

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 99/100 (1932)  
**Heft:** 17

## **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:** 30.01.2025

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

**INHALT:** Die Berechnung rotierender Radscheiben mittels konischer Teilringe. — Das Rheinkraftwerk Ryburg-Schwörstadt. — Der junge Maschinen-Ingenieur in der Praxis. — Erweiterungsbau des Warenhauses Brann und Umbau des Pfautheaters in Zürich (mit Tafeln 11 und 12). — Mitteilungen: Selbstansaugende Sulzer-Kreiselpumpe für Schiffsanlagen. Der Turm des Maschinen-Laboratoriums an der E. T. H. Internation. Vereinigung für Brückenbau und Hochbau, Kongress in Paris vom 19. bis

25. Mai. Eidg. Techn. Hochschule. Die Waterloo-Brücke in London. Neuartige Anordnung der Turbinen eines Niederdruckwasserkraftwerkes. Der neue Bahnhof Chiasso. „Tiefhäuser“ in Erdbebengebieten. Schweizerischer Elektrotechnischer Verein. — Nekrologe: Heinrich E. Mezger. Prof. Dr. Josef Popp. — Literatur. — Schweiz. Verband für die Materialprüfungen der Technik. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 99

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. 17

### Die Berechnung rotierender Radscheiben mittels konischer Teilringe.

Von Dipl. Ing. CURT KELLER, Escher Wyss Maschinenfabriken A.-G.

Die mit hohen Drehzahlen rotierenden Radscheiben von Dampf- oder Gasturbinen und Turbokompressoren gehören zu den höchstbeanspruchten Konstruktionselementen von Turbomaschinen. Für die sich daher zu ihrem Entwurf als notwendig erweisende Vorausberechnung maximal auftretender Spannungen infolge Fliehkraftwirkung der Schaufeln und Eigenmasse der Scheibe sind verschiedene Verfahren entwickelt worden.<sup>1)</sup> Die exakte Lösung der Differentialgleichung, die dieses Spannungsproblem beherrscht, ist jedoch nur für einige wenige Spezialprofile anzuwenden, von denen die im praktischen Maschinenbau verwendeten Profile meist abweichen.

Die bisher wohl bekannteste Rechnungs-Methode (Donath-Grammel) ersetzt daher näherungsweise das allgemeine Scheibenprofil möglichst eng durch eine grössere Zahl von Kreisringen gleicher Dicke (Abb. 1b), die von innen nach aussen fortschreitend sukzessive gerechnet werden und damit näherungsweise den Spannungsverlauf über die ganze Scheibe liefern.

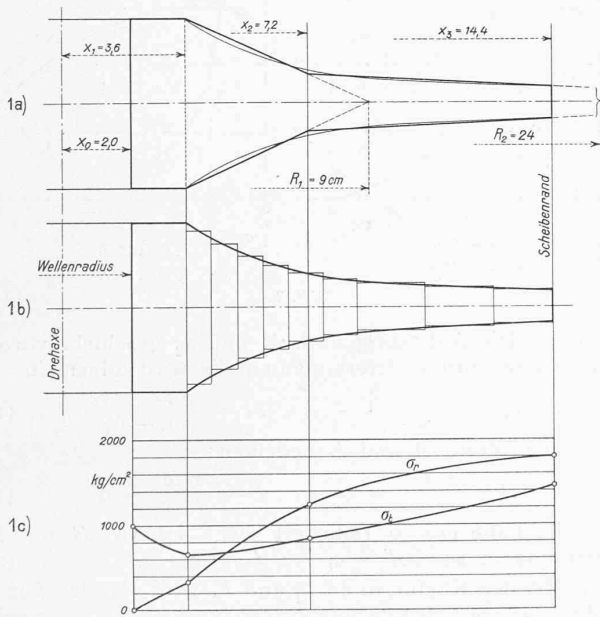


Abb. 1.

Ein neues, ebenfalls sehr einfaches analytisches Verfahren bildet die Näherungsrechnung eines beliebigen Radprofils mittels konischer Teilringe (z. B. Abb. 1a — Die Unterteilung in nur zwei Elemente ist hier mit Rücksicht auf deutliche zeichnerische Darstellung des Rechnungsganges geschehen —). Die Wahl von Konus-Elementen an Stelle der Teilscheiben gleicher Dicke bietet den Vorteil einer bessern Näherung an das wirkliche Radprofil trotz einer bedeutend kleinern Anzahl von Teilelementen und damit Rechnungstufen. Zudem ist keine sprunghafte Aenderung des Querschnittes des Ersatzprofils und damit des gerechneten Spannungsverlaufes vorhanden.

<sup>1)</sup> Dr. Huldreich Keller, Schweiz. Bauzeitung Bd. 54, S. 307 (27. Nov. 1909). Dr. E. Honegger, Zeitschrift für angew. Mathematik und Mechanik. Bd. 7, Nr. 2, Jahrg. 1927, ferner Methode Donath-Grammel in „Dampf und Gasturbinen“ von Stodola. 6. Auflage.

