

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 101/102 (1933)  
**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:** 19.03.2025

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

INHALT: Zusammengesetzte Beanspruchung und Sicherheit bei statischer und wechselnder Belastung. — Neues vom Kilchenstock ob Linthal. — Ueber die Bewegung hölzerner Turmhelme. — Die Kochen Hof-Siedelung für städtische Holzhäuser, Bauausstellung 1933 in Stuttgart. — Mitteilungen: Legierte Stähle für Dampfkessel und Dampfrohre. Wirkung von Quecksilberdampf auf Gleitkontakte. Auto-

technische Kontrollen. Korrosions-Tagung 1933. Rapperswiler Seedamm-Frage. Eine stationäre Luftfüllanlage für Güterzüge in Chiasso. Der VDI im neuen Deutschland. Sirco-Heizkörper. Eine Ausstellung Friedhof und Denkmal. — Wettbewerbe: Bundesbrief-Archiv. — Literatur.

Band 102

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

## Zusammengesetzte Beanspruchung und Sicherheit bei statischer und wechselnder Belastung.

Von Dr. techn. PAUL KOHN, Ingenieur, Prag.

Definition der Sicherheit. — Der einaxige statische und wechselnde Spannungszustand. — Der räumliche statische Spannungszustand. — Die Transmissionswelle als Beispiel. — Berücksichtigung des Einflusses der ungleichförmigen Spannungsverteilung.

Infolge des ständigen Fortschrittes der Festigkeitsforschung und der daraus folgenden Kenntnisse mehrten sich die Versuche, ihre Ergebnisse für den Konstrukteur nutzbar zu machen.<sup>1)</sup> Auch der vorliegende Aufsatz soll einen Beitrag in dieser Richtung liefern mit der Zielsetzung, die Sicherheit gegen Dauerbruch und bleibende Formänderung zu bestimmen, wenn die Werkstoffeigenschaften, die Oberflächenbeschaffenheit und die durch äussere oder innere Kräfte hervorgerufenen Spannungen bekannt sind. Dabei soll der behandelte Belastungsfall ganz allgemeiner Natur sein, also nicht nur die Grenzfälle der ruhenden, schwelenden und wechselnden Belastung einhalten, sondern auch die Fälle der zusammengesetzten statischen und wechselnden Beanspruchungen einschliessen. Denkt man sich einen solchen ganz allgemeinen Spannungszustand eines Konstruktionsteiles *ähnlich* vergrössert, so wird an der meist beanspruchten Stelle bei einem bestimmten Grenzspannungszustand Dauerbruch oder bleibende Deformation eintreten. Wir wollen daher als Sicherheit oder Sicherheitsgrad den reziproken Wert des Verhältnisses vom vorhandenen Spannungszustand zum *ähnlichen* Grenzspannungszustand verstehen. Die Wahl der zahlenmässigen Höhe des Sicherheitsgrades soll nicht behandelt werden, da sich für sie keine allgemeingültigen Vorschriften machen lassen. Der Konstrukteur muss in jedem Fall selbst prüfen, inwieweit die vorausgesetzten Kräfte und die ermittelten Spannungen wirklichkeitstreu bestimmt sind, wie lebenswichtig der betreffende Bauteil für den Bestand der Maschine ist und welche Gewähr er für die Spannungsfreiheit und Gleichmässigkeit des verwendeten Materials hat. Auch die Angabe empirischer Formeln, mittels derer sich der Einfluss der Schwingungsart (Zug, Druck, Biegung, Drehung) und der Oberflächenbeschaffenheit auf die Wechselfestigkeit abschätzen lässt, wenn Versuchswerte nicht vorliegen, soll unterbleiben und diesbezüglich auf die schon zitierte Literatur verwiesen werden.

Handelt es sich um einen einfachen Belastungsfall, wie Zug, Druck, Biegung, Schub, Verdrehung, bei dem einer statischen eine wechselnde Belastung überlagert ist, so ist die Bestimmung der Sicherheit gegen Dauerbruch oder bleibende Deformation ohne theoretische Voraussetzungen möglich, wenn für den betreffenden einfachen Belastungsfall die Ergebnisse der Wechselfestigkeitsprüfung im Grenzspannungsdiagramm dargestellt sind. In Abb. 1 haben wir ein solches Grenzspannungsdiagramm in der Darstellungsweise nach J. H. Smith schematisch veranschaulicht. Ein solches Diagramm entsteht, wenn man über den statischen Vorspannungen  $\sigma_v$  die Grenzspannung  $\sigma = \sigma_v + \sigma_w$  als Ordinate aufträgt, worin  $\sigma_w$  der jeweils zur betreffenden Vorspannung  $\sigma_v$  gehörige Grösstwert der noch dauernd zulässigen überlagerten Wechselfestigkeit  $\sigma_w$

