die sekundliche Liefermenge Q ist mithin

$$Q = n\,\Delta V = \frac{a}{6\,l}\,lF\,\frac{\Delta p}{\varrho\, a^2} = k\,\Delta p\ [\mathrm{m^3/s}] \quad . \quad . \quad (1)$$

Hierin bedeuten

$$k = \frac{F}{6\,\varrho\, a}\,,\quad \Delta p = p_{\max} - p_{\min}$$

$p_{\max}$ und $p_{\min}$ sind die extremalen Rohrdrücke (am Ende und Beginn der ersten Phase). Mit p_M werde der Mitteldruck bezeichnet, $p_M = (p_{\min} + p_{\max})/2$, mit p_H und p_N die Drücke des Hoch- und des Niederdruck-Windkessels, mit Q_N die an diesen, mit Q_H die an jenen sekundlich gelieferte Wassermenge:

$$Q = Q_N + Q_H$$

Oben wurde $p_H = (p_M + p_{\max})/2$ angenommen, mit der Folge $Q_N = Q_H$. Allgemein entspricht, wie gleich zu zeigen, bei gegebenen Werten p_M und Δp jedem Verhältnis

$$\nu = \frac{Q_N}{Q_H} \quad . \quad . \quad (2)$$

ein bestimmter Druck p_N und damit auch ein bestimmter Druck p_H. Die Druckverhältnisse sind in Abb. 5 dargestellt, wobei $\overline{p}$ den Rohrdruck am Schluss der zweiten Phase bezeichnet. Wegen $p_H = (\overline{p} + p_{\max})/2$ und $p_N = (p_{\min} + \overline{p})/2$ ist

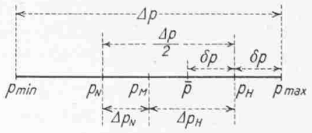

Abb. 5. Druckverhältnisse bei Schaltung I

$$p_H - p_N = \frac{\Delta p}{2} = p_M - p_{\min} = p_{\max} - p_M \quad . \quad . \quad (3)$$

Analog zu (1) ist ferner $Q_N = k\,(\overline{p} - p_{\min}) = 2\,k\,(p_N - p_{\min})$ und $Q_H = k\,(p_{\max} - p) = 2\,k\,(p_{\max} - p_H)$, oder, mit

$$\Delta p_H = p_H - p_M\,,\quad \Delta p_N = p_M - p_N$$

$$Q_N = 2\,k\,\Delta p_H\,,\quad Q_H = 2\,k\,\Delta p_N \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$