

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103/104 (1934)
Heft: 12

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: 13.03.2025

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

INHALT: Zulässige Beanspruchungen im Maschinenbau. — Das Dolder-Wellenbad in Zürich. — Die Wellenerzeugungsanlage im Dolderbad. — Die Wasserreinigungsanlage des Dolderbades. — Brown Boveri-Elektrokessel zur Heizung des Dolder-Wellenbades. — Mitteilungen: Die Kieserlingbodenbeläge im Wellenbad Dolder. Der Wasserdruck von Sturmwellen auf vertikale Hafenanlagen. 100 Jahre eiserne Draht-

seile. Der I. jugoslavische elektrotechnische Kongress. Eidg. Technische Hochschule. Achsbrüche von Eisenbahnfahrzeugen. Neue Holzpflasterbauweisen? Schiffahrtstagen. Die Vorarbeiten für das neue Grundwasserwerk der Stadt Zürich. Graphische Sammlung der E. T. H. — Wettbewerb: Ausbau des Amtshausplatzes in Solothurn. — Literatur.

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. 12

Zulässige Beanspruchungen im Maschinenbau.

Von C. RICHARD SODERBERG, Chef der Turbinen-Abteilung der Westinghouse Co., Philadelphia. 1)

Dieser Aufsatz gibt eine kurze Uebersicht über die hauptsächlichsten Seiten der Frage der zulässigen Beanspruchungen im Maschinenbau. Im ersten Teil werden die Hauptfaktoren diskutiert, die den Bruch der Werkstoffe herbeiführen, speziell die Fälle zäher Stoffe unter konstanter und veränderlicher Last. Der zweite Teil gibt eine kurze Uebersicht über die wichtigsten Seiten des Problems bei hohen Temperaturen. Das Hauptresultat dieser Uebersicht ist eine Lösung des Relaxationsproblems, das zur Bestimmung von zulässigen Spannungen in solchen Fällen dienen kann.

I. EINLEITUNG.

Das Problem der mechanischen Festigkeit.

Festigkeitsfragen fallen unter zwei Gesichtspunkte: a) die theoretische oder experimentelle Spannungsanalyse mit Hilfe der Elastizitätstheorie; b) eine Abschätzung der bei dem gegebenen Spannungszustand vorhandenen Bruchgefahr. Die erste Frage wird gewöhnlich genau behandelt, während die zweite nur auf empirischem Wege erledigt werden kann.

Die Aufstellung fester Regeln über zulässige Beanspruchungen setzt eine Genauigkeit in der Formulierung der theoretischen und experimentellen Ergebnisse voraus, die den gegenwärtigen Stand unserer Kunst oft übersteigt. Das ist unvermeidlich und ruft einem Versuch, zwischen unverbindlicher Verschwommenheit und dogmatischem Pochen auf unvollständig sichergestellte Grundsätze zu vermitteln. Manche Ingenieure werden die Hilfe eines kodifizierten Wissens hinsichtlich vieler praktischer Fragen willkommen heissen, die ohne Rücksicht auf den verfügbaren Vorrat an exakten Kenntnissen beantwortet werden müssen.

Das Festigkeitsproblem wird im Folgenden in einem etwas eingeschränkten Sinn betrachtet. Manche wichtige Seiten, wie Instabilität, Kontaktspannungen usw. sind wegen Raummangel ganz weggelassen worden. Die hier vorgeschlagenen Regeln sind teilweise seit mehreren Jahren bei der Firma, mit der der Verfasser assoziiert ist, in Gebrauch. Sie sind eher als mehr oder minder willkürliche Richtlinien denn als selbstverständliche Wahrheiten aufzufassen.

In den letzten Jahren ist über diesen Gegenstand eine beträchtliche Literatur²⁾ erschienen, besonders über veränderliche Beanspruchungen; die Literaturangaben erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Wesentliche Faktoren der Bruchsicherheit.

Die Zahl der für die Festigkeit erheblichen Variablen ist sehr gross, doch sind die folgenden von fundamentaler Bedeutung: a) Temperatur, b) Zähigkeit, c) Zeitliche Beanspruchungsfolge. Eine kurze Diskussion dieser Faktoren wird im Hinblick auf das Folgende notwendig sein.

Temperatur.

Die Festigkeitseigenschaften unserer Metalle erleiden tiefe Veränderungen, wenn die Temperatur von unternormalen über normale auf erhöhte Werte steigt, bis beim Schmelzpunkt der zähflüssige Zustand erreicht ist. Obgleich

¹⁾ Aus dem Englischen übersetzt von K. H. Grossmann.

