

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115/116 (1940)
Heft: 4

Inhaltsverzeichnis

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

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

INHALT: Behälterevakuierung mit rotierenden Vakuumpumpen. — Le réservoir d'eau de 3300 m³ à Bessinges (Genève). — «Treppenhaus» in Kauttua (Finnland). — Festschrift Prof. Dr. W. v. Gonzenbach. — Mitteilungen: Zünder für die Flugabwehr. Der Schneekreuzer der zweiten

Byrd'schen Südpol-Expedition. Verdichtungswirkung verschiedener Geräte für geschüttete Dämme. Korrosionsschutz elektrischer Maschinen. Weltgewinnung an Kohle. Jubiläen schweizerischer Schmalspurbahnen. Eidg. Technische Hochschule. — Literatur.

Band 116

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

Nr. 4

Behälterevakuierung mit rotierenden Vakuumpumpen

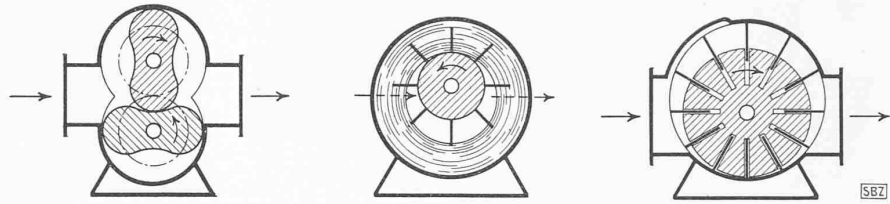
Von Dipl. Ing. TH. BREMI, SLM Winterthur

Drei Formen von rotierenden Vakuumpumpen haben ihre Bedeutung für die mannigfaltigsten Industriezweige hauptsächlich darum erlangt, weil ihre Förderung praktisch kontinuierlich ist. In Verbindung mit den relativ hohen Drehzahlen, die eine direkte Kupplung mit normalen, serienmässig hergestellten Drehstrommotoren erlauben, werden daher keinerlei Druckstösse oder Schwingungen auf das unter Vakuum zu haltende System von Behältern oder Rohrleitungen übertragen. Je nach Verwendungszweck wird eine der in Abb. 1 schematisch dargestellten Pumpenformen benützt: Kleinere Vakua bis etwa 50% sind mit Kreiskolbengebläsen zu erzielen, wie z. B. in Förderanlagen von Massengütern (Abb. 2). Für Anwendungen, bei denen mit Anfall von Feuchtigkeit oder korrosiven Dämpfen in die Maschine zu rechnen ist, bieten Wasserringpumpen mit ihrer Unempfindlichkeit solchen Einflüssen gegenüber trotz ihres geringeren Gesamtwirkungsgrades betriebliche Vorteile (Abb. 3). Für höhere Vakua treten an deren Stelle die Rotationsvakuumpumpen für die verschiedensten Zwecke: Bremsvakuumpumpen im Bahnbetrieb, Vorvakuum in der Glühlampenindustrie, Unterdruck in Trocknungsanlagen, Evakuationen in chemischen und ähnlichen Betrieben, Nachsaugen von Flüssigkeit, z. B. bei grossen Bewässerungspumpen, Zisternenwagen usw., wovon die Abb. 4 bis 6a auf S. 38/39 einige Ausführungsbeispiele zeigen.

Die grundlegende Aufgabe bei der Bemessung solcher Anlagen besteht in der Bestimmung der Evakuationszeit des auf einen bestimmten Unterdruck leer zu saugenden Behälters oder Rohrleitungssystems. Es wird daher im Folgenden versucht, die wichtigsten Fälle dieser Art rechnerisch zu erfassen. Dass dabei die gleiche Charakteristik für die erwähnten Pumpensysteme zu Grunde gelegt werden darf, wird aus Abb. 7 durch die Gegenüberstellung der Versuchskurven einer Rotationsvakuumpumpe und eines Kreiskolbengebläses annähernd gleicher Grösse ersichtlich.

I. Pumpencharakteristik und allgemeine Gleichung für die Evakuationszeit

Nach Abb. 8 ist das auf den Zustand am Saugstutzen der Pumpe bezogene Ansaugvolumen V_{red} (theoretisch) von 0 → 100% von konstanter Grösse. Daher kann das auf atmosphärischen Zustand bezogene Ansaugvolumen durch eine Gerade von V_{red} (theor.) bei $p = 1$ ata bis $V = 0$ bei $p = 0$ dargestellt werden. Diese Geradlinigkeit bleibt erfahrungsgemäss auch für die wirkliche Maschine mit ihren Undichtheitsverlusten erhalten, wobei für $p = 1$ ata anstelle von V_{red} (theor.) der Wert V_{max}



