

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 121/122 (1943)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Erfahrungen in der Unfallverhütung  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-53052>

### **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:** 05.04.2026

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

net und zwar für «knappen» Lamellenanschluss mit nur zwei Nietpaaren vor dem theoretischen Lamellenende und für annähernd «vollen» Anschluss mit fünf Nietpaaren, wobei der Nietabstand gleichmässig mit 16 cm  $\cong 6 \phi$  angenommen wurde. Das berechnete Kräftespiel ist dargestellt durch die im Träger (Grundprofil) und in der Lamelle auftretenden Spannungen, bezogen auf Nettoquerschnitte, und durch den Verlauf der Nietkräfte. Nach üblicher Spannungsberechnung ergibt sich unter der Last  $P$  gerade volle Ausnützung des verstärkten Trägers mit  $\sigma_{vorh.} = \sigma_{zul.}$

Abb. 18 zeigt beim gleichen Beispiel, dass durch die Verkleinerung der Nietabstände (ausserhalb des theoret. Lamellenendes) die äussersten Nietkräfte verkleinert werden können. In Abb. 19 endlich ist, wieder für das gleiche Beispiel, der Einfluss einer von der Mitte aus wachsenden Lamellenlänge auf die Kräfte im äussersten Nietpaar,  $N_1$ , und in der Lamellenmitte,  $L_{max.}$ , dargestellt.

Bei grösseren Nietzahlen verursacht die Auflösung des dreigliedrigen Gleichungssystems Gl. (20) einen gewissen Rechnungsaufwand, der durch eine geschlossene Lösung vermindert werden kann. Beachten wir, dass

$$\frac{+L_i - 1 - 2L_i + L_i + 1}{e^2} = L'$$

so kann die Gl. (20) mit den Abkürzungen

$$\omega^2 = \frac{C}{Ee} \frac{J_1}{F_L J_0} \quad \text{und} \quad \alpha = \frac{C}{Ee} \frac{h}{2J_0}$$

übergeführt werden in die Differentialgleichung

$$L'' - \omega^2 L + \alpha M = 0 \dots (21)$$

Solche Differentialgleichungen sind in der Baustatik nicht selten; für konstante Koeffizienten  $\omega^2$  (in dem wie in  $\alpha$  nun der verteilte Verformungswiderstand  $C:e$  vorkommt) lässt sich die Lösung der Gleichung (21) mit Exponentialfunktionen oder hier etwas bequemer mit hyperbolischen Funktionen ansprechen zu

$$L = c_1 \text{Sh } \omega x + c_2 \text{Ch } \omega x + \frac{\alpha M}{\omega^2} + \frac{\alpha M''}{\omega^4} + \dots (22)$$

wobei sich die Integrationskonstanten  $c_1$  und  $c_2$  aus den Randbedingungen ergeben.

So ergibt sich für einen durch eine Einzellast  $P$  in Balkenmitte belasteten Balken nach Abb. 20 mit

$$\left. \begin{aligned} x = 0 : L' &= 0 \\ x = a : L &= 0 \end{aligned} \right\} \text{ und } \left\{ \begin{aligned} M' &= -Q = -\frac{P}{2} \\ M'' &= 0 \end{aligned} \right.$$

unter Beachtung, dass  $\frac{\alpha}{\omega^2} = \frac{S_L}{J_1} \left( S_L = F_L \frac{h}{2} \right)$  die Lösung

$$L_P = \frac{S_L}{J_1} \left[ M_x - M_a \frac{\text{Ch } \omega x}{\text{Ch } \omega a} - \frac{Q}{\omega} \frac{\text{Sh}(a-x)}{\text{Ch } \omega a} \right] \dots (23)$$

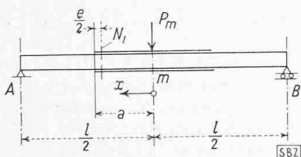


Abb.20

Daraus kann für  $x = a - e$  die Beanspruchung des ersten Nietpaares und für  $x = 0$  die grösste Lamellenbeanspruchung  $L_{max}$  rasch bestimmt werden.