²⁾ Von allgemeinen Abhandlungen über zulässige Beanspruchungen seien erwähnt: *Rotscher*: „Sicherheit und Beanspruchung bei der Berechnung von Maschinenteilen“. Maschinenbau 1930, Nr. 7, S. 225. *Fischer*: „Vorschlag zur Feststellung der zulässigen Beanspruchung im Maschinenbau“, V. D. I. 1932, Nr. 19, S. 449. *De Béthune*: „L'avenir de la Résistance des Matériaux“. Revue des Elèves des Ecoles Spéciales de l'Université de Louvain, 1930 à 1931. *Kohn*: „Zusammengesetzte Beanspruchung und Sicherheit bei statischer und wechselnder Belastung“. Schweiz. Bauzeitung 1933, Bd. 102, S. 203. *Soderberg*: (1) „Factor of Safety and Working Stress“. A. S. M. E. 1930, Transactions Nr. 11, p. 13 (APM-52-2). (2) „Working Stresses“. A. S. M. E. 1932, Applied Mechanics, Vol. 1, Nr. 3, p. 131 (APM-55-16).

von wohl definierten Grenzen zwischen den verschiedenen Gebieten nicht gesprochen werden kann, ist es für praktische Zwecke erlaubt, zu unterscheiden zwischen a) *normalen Temperaturen*, wo die Festigkeit auf *elastischem Verhalten* — und b) *erhöhten Temperaturen*, wo sie auf *plastischem Verhalten* beruht. Für Stahl und seine Legierungen liegt die Grenze zwischen diesen beiden Gebieten ungefähr bei 250° C.

Zähigkeit.

Eine bestimmte Einteilung der Stoffe nach ihrer Zähigkeit ist gleichfalls schwierig, weil dieser Begriff nur einen Sinn hat, wenn der Spannungszustand angegeben wird. Nichtsdestoweniger weichen die Ergebnisse von Zugversuchen mit weichem Stahl und Gusseisen so grundsätzlich von einander ab, dass wir jenen als zäh und dieses als spröde ansehen können. Auf Grund dieser Verschiedenheit werden die Stoffe eingeteilt in a) zähe Stoffe, bei denen ein Standard-Zugversuch mehr als 5% Dehnung ergibt, und b) spröde Stoffe von weniger als 5% Dehnung.

Zeitgesetz der Beanspruchung.

Als von besonderer Bedeutung hat sich das Zeitelement herausgestellt. Man kann zwischen a) *konstanter* und b) *veränderlicher* Beanspruchung unterscheiden; das Bruchproblem muss in den beiden Fällen verschieden behandelt werden. Die zweite Gruppe umfasst periodische Beanspruchungswechsel und vorübergehende Stösse; diese werden jedoch von der folgenden Diskussion als spezieller Behandlung bedürftig ausgeschlossen.

Die vier folgenden Hauptabschnitte befassen sich mit jenen Kombinationen, bezüglich derer man über ein recht zuverlässiges Wissen verfügt.

II. ZÄHE STOFFE BEI NORMALEN TEMPERATUREN UND KONSTANTER BEANSPRUCHUNG.

Der Zugversuch.

Es gibt viele Prüfverfahren, doch ist zum Zweck der Bruchvoraussage der Zugversuch praktisch die einzige Informationsquelle. Von den durch den Zugversuch gelieferten Grössen hat nur die *Streckgrenze* als ein Mass der Festigkeit allgemeine Sanktion gefunden. Dies beruht auf mehr als einer willkürlichen Auswahl, da die Zuverlässigkeit der meisten Bauteile in Frage gestellt ist, wenn die plastische Deformation einen im Vergleich zur elastischen grossen Wert erreicht. Der Gebrauch von 0,2% dauernder Deformation zur Festlegung der Streckgrenze σ_s von Stoffen, für welche sie sonst nicht scharf bestimmt ist, hat sich bereits eingebürgert.

Beim Zugversuch wird die zulässige Spannung durch die Beziehung

$$u = \frac{\sigma}{\sigma_s} \dots \dots \dots (1)$$

definiert, worin u den *Ausnutzungsfaktor* und σ die wirkliche Spannung bedeuten. $n = \frac{1}{u}$ ist der *Sicherheitsfaktor*, der, obgleich weniger logisch, allgemeiner gebraucht wird.

Die allgemeine Behandlung des Festigkeitsproblems folgt dem Schema dieses Gedankenganges. Sie fusst auf der Annahme, dass es immer möglich ist, eine gewisse Grenzspannung zu finden, die in komplizierteren Fällen die Rolle der Streckgrenze des Zugversuchs spielt. Die Angabe eines bestimmten für u einzusetzenden Wertes fällt ausserhalb dieser Betrachtungen. Sie muss dem verantwortlichen Konstrukteur vorbehalten bleiben, dem diese Regeln Handhaben zur Verwertung seiner Erfahrungen liefern sollen. Es ist hier weniger auf die zahlenmässige