Kreiskolbengebläse
Grosses Fördervolumen bei kleinen Abmessungen. Unempfindlichkeit gegen Staub. Eignung für kleinere Vakua

Wasserringpumpe
Unempfindlichkeit gegen Flüssigkeitsanfall. Unabhängigkeit in der Wahl der Baustoffe. Eignung für kleinere Leistungen. Kraftbedarf zufolge Flüssigkeits-Verschiebungen verhältnismässig hoch

Rotations-Vakuumpumpe
Eignung bis zu hohen Vakua. Gleichmässige Förderung ohne Stösse. Weitgehende Anpassungsmöglichkeit der Kraftbedarfs-Charakteristik an die Betriebsverhältnisse

Abb. 1. Rotierende Vakuumpumpen System «S. L. M.-Winterthur»

tritt. Das reduzierte Ansaugvolumen $V_{red} = V \frac{p_0}{p}$ zeigt einen entsprechenden hyperbelähnlichen Verlauf. Nach Abb. 8 ist

$$V_0 = V_{max} \frac{p - p_2}{p_0 - p_2}$$

wobei p_2 das mit der Pumpe erreichbare Grenzvakuum, und V_{max} das Ansaugvolumen der Pumpe beim Druck p_0 darstellt. Daraus entsteht

$$V_{red} = V_{max} \frac{p - p_2}{p_0 - p_2} \frac{p_0}{p}$$

Das von der Pumpe angesaugte Luft- (oder Gas-) Gewicht wird mit $\gamma = \frac{p}{RT}$ daher

$$G = V_{max} \frac{p - p_2}{p_0 - p_2} \frac{p_0}{RT}$$

Bei den meisten Evakuierungsvorgängen bleibt die Temperatur in den Behältern zufolge der von der Umgebung einfallenden Wärme praktisch unverändert, sodass das Produkt aus absoluter Temperatur T und Gaskonstante R als konstant angenommen werden kann. Das aus dem Behälter durch die Vakuumpumpe im Zeitelement dt abgesaugte Luftgewicht ist somit

$$dG_1 = V_{max} \frac{p - p_2}{p_0 - p_2} \frac{p_0}{RT} dt$$

Kann dem Behälter während der Evakuierung durch eine Oeffnung mit dem Querschnitt F noch Luft zufließen (z. B. auch durch Undichtheiten im System), so ergibt sich daraus im Behälter pro Zeitelement eine Gewichtszunahme von

$$dG_2 = F \psi dt \text{ mit } \psi = f(p)$$

Vom Einbezug eines Kontraktionskoeffizienten μ sei Umgang genommen; er kann berücksichtigt werden durch $F' = \frac{F}{\mu}$ wenn F' als wirklicher Querschnitt der Oeffnung angesetzt wird. Für jeden Zeitpunkt gilt für den Behälter vom Inhalt J_p , der mit dem abnehmenden Druck seinen Wert ändern kann,

$$G = \gamma J_p = \frac{J_p p}{RT}$$

Die der Druckabnahme dp entsprechende Gewichtsabnahme ist daher

$$dG_3 = \frac{1}{RT} d(J_p p) = \frac{1}{RT} \frac{\delta(J_p p)}{\delta p} dp$$

Weiterhin entsteht die Aenderung des Druckes mit der Zeit durch die Gleichsetzung $dG_3 = dG_1 - dG_2$, woraus sich durch Einsetzen der entsprechenden Werte und Auflösung der Gleichung nach dt für die Evakuationszeit die Beziehung ergibt

$$t = \int_{p_0}^p \frac{(J_p p)'}{V_{max} \frac{p - p_2}{p_0 - p_2} p_0 - F R T \psi} dp + c$$

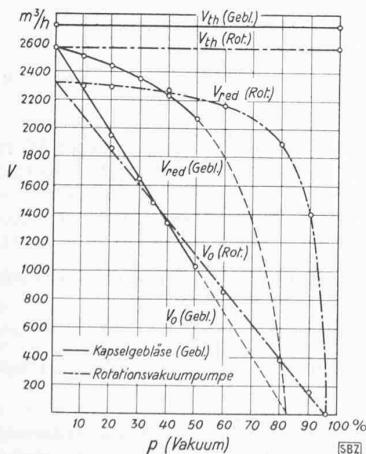


Abb. 7. Charakteristik von Rotationsvakuumpumpe und Kreiskolbengebläse (Versuchskurven von Maschinen ähnlicher Grösse)

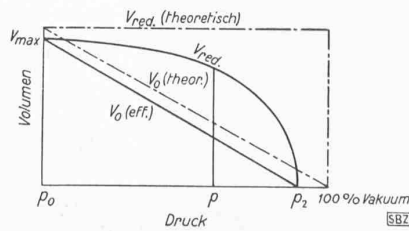


Abb. 8. Druck - Volumen - Charakteristik einer rotierenden Vakuumpumpe