Für gleichmässig verteilte Belastung des Balkens nach Abb. 20 ergibt sich mit  $M'' = -q, M''' = 0$ , analog

$$L_q = \frac{S_L}{J_1} \left[ M_x - M_a \frac{\text{Ch } \omega x}{\text{Ch } \omega a} - \frac{q}{\omega^2} \left( 1 - \frac{\text{Ch } \omega x}{\text{Ch } \omega a} \right) \right] \dots (24)$$

Aus dieser Untersuchung über den genieteten Lamellenanschluss können wir heute etwa folgende Folgerungen ziehen:

Bei genieteten Lamellen bestehen zwei Gefahren: die der Ueberlastung des ersten Nietpaares und die einer nur teilweisen Wirkung der Lamellen im massgebenden Querschnitt.

Bei rein oder vorwiegend *statisch* beanspruchten Konstruktionen (Hochbau, Strassenbrücken) dürften daraus keine wesentlichen Einbussen an Sicherheit zu erwarten sein, weil hier die Möglichkeit der Selbsthilfe, des Spannungsausgleichs vor dem Bruch besteht. Es darf also hier, abgesehen von sehr kurzen Lamellen, die sparsamere Regel des nur teilweisen Vorbindens der Lamelle vor dem theoretischen Lamellenende unbedenklich beibehalten werden.

Etwas anders stellen sich die Verhältnisse bei *dynamisch* beanspruchten Trägern, im Eisenbahnbrückenbau, wo wir mit einer Selbsthilfe vor dem Ermüdungsbruch nicht rechnen dürfen. Hier sollen die Lamellen voll vorgebunden werden mit möglichster Verkleinerung der Nietabstände der äussersten Niete.

Bei sehr kurzen Lamellen, wie sie etwa über den Stützen durchlaufender Träger zur Aufnahme der Spitzen der Stützenmomente vorkommen, sind in allen Fällen, bei statisch und bei dynamisch beanspruchten Konstruktionen, die Lamellen minde-

stens voll vorzubinden. Die angegebenen Beziehungen erlauben nun eine nähere Prüfung der Verhältnisse.

Bei Schweissnähten ist der Verformungswiderstand bedeutend grösser als bei der nachgiebigeren Nietung; hier besteht somit und in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen von Dauerversuchen in sehr hohem Masse die Gefahr einer Ueberbeanspruchung der Nahtenden. Die hier skizzierte Untersuchung des Kräftespiels erlaubt nun aber grundsätzlich eine eingehende Beurteilung der Spannungsverhältnisse in verschieden geformten Lamellenenden und damit eine Verbesserung ihrer konstruktiven Ausbildung nicht mehr nur empirisch, sondern durch den systematisch durch die Theorie geführten Versuch.

*Berichtigung.* Auf Seite 89, Spalte rechts, soll es in der zweiten Formelzeile richtig heissen:

$$\varphi = \lg \frac{\text{tg } \alpha - \text{tg } \beta}{\text{tg } \alpha + \text{tg } \beta} + \dots \text{ usw.}$$

## Erfahrungen in der Unfallverhütung

M. Helfenstein gibt im «Monatsbulletin SVGW» 1942, Nr. 11 einen ausführlichen Bericht über die Erfahrungen der 1918 eröffneten Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt, die nach Art. 65 KUVG über die Einführung der zur Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten nötigen Schutzmittel zu wachen hat.

Von dem Art. 98 jenes Gesetzes, der bei grobfahrlässiger Herbeiführung des Unfalls einen dem Verschuldensgrad entsprechenden (was immer darunter zu verstehen sei) Abzug an den Versicherungsleistungen vorsieht, hat man sich eine unfallverhütende Wirkung versprochen, welche Theorie nach Helfenstein nunmehr als grau erwiesen ist. (Wer nicht auf das Heilbleiben seiner Glieder achtet, pflegt eben auch nicht an die pekuniären Folgen zu denken.) In praxi scheint Art. 98 nur selten angewendet zu werden. Wenn in einem Betrieb die Missachtung der Schutzvorschriften geduldet wird, oder die Sicherheitsvorrichtungen verrottet sind, geht es nicht an, den verunfallten Pechvogel, und damit seine Angehörigen, die allgemein geübte Fahrlässigkeit auch finanziell büssen zu lassen.

