

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 72 (1954)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Rotierende Radscheibe im Kriechzustand  
**Autor:** Martin, O.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-61136>

### **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:** 01.04.2025

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

die Durchkühlung des Patienten äusserst rasch, und zwar ohne dass man ihm Schaden oder unangenehme Empfindungen verursacht. Ebenso geht die Wieder-Erwärmung in kurzer Zeit ohne gefahrbringende Gleichgewichtsstörungen vor sich. Mit diesem Verfahren wurden ungefähr 100 Herz- und Hirnoperationen mit ausgezeichnetem Erfolg durchgeführt. Indem Prof. Dogliotti im Mai 1953 zum erstenmal die Neuerung des ausserkörperlichen Blutkreislaufes kombiniert mit der künstlichen Hypothermie anwandte, vermochte er die Blutzirkulation vollständig aufzuhalten, das Herz zu öffnen, in dessen Innern eine Operation durchzuführen, es dann wieder zu schliessen und den natürlichen Kreislauf mit vollem Erfolg wieder herzustellen.

### Rotierende Radscheibe im Kriechzustand

Von Dr.-Ing. O. Martin, Zürich

DK 621-253: 539.376

Im Sommer 1953 trug Prof. Folke K. G. Odquist von der Technischen Hochschule Stockholm an der ETH Zürich seine Ansätze zur analytischen Erfassung von Kriechvorgängen vor, die nun auch veröffentlicht worden sind<sup>1)</sup>. Als Ausgang dient die Gleichung von Norton<sup>2)</sup> für die Kriechgeschwindigkeit:

$$\dot{\epsilon} = k \sigma^n,$$

die man auch schreiben kann:

$$\dot{\epsilon} = 10^{-7} (\sigma/\sigma_c)^n,$$

worin  $\sigma_c$  die Kriechgrenze ist, d. h. die Spannung, unter welcher sich ein Stab um  $0,1 \cdot 10^{-6}$  je Stunde oder  $0,1 \cdot 10^{-3}$  mm/m h dehnt. Für einen Chromstahl von 13 % gibt Tabelle 1 Zahlenwerte für  $\sigma_c$  und  $n$  in Abhängigkeit von der Temperatur. Die Kriechgeschwindigkeit  $\epsilon$  stellt sich nicht sofort nach Aufgabe der Last ein, sondern es findet bei Belastung zunächst eine Dehnung mit grösserer, aber bald auf die Werte der Tabelle 1 abklingender Dehngeschwindigkeit statt. Vereinfacht kann man schreiben:

$$\epsilon = \epsilon(0) + \dot{\epsilon} t,$$

worin die Anfangsdehnung  $\epsilon(0)$  mit der Dehngrenze  $\sigma_{0,2}$  definiert wird:

$$\epsilon = \epsilon(0) = 0,002 (\sigma/\sigma_{0,2})^{n_0}$$

Man kann ansetzen:

$$\dot{\epsilon} = k_0 \sigma^{n_0-1} \frac{d\sigma}{dt} + k \sigma^n$$

Tabelle 1

T	400	450	500	550	600° C
$\sigma_c$	25	15,8	9,6	5,4	2,5 kg/mm <sup>2</sup>
$n$	7,2	6,3	5,3	4,4	3,4 (angenähert)

1) F. Odquist: Influence of primary creep on stresses in structural parts, Trans. Royal Inst. Technology, N° 66, Stockholm, Lindstahls Bokhandel, 1953.

2) F. H. Norton: Creep in tubular pressure vessels, Trans. ASME, April 1939 und November 1941.

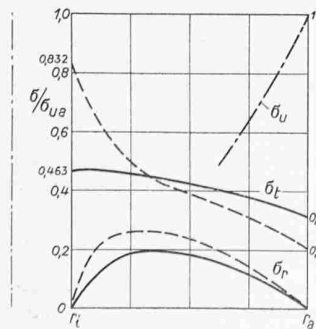


Bild 1. Verhältnismässige Tangential- und Radialspannungen einer ebenen Scheibe bei einer Kriechgeschwindigkeit  $\epsilon = k \sigma^n$

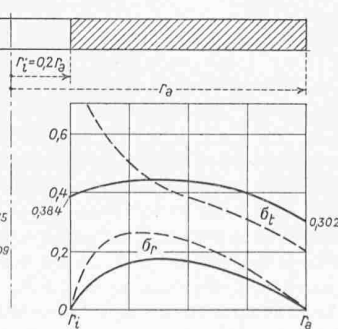


Bild 2. Verhältnismässige Tangential- und Radialspannungen einer ebenen Scheibe bei einer Kriechdehnung  $\epsilon = \epsilon(0) + \dot{\epsilon} t$

und erhält:

$$\frac{k}{k_0} dt = -\sigma^{-(n+n_0-1)} d\sigma$$

Daraus entsteht durch Integration:

$$\frac{k}{k_0} t = \frac{1}{(n-n_0) \sigma_1^{n-n_0}} \left( \frac{\sigma}{\sigma_1} \right)^{n-n_0} - 1$$

worin  $\sigma_1$  die Anfangsspannung zur Zeit  $t=0$  wiedergibt. Damit die Spannung abklingt, muss  $n > n_0$  sein. Die Gleichung gibt z. B. das Absinken der Vorspannung von Schrauben in einer bei 500° C betriebenen Flanschverbindung wieder.

