

Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **123/124 (1944)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

### **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.

INHALT: Ueber die Druck-Volumen-Kennlinien vielstufiger Axialverdichter. — Zum Zwischenbericht des Bundesrates über die vorbereiteten Massnahmen zur Arbeitsbeschaffung. — Wettbewerb für ein Eidgen. Verwaltungsgebäude in Bern. — Entwässerung von Abwasserschlämmen mittels Vakuumfiltration. — 100 Jahre Morse-Telegraphie. — Mitteilungen: Montage einer Hochdruckleitung. Entwicklung verkapselter Niederspannungs-Verteilanlagen in der Schweiz. Rangierbahnhöfe für grosse Seehäfen. Wasserwirtschaft der Eisenhüttenwerke. Erfahrungen und Lehren

für Gas- und Wasserversorgung beim Fliegerangriff Schaffhausen. Wärmeübergang zwischen warmer Luft und kalten Flächen. Schreinerhaus auf dem Bürgenstock. Hotelsanierung. Militäraufträge. Transformatoren-Tagung des SEV. 75 Jahre Techn. Hochschule München. Entwicklung der elektr. Eisenbahnen. Kleinspannung für allem. Beleuchtung. — Wettbewerbe: Primarschulhaus auf dem Felsberg Luzern. Hodler-Denkmal in Genf. Gemeindehaus und Turnhalle in Frick. — Nekrologe: Hermann v. Waldkirch. Max Fidler. — Literatur. — Vortragskalender.

Band 124

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

Nr. 2

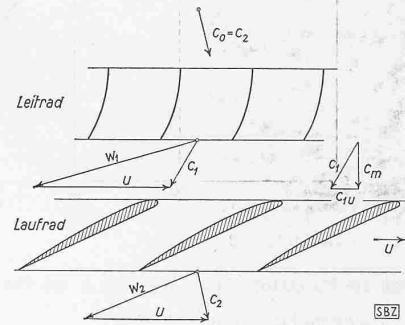
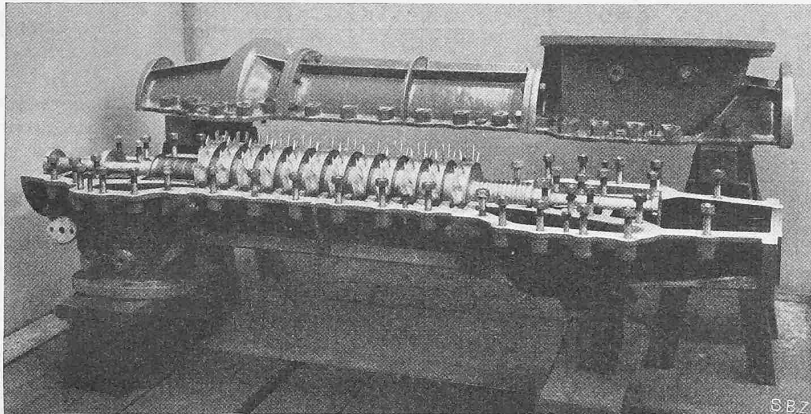


Abbildung 2

Abb. 1 (links). Vielstufiger Axialverdichter

### Ueber die Druck-Volumen-Kennlinien vielstufiger Axialverdichter

Von Ing. Dr. sc. techn. FRITZ SALZMANN, Escher Wyss Maschinen-Fabriken A.-G., Zürich

Während vor nicht sehr langer Zeit die Ueberwindung grösserer Druckgefälle fast ausschliesslich rotierenden Verdichtern radialer Bauart oder Kolbenverdichtern vorbehalten war, vermochte sich im Verlauf der letzten Jahre der mehrstufige Verdichter axialer Bauart immer mehr auch im Gebiet höherer Druckverhältnisse von drei, vier und darüber seinen Platz zu erobern. Dazu hat neben den durch konsequente Anwendung aerodynamischer Forschungsergebnisse auf die Einzelstufe<sup>1)</sup> erreichten günstigen Wirkungsgraden auch die Tendenz nach dem Bau immer grösserer Einheiten mit grosser Durchsatzmenge beigetragen, für die der Axialverdichter die geeignete Maschine ist. Andererseits hat aber auch die Entwicklung der Gasturbinen und aerodynamischen Anlagen<sup>2)</sup> der Anwendung mehrstufiger axialer Verdichter Vorschub geleistet.

Die stets weitergreifende Verwendung dieser Verdichter ruft aber nach einer eingehenderen Kenntnis der Gesetzmässigkeiten für den Druckverlauf bei Abweichungen vom normalen Betriebszustand, sowohl bezüglich Drehzahl wie auch bezüglich Durchsatzmenge. Bei Kenntnis des Kennlinienverlaufs der Einzelstufe kann durch fortlaufende Berechnung des Zustandsverlaufs durch die ganze Stufenreihe, beispielsweise auch auf graphischem Wege<sup>3)</sup>, der Endzustand des Fördermittels bei Verlassen des Verdichters bei Abweichungen vom normalen Betriebszustand ermittelt werden.