Ein anderes Mittel der Unfallbekämpfung wird in der Propaganda durch Wandbilder, Vorträge, Filmvorführungen oder Ausstellungen erblickt. Es hat sich jedoch gezeigt, dass solche, zur Weckung der Kauf- oder Reiselust geeignete Methoden im Kampf gegen die menschliche Nachlässigkeit versagen. Betriebsleiter fassen das Aufhängen einer Warnungstafel gerne als bequeme Deckung auf, die sie weiterer Verantwortlichkeit enthebt. Es ist nicht damit getan, im Film oder Vortrag darauf hinzuweisen, dass vorstehende Nägel, mangelhafte Leitern oder unverdeckte Zahnradgetriebe gefährlich sind: Der Mann, der die Nägel ausziehen muss, ist zu bezeichnen; Leitern sind ständig zu kontrollieren und die Schutzverdecke so auszuführen, dass ihr Entfernen und Wiederanbringen für den Akkordarbeiter keinen fühlbaren Zeitverlust bedeutet. Auch Aufklärungsschriften, die sich nicht an den Arbeiter, sondern an die Leitung wenden, haben keinen spürbaren Erfolg: Sie pflegen ungelesen ad acta gelegt zu werden. — Zu verwerfen sind nach Helfenstein Wettbewerbe unter Arbeiterschaften um die geringste Unfallhäufigkeit, da sie zur Verheimlichung von Unfällen verleiten und ein Ergebnis prämiieren, das auch von solchen Faktoren — Einrichtungen, Aufsicht, Beschäftigungsgrad usw. — abhängt, auf die die Arbeiterschaft keinen Einfluss hat.

Aussicht auf Erfolg haben Massnahmen, die sich bezahlt machen. Schutzvorrichtungen werden heute nicht mehr lediglich zur Beschwichtigung inspizierender Aufsichtsbeamter angeschafft, sondern im Hinblick auf die damit erzielbaren Einsparungen. Die Anstalt bemisst den Prämiensatz nach dem Risiko: Jede die Unfallgefahr erhöhende Betriebsumstellung erhöht auch die Unfallprämie. Gefahrverminderung infolge Aufsicht und Schutzvorkehrungen gibt Anspruch auf Erniedrigung des Prämiensatzes. Diese unterbleibt jedoch, solange die aus den Unfällen des Betriebes entstehenden Auslagen nicht durch seine Prämienszahlungen getilgt sind. Diese strenge Prämiendisziplin, die ungesäumte Anpassung der Prämie an die gesteigerte Gefährdung, hat sich als ein sehr wirksames Mittel erwiesen.

Zu dieser disziplinarischen gesellt sich jedoch eine beachtenswerte technisch-beratende, organisatorisch-konstruktive Tätigkeit der Anstalt. Sie verfügt über eigene Werkstätten und Versuchslabore, in denen Schutzvorrichtungen entworfen, verbessert und geprüft werden. Die von ihr geschaffenen Schutzmittel liefert die Anstalt dem Betriebsinhaber auf Probe, lässt sie durch ihre Monteure anbringen und klärt über ihre Handhabung auf.

Die bei der Unfallverhütung zu beachtenden Grundsätze sind ebenso selbstverständlich wie wichtig: Es ist verfehlt, erst nach

dem angerichteten Unheil einzuschreiten. Die Schutzvorschriften sollen dem Arbeiter einleuchten und befolgsam sein. Zuwiderhandlungen sind nicht zu dulden. Ordnung und Uebersichtlichkeit. Sofortige gründliche Aufklärung jeder noch so geringfügigen Betriebsstörung. — Leichter gesagt als getan. Das Bezeichnen und Freihalten der Verkehrswege, die Einrichtung der Transportmittel, die Sorge für die Auswechslung schadhafter Werkzeuge, die Sicherung von Stapeln, das Versenken von Geleisen, die ständige Ueberwachung der Schutzmittel, das nicht erlahmende Durchsetzen der Sicherheitsvorschriften — all diese Schwierigkeiten rufen in grösseren Betrieben der Schaffung einer eigenen, der Geschäftsleitung für die Betriebssicherheit direkt verantwortlichen Stelle. Der Sicherheitsingenieur wird sich dann durchsetzen, wenn es ihm gelingt, die Wirtschaftlichkeit des Betriebs zu heben.

### Aus dem Turbokompressorenbau von Escher Wyss A.-G.

Nach einem Aufsatz von B. LENDORFF in «EscherWyss-Mitteilungen»

**Anwendungsgebiete.** Gase und Dämpfe werden vorteilhaft in Turboverdichtern komprimiert, wenn die Fördermenge, gemessen in m<sup>3</sup>/h, das 80 bis 120fache des Verdichtungsverhältnisses erreicht oder überschreitet. Darunter sind Kolben- den Rotationskompressoren in Wirkungsgrad und Preis vorzuziehen. Dennoch kann die völlige Oelfreiheit des Fördergutes auch hier den Ausschlag zu Gunsten des Turboverdichters geben. Fördermengen bis zu 100 000 m<sup>3</sup>/h können bei einflutiger Bauart, solche bis zu 200 000 m<sup>3</sup>/h mit Zweiflutigkeit in den ersten Stufen von einem einzelnen Radialkompressor bewältigt werden. Für axiale Gebläse lassen sich diese Werte noch gewaltig steigern und durch Kombination der beiden Maschinengattungen lassen sich hinsichtlich Fördermenge und Verdichtungsverhältnis alle praktischen Bedürfnisse befriedigen (Abb. 1 und 2).

