

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 103/104 (1934)  
**Heft:** 13

## **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:** 26.11.2024

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

INHALT: Zulässige Beanspruchungen im Maschinenbau. — Zwei bürgerliche Wohnhäuser in Luzern. — Sondages aérologiques. — Knickversuche mit Leichtmetall. — Giovanni Bertola. Alberto Pavia. Peder Hofmann-Bang. — Mitteilungen: Ein Naturkatastrophen-Gedenktag. Dampftriebwagen für Eisenbahnen nach dem Doble-System. Ein Schaufelbagger von 7 m<sup>3</sup> Schaufelinhalt. Winddruck-Untersuchungen

an einem Gasbehälter-Modell. Eine kraftfahrtechnische Tagung des V. D. I. Die Offenhaltung des Julier-Passes im Winter. Der schweizerische Werkbund. — Wettbewerbe: Protestantische Kirche in Birnenstorf (Aargau). Teilgestaltung der Place Cornavin in Genf. Neues Kantonsspital in Zürich. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 104

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. 13

Zulässige Beanspruchungen im Maschinenbau.

Von C. RICHARD SODERBERG, Chef der Turbinen-Abteilung der Westinghouse Co., Philadelphia. (Schluss von Seite 130).

V. ZÄHE STOFFE BEI HOHEN TEMPERATUREN.

Der Dauer-Kriechversuch.

Bei hohen Temperaturen nimmt das Problem der mechanischen Festigkeit einen zweifachen Aspekt an. Das ursprüngliche Festigkeitsproblem, durch die vielen möglichen Veränderungen der inneren Struktur beeinflusst und kompliziert, wird mittels der in den vorhergehenden Abschnitten gegebenen Prinzipien behandelt werden müssen. Zu diesem Problem gesellt sich aber jenes der Erhaltung der ursprünglichen Formen und Spannungen während der nützlichen Lebensdauer der Konstruktion. Dieses zweite Kriechproblem soll im Folgenden erörtert werden.

Unsere bezüglichen Kenntnisse fassen hauptsächlich auf Dauer-Kriechversuchen, bei denen zähe Probestücke auf konstanter Beanspruchung und Temperatur gehalten werden, während die Deformation in Funktion der Zeit registriert wird.<sup>9)</sup> Einige wenige Dauer-Kriechversuche sind über mehr als ein Jahr erstreckt worden. Maschinenteile wie Turbinen-Rotoren und -Statorn haben jedoch eine auf Jahrzehnte berechnete Lebensdauer, sodass eine weite Extrapolation nicht umgangen werden kann.

Das Kriechproblem stellt eine der wichtigsten Anwendungen der Plastizitätstheorie dar. Die Literatur auf diesem Gebiete ist in den letzten Jahren rasch angewachsen.<sup>10)</sup> Die Deformation  $\epsilon$  ist aus zwei Komponenten zusammengesetzt zu denken: der elastischen Komponente  $\epsilon_e$ , die das Hooke'sche Gesetz befolgt, und der plastischen Komponente  $\epsilon_p$ , sodass  $\epsilon = \epsilon_e + \epsilon_p$ . Die Veränderungsgeschwindigkeit der zweiten Komponente  $v = \frac{d\epsilon_p}{dt}$ , die Kriechgeschwindigkeit, hat sich als von fundamentaler Bedeutung erwiesen. Die gewöhnliche Spannungs-Dehnungskurve  $\sigma = f(\epsilon)$  ist durch die Fläche  $\sigma = F(\epsilon, v)$  zu ersetzen. Eine Spannungs-Dehnungskurve ( $v = \text{konst.}$ ) hat nur bei Angabe des Parameters  $v$  einen Sinn.

Eines der bisher wichtigsten Ergebnisse ist das von Ludwik, Cassebaum und Andern formulierte Gesetz, demzufolge einem geometrischen Anwachsen der Kriechgeschwindigkeit ungefähr ein arithmetisches Anwachsen

<sup>9)</sup> Die Literatur über diesen Gegenstand ist sehr umfangreich. Siehe „A Bibliography on Effects of Temperature on Properties of Metals“ — A. S. M. E. Research Publication 1928 und 1931.

<sup>10)</sup> Nadai: „The Creep of Metals“, A. S. M. E. 1932, Vol. 1, Nr. 2, APM-55-10. Hencky: „The New Theory of Plasticity, Strain Hardening and Creep, and the Testing of Inelastic Behavior of Metals“, A. S. M. E. 1930, Vol. 1, Nr. 4, S. 151, APM-55-18.

der Spannung entspricht. Dieses Gesetz kann so geschrieben werden:

$$\sigma = \sigma_1 \ln \left( 1 + \frac{v}{v_1} \right), \dots (21)$$

obgleich noch andere Formulierungen in Vorschlag gebracht worden sind.<sup>11)</sup> Die bisherige Ueberprüfung des Gesetzes gestattet noch nicht, uns für einen der Vorschläge zu entscheiden, die gemacht worden sind, um die Abhängigkeit zwischen  $\sigma$  und sehr kleinen Kriechgeschwindigkeiten zu schildern. Die experimentelle Kontrolle wird durch das unten behandelte Verfestigungsphänomen etwas kompliziert. Für grössere Kriechgeschwindigkeiten kann das Gesetz als genügend gesichert angesehen werden, solange von der Verfestigung abgesehen werden kann.<sup>12)</sup> Es ist für praktische Zwecke üblich, die Resultate für Zug auf Druck zu übertragen.