ist, und wenn man dem Vorschlag von F. Röscher<sup>2)</sup> die Grenzspannung nach oben durch die Streckgrenze  $\sigma_s$  abschneiden lässt. Werden für die Spannungen  $\sigma$  und  $\sigma_v$  gleiche Masstäbe gewählt, so stellt die unter  $45^\circ$  durch den Axenursprung gehende Gerade die Nulllinie für die Wechselfestigkeit  $\sigma_w$  dar. Für  $\sigma_v = 0$  ist daher  $\sigma = \sigma_w$  gleich der Wechselfestigkeit und für  $\sigma_w = 0$  ist  $\sigma + \sigma_s$  gleich der Streckgrenze des Werkstoffes.

Verursacht die äussere Belastung eine statische Beanspruchung  $k_v$  und eine ihr überlagerte Wechselbeanspruchung  $k_w$ , so ist die Sicherheit gegen Dauerbruch oder bleibende Formänderung das Verhältnis der zugehörigen

Grenzspannung  $\sigma$  zur Gesamtbeanspruchung  $k = k_v + k_w$ , also  $\gamma = \frac{\sigma}{k_v + k_w}$ . Die zugehörige Grenzspannung  $\sigma$  lässt sich aus dem Grenzspannungsdiagramm (s. Abb. 1) mit Berücksichtigung der Aehnlichkeit vom vorhandenen Spannungszustand zum ähnlichen Grenzspannungszustand bestimmen, wenn man in dasselbe die Gesamtbeanspruchung  $k$

einträgt und durch ihren Endpunkt  $P$  und den Axenursprung einen Strahl zieht und diesen mit der Grenzspannungslinie zum Schnitt bringt. Die Richtigkeit dieses Vorganges ergibt sich daraus, dass auch, wie aus Abb. 1 ersichtlich  $\gamma = \frac{\sigma_v}{k_v} = \frac{\sigma_w}{k_w}$  ist. Man erkennt, dass für die Grenzwerte  $k_v = 0$  und  $k_w = 0$ , die Sicherheit wie zu erwarten  $\gamma = \frac{\sigma_{w0}}{k_w}$  und  $\gamma = \frac{\sigma_s}{k_v}$  ist.

Bei zusammengesetzten Belastungsfällen liegen die Verhältnisse nicht mehr so einfach. Wir betrachten vorerst den Fall der zusammengesetzten und statischen Beanspruchung. Das Mass der Werkstoffanstrengung wird bei zusammengesetzter Beanspruchung durch die sogenannte Vergleichspannung ausgedrückt. Um diese aus den wirkenden Beanspruchungen zu erhalten, ist es notwendig, eine der Festigkeitshypothesen als geltend anzunehmen. Welche Festigkeitshypothese die allgemeinste Berechtigung hat, lässt sich heute noch nicht entscheiden; es sei nur erwähnt, dass für zähe Materialien die Hauptschubspannungshypothese und für spröde Materialien die Mohr'sche Hypothese unter den Ingenieuren, wohl auch wegen ihrer Einfachheit, immer mehr Anhänger gewinnt. Die Sicherheit gegen bleibende Formänderung ergibt sich dann als Quotient der Streckgrenze des Werkstoffes und der Vergleichspannung.

Weit häufiger sind jedoch im Maschinenbau zusammengesetzte Belastungsfälle, bei denen gleichzeitig statische und wechselnde Beanspruchungen auftreten. Man denke nur z. B. an den einfachen Fall einer Transmissionswelle, auf der eine Riemenscheibe sitzt. Das Antriebsmoment bewirkt eine nur statische oder eine statische und wechselnde Drehbeanspruchung, der Riemenzug und das Scheibengewicht hingegen verursachen eine stets wechselnde Biegebungsbeanspruchung.

Im folgenden wollen wir versuchen, die noch bestehende Lücke in der Behandlung zusammengesetzter Belastungsfälle mit statischer und wechselnder Beanspruchung durch eine einfache Regel zu schliessen, die

<sup>2)</sup> Prof. Dr. Ing. F. Röscher, „Sicherheit und Beanspruchung bei der Berechnung von Maschinenteilen“. Maschinenbau 1930, Nr. 7, S. 225.

<sup>1)</sup> C. R. Soderberg, „Factor of Safety and Working Stress“. Transactions of the A. S. M. E. 1930, Nr. 11, S. 13. — Dr. Ing. Fr. P. Fischer, „Vorschlag zur Festlegung der zulässigen Beanspruchung im Maschinenbau“. V. D. I. 1932, Nr. 19, S. 449. — Dr. W. Herold, „Wechselfestigkeit der im Automobilbau verwendeten Stähle“. A. T. Z. 1933, Nr. 1, S. 4 und Nr. 2, S. 40.