**Normalisierung.** Die Fördermengen und damit die lichten Weiten der Räder und Gehäuse schwanken je nach Verwendung in sehr weiten Grenzen; ebenso ändern von Fall zu Fall Verdichtungsverhältnis und Dichte des Fördergutes, wodurch die Stufenzahl immer wieder anders wird, und schliesslich kommen noch Bauarten mit und ohne Kühlung in Frage, wobei noch Unterschiede in der Art der Kühlung auftreten. Darum lässt sich der Turboverdichterbau niemals auf wenige Normaltypen beschränken. Hingegen ist die Firma bestrebt, Preis und Lieferfristen herabzusetzen durch Normung der Aufbauelemente, wie Laufräder, Diffusoren, Lager, Bestandteile des Schmierölsystems, Regler Teile usw.

**Kühlung.** Bekanntlich erfordert isothermische Verdichtung den kleinsten Arbeitsaufwand. Im Laufrad selber lässt sie sich aber nie erreichen, und so sucht man sich ihr zu nähern durch Kühlen zwischen den einzelnen Stufen. Sollen die Abmessungen der Zwischenkühler in bequem zu meisternden Grenzen bleiben, so müssen die Gase oder Dämpfe eine beträchtliche Temperaturdifferenz gegen das Kühlwasser aufweisen. Darum bauen Escher Wyss die Turboverdichter bis zu einem Verdichtungsverhältnis von 2 1/2 bis 3 ohne Zwischenkühlung und nennen diese Maschinen *Turbogebläse*. Sie kompensieren den Nachteil in der Abweichung von der isothermischen Verdichtung teilweise durch den Wegfall des unvermeidlichen Druckabfalles im Kühler. *Turbo-Kompressoren* arbeiten mit über dreifachem Verdichtungsverhältnis und erhalten ungefähr nach jeder dritten Stufe einen *Zwischenkühler*. Nicht nur durch die Beschränkung der Kühlerzahl, sondern auch durch die sorgfältige Gestaltung der Zubringerspiralen als Diffusoren sucht man den Druckverlust minimal zu halten. Die Zwischenkühler sind seitlich angeordnet, bequem zugänglich und ihre Rohrbündel sind leicht ausziehbar. Normalerweise strömt das Wasser *in* und das Gas *quer um* die gerippten Kühlrohre. Nur wenn die gasseitige Reinigung wichtiger ist als die wasserseitige, werden die Wege vertauscht. Muss aus irgend einem Grund die Kondensatbildung aus den mit Wasserdampf gesättigten Gasen vermieden werden, so wählt man eine mildere Kühllart, die sogenannte *Gehäusekühlung*, bei der die Gehäusewandungen Wasserkammern mit getrenntem Wasserumlauf für jede Stufe aufweisen. Durch Regulieren der Wassermengen lässt sich der ganze Verdichtungsverlauf oberhalb der Taupunkte halten. In Sonderfällen kann die im Kühlwasser abgeführte Wärme einen Verlust bedeuten, z. B. wenn die komprimierten Gase oder Dämpfe nachträglich wieder unter Arbeitsabgabe in einer Turbine entspannt werden. Hier wird mit der *Einspritzkühlung*, d. h. mit dem Zerstäuben einer geeig-

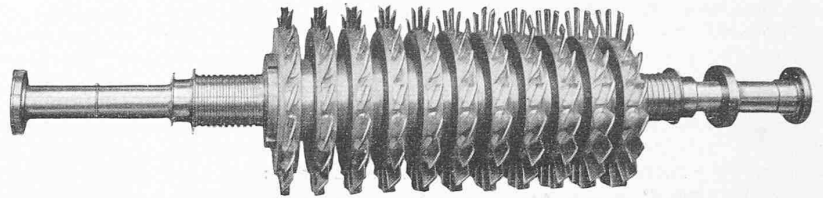


Abb. 6. Rotor eines vielstufigen Axialgebläses mit drehbar eingebauten Schaufeln Laufraddurchm. 450 mm, n = 9000 U/min, Ansaugmenge 20000 m<sup>3</sup>/h, Verdicht.-Verh. 2,5