Im folgenden werden einige Gesetzmässigkeiten über den Kennlinienverlauf vielstufiger axialer Verdichter abgeleitet unter Benützung eines Verfahrens, das sich auf die Tatsache gründet, dass bei solchen Verdichtern zur Erreichung grösserer Drücke stets eine Vielzahl von Stufen erforderlich ist (Abb. 1). Es kann somit die Zustandsänderung des Fördermittels in einer Stufe gegenüber der Gesamtänderung als klein, mathematisch gesprochen als differentielle Aenderung betrachtet werden. Der Endzustand des Fördermittels erscheint daher im Grenzfall nicht mehr durch Summation einer endlichen Zahl von Zustandsänderungen, sondern durch Integration über unendlich viele unendlich kleine Aenderungen. In diesem Grenzfall wird, wie sich im folgenden noch zeigt, der Kennlinienverlauf des ganzen Verdichters ausser vom dimensionslos auf den normalen Betriebszustand bezogenen Verlauf der Kennlinie der Einzelstufe nur noch abhängig vom normalen Druckverhältnis, für das der Verdichter ausgelegt ist, und nicht mehr von der Anzahl der Stufen, mit denen die Verdichtung erfolgt, womit die abgeleiteten Beziehungen eine allgemeinere Gültigkeit erlangen. Auf diese Weise lässt sich bei vorgegebenem Druckverhältnis im Normalpunkt und mehr oder weniger bekanntem dimensionslosem Kennlinienverlauf der Einzelstufe schon ein gewisser Ueberblick über das

Verhalten des gesamten Verdichters gewinnen, ohne dass seine Auslegung, insbesondere die Stufeneinteilung und die gewählte Umfangsgeschwindigkeit des Laufrades, im einzelnen bekannt sind. Im folgenden wird auf diese Weise anhand eines Beispiels mit angenommener Charakteristik der Einzelstufe der Einfluss von Drehzahländerungen auf den Kennlinienverlauf eines Verdichters mit normalem Druckverhältnis 4 erörtert. Wie am Schluss noch gezeigt wird, ist es auch möglich, auf Grund des dargelegten Grenzübergangs auf unendlich feine Stufeneinteilung allgemein unmittelbare, nur vom Gesamtdruckverhältnis und nicht von der Stufenzahl abhängige Zusammenhänge zwischen der Steilheit der Gesamtkennlinie des Verdichters und der Steilheit der Einzelkennlinie abzuleiten.

#### Der Grenzübergang auf unendlich feine Stufeneinteilung

Die folgende Ableitung bezieht sich auf einen Verdichter mit durchwegs gleichartigen Einzelstufen, die im normalen Betriebszustand alle im gleichen Punkt der Einzelkennlinie arbeiten. Abb. 2 zeigt das Schema einer einzelnen Stufe mit den zugehörigen Geschwindigkeitsdreiecken. Die obenstehende Voraussetzung bedingt im normalen Betriebszustand in allen Stufen ähnliche Geschwindigkeitsdreiecke, weshalb auch bei geänderten Betriebszustand die Geschwindigkeitsdreiecke aufeinanderfolgender, unendlich klein gedachter Stufen nur vernachlässigbar wenig voneinander abweichen, sodass die absolute Zutrittsgeschwindigkeit  $c_0$  zum Leitapparat einer Stufe nach Grösse und Richtung gleich jener zur nächsten Stufe, also gleich der absoluten Austrittsgeschwindigkeit  $c_2$  aus dem nachfolgenden Laufrad angenommen werden kann. Die Druckerhöhung  $\Delta p = p_2' - p_0'$  für eine Verdichterstufe ist damit bekannt, wenn die Druck-Volumen-Kennlinie der Einzelstufe vorliegt mit der Voraussetzung, dass die absolute Zuströmgeschwindigkeit zur Stufe gleich der absoluten Abströmgeschwindigkeit sei.

Abb. 3 zeigt den Charakter einer solchen Kennlinie, nach Messungen an einer Stufe<sup>4)</sup>, wobei zwar die vorerwähnte Bedingung nicht streng erfüllt war. Hierbei sind in bekannter Weise die dimensionslosen Kennzahlen

$$\varphi = \frac{c_m}{u}, \quad \psi = \frac{\Delta p}{\frac{\rho}{2} u^2}$$

verwendet, mit

$c_m$  = axiale Durchtrittsgeschwindigkeit (m/s)

$u$  = Umfangsgeschwindigkeit des Rades (m/s)

$\rho = \frac{\gamma}{g}$  = spez. Masse des Fördermittels (kg s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)

$\Delta p$  = Druckanstieg in der Stufe (kg/m<sup>2</sup>).

Wird der Normalpunkt  $N$  durch die Werte  $\psi_0, \varphi_0$  gekennzeichnet, so wird die Druck-Volumen-Kennlinie dargestellt durch eine Beziehung von der Form

$$\psi = \psi_0 F\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right) \dots \dots \dots (1)$$

<sup>4)</sup> Nach C. Keller, Axialgebläse, S. 132.

<sup>1)</sup> Man vergleiche: C. Keller, Axialgebläse vom Standpunkt der Tragflügeltheorie. Mitteilung aus dem Institut für Aerodynamik der Eidgen. Techn. Hochschule. Zürich 1934.

<sup>2)</sup> J. Ackeret und C. Keller, Eine aerodynamische Wärmekraftanlage. Schweiz. Bauzeitung, Bd. 113, Nr. 19, S. 225\* (1939).

<sup>3)</sup> Ein von M. Senger in BBC-Nachr. 1941, S. 19/27 angegebenes graph. Verfahren ist zwar nur auf isotherme Zustandsänderungen anwendbar.