Mit Hilfe von Tensor-Ansätzen für die mehraxigen Spannungszustände und Verzerrungen gewinnt Odquist folgende Vergleichsgrössen:

$$\sigma_e = \sqrt{-3I_2} \quad \dot{\epsilon}_e = 2\sqrt{-D_2/3} \quad \epsilon_e(0) = 2\sqrt{-D_2(0)/3}$$

Sie stimmen mit  $\sigma_1$ ,  $\epsilon_1$  und  $\epsilon_1(0)$  im einaxigen Fall überein.  $I_2 = (\sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2 \sigma_3 + \sigma_3 \sigma_1)$  die Invariante des Spannungstensors,  $D_2 = (\dot{\epsilon}_1 \dot{\epsilon}_2 + \dot{\epsilon}_2 \dot{\epsilon}_3 + \dot{\epsilon}_3 \dot{\epsilon}_1)$  die Invariante des Kriechgeschwindigkeitstensors. Mit diesen Grössen hat Odquist die Spannungen in einer Scheibe gleicher Dicke mit Bohrung  $r_i = 0,2 r_a$  berechnet. Die Ergebnisse sind im Bild 1 mit dem einfachen Spannungsbild nach dem Hooke'schen Gesetz  $\epsilon = \sigma/E$  verglichen; dieses ist gestrichelt eingetragen. Dabei ist angenommen, dass die Kriechgeschwindigkeit des Werkstoffs dem Gesetz folgt:

$$\dot{\epsilon} = k \sigma^n = k \cdot \sigma^5$$

d. h. die Anfangs-Kriechdehnung ist nicht berücksichtigt.

In Bild 2 ist eine Anfangs-Kriechdehnung miteinbezogen. Sämtliche Spannungen sind auf  $\sigma_{ua} = \mu u_a^2 = 1$  bezogen. Die Bilder zeigen, wie die Spitze der Tangentialspannung an der Innenbohrung abgebaut wird, und die Aussengebiete eine beträchtliche Spannungserhöhung erfahren. Diese beträgt am Aussenrand rund das 1,45- bis 1,5fache. Die radiale Spannung wird durch den Kriechvorgang etwas abgesenkt. Die Kenntnis dieser Veränderung des Spannungsbildes durch die Kriecheigenschaft des Werkstoffes ist für die Konstruktion von Dampf- und Gasturbinen sehr wertvoll.

Adresse des Verfassers: Dr. O. Martin, bei Escher Wyss AG., Zürich.

### MITTEILUNGEN

**Hydraulische Anlagen.** Das vorliegende, 172 Seiten starke und mit schönen Bildern sehr reich ausgestattete Heft der «Escher-Wyss-Mitteilungen», Jahrgang 1952/53, gibt einen vorzüglichen Querschnitt durch den heutigen, sehr hohen Stand des Baues von Wasserturbinen und Pumpen dieser Firma. Die Entwicklung in den letzten zehn Jahren, d. h. seit dem Erscheinen des Sonderheftes «100 Jahre Turbinenbau», schritt in der Richtung auf grössere Einheiten und höhere Gefälle rapid weiter. Markante Beispiele sind die Kaplan-Turbinen für die grossen Kraftwerke Assuan (Nil), Donzère Mon-dragon (Rhone), Birsfelden (Rhein) und Jochenstein (Donau). Diese Turbinenart kommt heute unter Umständen für Gefälle bis zu 60 und 80 m in Frage. Sehr bemerkenswert sind die vertikalachsigen Francisturbinen für die Zentrale Fionnay, die bei 455 m Gefälle 63 000 PS pro Einheit leisten. Eine weitere Höchstleistung stellen die Speicherpumpen für das Kraftwerk Limberg dar, die für eine Antriebsleistung von je 85 000 PS und eine Förderhöhe von 400 m ausgelegt wurden. Sehr eingehend werden die Regulierprobleme behandelt, insbesondere die Massnahmen, die getroffen werden, um die gewünschte Stabilität der Maschinen und die der elektrischen Netze unter verschiedenen Betriebsbedingungen zu gewährleisten. Bei hydraulischen Kraftwerken spielen neben den Turbinen die Absperrorgane und die Druck- und Verteilungen eine hervorragende Rolle. Grosse Fortschritte sind hier namentlich auf den Gebieten der Werkstoffherstellung und der elektrischen Schweissung erzielt worden, die zu interessanten und auch wirtschaftlichen Konstruktionen führten. Es ist heute selbstverständlich, dass die gezeigten hervorragenden Leistungen nur möglich sind, wenn eine sinnvolle Zusammenarbeit besteht zwischen sorgfältig ausgebauten Forschungsinstituten, leistungsfähigen, gut eingerichteten und zweckmässig organisierten Werkstattabteilungen, einem beweglichen Aussendienst mit engem Kontakt mit dem Kundenkreis und einer Konstruktionsabteilung, welche über die synthetische Kraft