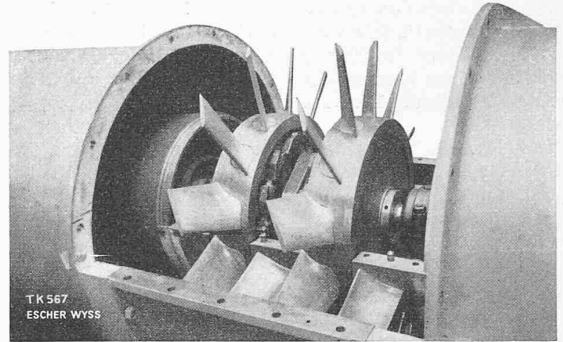
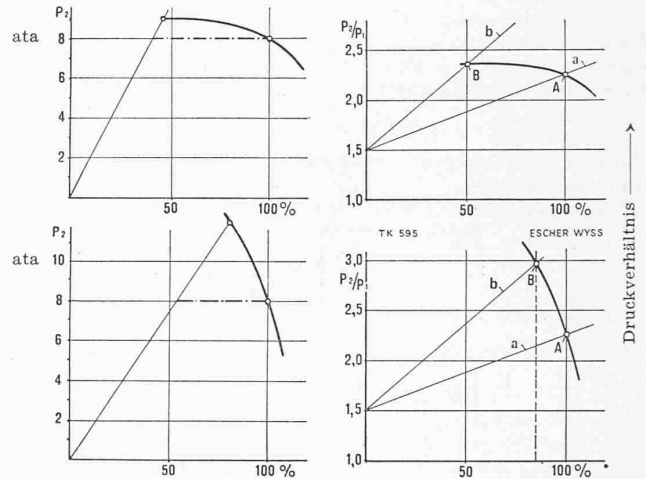


Abb. 5. Axialgebläse werden bis zu vier Stufen mit im Betrieb selbsttätig verstellbaren Laufschaufeln gebaut



Kompressor-Charakteristiken (Abszissen = Mengen in %) → Druckverhältnis

Abb. 3. Bei Saugdrosselung gibt flache Charakteristik beste Anpassung an konst. Druckbedarf bei verschied. Belastungen

Abb. 4. Bei Wärmepumpen geht mit zunehmender Verkrustung die Fördermenge bei steiler Charakteristik viel weniger zurück als bei flacher (oben)

neten Flüssigkeit in den Umlenkanälen, die Verdichtungs-temperatur reguliert, und die Wärme dient zur Ueberführung der Flüssigkeit in Dampf, der an der nachträglichen Arbeitsabgabe teilnimmt. Bei Wasserdampfverdichtern wird natürlich Wasser eingespritzt. Aber auch bei Luft- und Gasverdichtung kann Einspritzkühlung vorteilhaft sein, sofern der erhöhte Wassergehalt zulässig ist. Es wird damit nicht nur der Wirkungsgrad verbessert, sondern es lassen sich durch die Einspritzdüsen von Zeit zu Zeit auch Lösungsmittel einführen, die Ablagerungen aus Verunreinigungen wieder beseitigen.

**Kennlinien und Regulierungen.** Die Kennlinie einer Turbo-Fördermaschine (Pumpe oder Kompressor) stellt die Förderhöhe in Abhängigkeit der Fördermenge dar, und zwar ist in der Regel *H* bzw.  $\Delta p$  als Ordinate und *Q* bzw. *V* als Abszisse gewählt. Diese Kurve kann je nach der Schaufelung flach verlaufen oder aber mit steigendem *Q* bzw. *V* stark abfallen. In diesem Fall entspricht einer beträchtlichen Druckerhöhung eine nur bescheidene Abnahme der Fördermenge, während bei flacher Kennlinie eine kleine Druckerhöhung eine starke Herabsetzung der Fördermenge zur Folge hat. Je nach den Betriebsverhältnissen ist die eine oder andere Art vorteilhafter. Wo mehrere Maschinen parallel arbeiten sollen, müssen ihre Kennlinien sich decken; andernfalls lässt sich bei Belastungsänderungen niemals eine gleichmässige Lastverteilung erreichen. In Druckluftanlagen mit konstantem Druck an der Verbrauchsstelle erfolgt die Rege-