Wenn über das betreffende Material und die betreffende Temperatur Dauer-Kriechversuche vorliegen, erheischt die Festsetzung der zulässigen Beanspruchungen eine Extrapolation dieser Ergebnisse auf den vorliegenden Fall. Es ist klar, dass die so erhaltenen Werte nur dann genügend zuverlässig sein werden, wenn die tatsächlichen Verhältnisse jenen des Zugversuches sehr ähnlich sind. Bei Anwendungen auf Fälle zusammengesetzter Beanspruchung muss man sich über ihren bloss approximativen Wert klar sein. Mit dieser Einschränkung ist es nötig, zwei typische Anwendungsfälle zu betrachten: a) Fälle konstanter Beanspruchung, b) Fälle konstanter Dimensionen (Relaxationsprobleme).

Konstante Spannung.

Dieser Fall ist dem Versuche selber ähnlich. Die Extrapolation betrifft hauptsächlich die Ausdehnung auf lange Zeiten. Abb. 8 zeigt die Resultate eines typischen Dauer-Kriechversuches und Abb. 9 eine Umzeichnung und Extrapolation derselben, wie von Mc Vetty<sup>13)</sup> vorgeschlagen. Seine Extrapolationsmethode besteht darin, ein empirisches Gesetz für die Abnahme der Kriechgeschwindigkeit mit der Zeit anzunehmen.

Relaxation.

Der Fall der Relaxation oder „Erschlaffung“ bei wenigstens annähernd konstanten Dimensionen ist etwas komplizierter. Die Diskussion ist am besten anhand des auf Abb. 10 dargestellten Modells zu führen, wo der auf seine elastischen und plastischen Eigenschaften zu untersuchende Probestab A durch eine als vollständig elastisch vorausgesetzte Feder B belastet wird. Die Relaxation besteht in dem allmählichen Nachlassen der Spannung in dem Probestab A, indem er sich plastisch dehnt, während die totale Verlängerung von Stab und Feder konstant gehalten wird. Die Vernietung von Dampfrohren, Turbinenzylindern und ähnlichen Anwendungen stellt eine wichtige Gruppe von Festigkeitsproblemen dar, für die eine Behandlung dieses Falls von grossem

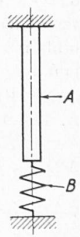


Abb. 10.

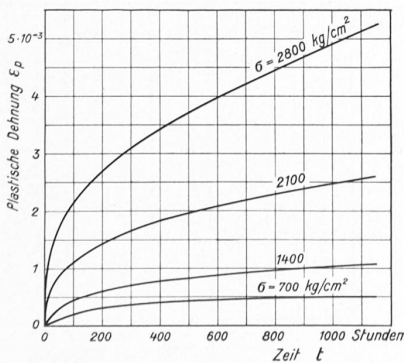


Abbildung 8.

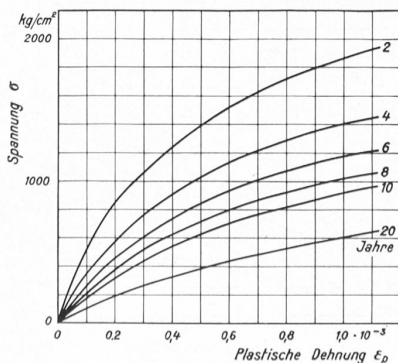


Abbildung 9.

<sup>11)</sup> Nadai: „Theories of Strength“, A. S. M. E. 1933, Vol. 1, Nr. 3, S. 111, APM-55-15. In der Diskussion zu dieser Abhandlung schlägt Nadai die Funktion  $v = v_1 s h \sigma / \sigma_1$  vor, die für grosse Kriechgeschwindigkeiten einem logarithmischen Gesetz, für kleine Kriechgeschwindigkeiten (Viskosität) aber einem linearen Gesetz folgt und ausserdem eine ungerade Funktion von  $\sigma$  ist. Für kleine  $v$  sind die beiden Funktionen identisch.

<sup>12)</sup> Deutler: Physikalische Zeitschrift, Bd. 33 (1933), S. 347. Jamieson: „Influence of Rate of Shear on Shear Strength of Lead“, ASME 1933, APM-56-7.

<sup>13)</sup> Mc Vetty: „Working Stresses for High Temperature Service“, Jahresversammlung des A. S. M. E. 1933.