Der früher detailliert entwickelte neue Rechnungs-gang<sup>2)</sup> lässt sich durch geeignete mathematische Umformung noch weiter vereinfachen, sodass — wie im folgenden zusammenfassend gezeigt werden soll — die genaue Berechnung beliebiger Radprofile für praktische Zwecke auf ein Minimum an Rechnerarbeit ohne Einbusse an Genauigkeit reduziert werden kann.

Es bedeuten im folgenden wie in der ursprünglichen Entwicklung die Bezeichnungen:

$E = 2,1 \cdot 10^6$  kg/cm<sup>2</sup>, Elast.-Modul des Scheibenmaterials.  
 $\nu = 0,3$  Querkontraktions-Koeffizient.

$E^* = \frac{E}{1-\nu^2} = 2,308 \cdot 10^6$  kg/cm<sup>2</sup>.

$\gamma = 7,86 \cdot 10^{-3}$  kg/cm<sup>3</sup> Spez. Gewicht des Scheibenmaterials.

$\mu = 8,01 \cdot 10^{-6}$  kg/cm<sup>-4</sup> sec<sup>2</sup> Spez. Masse.

$x$  = Abstand eines Punktes von der Axe in cm.

$y$  = Dicke der Scheibe im Abstand  $x$  in cm.

$\xi$  = radiale Verschiebung eines Punktes in cm.

$R$  = Abstand von der Axe in cm, für den die Teilscheibendicke  $y = 0$  wird.

$t$  = dimensionslose Ersatzvariable für  $x$ , dadurch gekennzeichnet, dass für  $x = 0$ ,  $t = 0$ , für  $x = R$ ,  $t = 1$  oder  $t = x/R$ .

$\cdot$  = Ableitung nach  $t$ ,  $'$  = Ableitung nach  $x$ .

Index 100 (z. B.  $\xi_{0,100}$ ) gilt für Scheibe mit  $R = 100$  cm.

Es ist ferner:

Ableitung nach  $t = R$  mal Ableitung nach  $x$ , z. B.

$$\xi \cdot = \xi' \cdot R$$

Für die Radialspannung  $\sigma_r$  und die Tangentialspannung  $\sigma_t$  einer Teilscheibe gilt allgemein:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{E^*}{R} \left( \xi \cdot + \frac{\nu}{t} \xi \right) \\ \sigma_t &= \frac{E^*}{R} \left( \nu \xi \cdot + \frac{1}{t} \xi \right) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

Die radiale Verschiebung  $\xi$  sowie deren Ableitung  $\xi \cdot$  lässt sich nun für eine konische Scheibe ausdrücken durch

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \xi_0 + K_1 \xi_r + K_2 \xi_r^* \\ \xi \cdot &= \xi_0' + K_1 \xi_r' + K_2 \xi_r'^* \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2)$$

$K_1$  und  $K_2$  sind Konstantwerte für einen Konus  $R$  und von den Randbedingungen abhängig. Die Grössen  $\xi_r$ ,  $\xi_r'$ ,  $\xi_r^*$ ,  $\xi_r'^*$  sind nur Funktionen von  $t$  und unabhängig von  $R$  oder  $\omega$  (vergl. Tabelle I). Von  $R$  und  $\omega$  abhängig ist allein  $\xi_0$  bzw.  $\xi_0'$ , und zwar gilt:

$$\left. \begin{aligned} \xi_0 &= \xi_{0,100} \left( \frac{R}{100} \right)^3 \left( \frac{\omega}{314} \right)^2 \\ \xi_0' &= \xi_{0,100}' \left( \frac{R}{100} \right)^2 \left( \frac{\omega}{314} \right)^2 R \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (3)$$

Führt man nun die Werte  $\xi$  und  $\xi \cdot$  der Gleichungen (2) in die Spannungsgleichungen (1) direkt ein, so folgt

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r \frac{R}{E^*} &= \left( \xi_0' + \frac{\nu}{t} \xi_0 \right) + K_1 \left( \xi_r' + \frac{\nu}{t} \xi_r \right) + K_2 \left( \xi_r'^* + \frac{\nu}{t} \xi_r^* \right) \\ \sigma_t \frac{R}{E^*} &= \left( \nu \xi_0' + \frac{1}{t} \xi_0 \right) + K_1 \left( \nu \xi_r' + \frac{1}{t} \xi_r \right) + K_2 \left( \xi_r'^* \nu + \frac{1}{t} \xi_r^* \right) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (4)$$

<sup>2)</sup> Erstmals beschrieben in der Stodola-Festschrift 1929, C. Keller: „Beitrag zur analytischen Berechnung hochbelasteter Radscheiben“, und Escher Wyss-Mitteilungen Nr. 1, Jahrgang 1929.