

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95/96 (1930)
Heft: 3

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: 14.03.2025

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

INHALT: Festigkeitsuntersuchung im Luftfahrzeugbau. — Die Erweiterung des Hauptbahnhofs Zürich. — Gewerbeschule und Kunstgewerbemuseum Zürich. — Zum Kapitel „Berufsmoral“. — Tagung des Deutschen Stahlbau-Verbandes. — Mitteilungen: Betonbogenbrücke von 130 m Spannweite über die Ammerschlucht (Bayern). Nordlichtstrahlen durchdringen 5,7 m Blei. Elektrische Zugheizung. Rheinkorrektion und Wildbachverbauung. Betriebswirtschaftliche Studienreise nach Nordamerika.

Hochdruckspeicher-Gasanlage Champ-Bougin der Stadt Neuenburg. Näherungsformeln zur Berechnung von Hänge- und Sprengwerken für Brücken. Internation. Kongress für Gesundheitstechnik und Städtehygiene in Prag. — Nekrologe: Eduard Ruprecht. J. E. Meier-Braun. — Wettbewerbe: Neues Aufnahmegebäude für den Bahnhof Neuenburg. Bebauungsplan für die Gemeinde Lutry. Verwaltungsgebäude der Kantonalbank Solothurn. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine.

Band 95

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. 3

Festigkeitsuntersuchung im Luftfahrzeugbau.

Von Dr. sc. techn. U. A. HUGGENBERGER, konsult. Ing., Zürich.

1. ÜBER DIE BEDEUTUNG DER FESTIGKEITS-UNTERSUCHUNG.

Betrachtet man die Bedeutung der Frage der Festigkeit in einzelnen Gebieten der Technik, so erkennt man, dass ihr eine ganz besonders hervorragende Stellung im Luftfahrzeug zukommt. Die wichtigsten Aufgaben des modernen Flugzeugbaues, wie Erhöhung der Flugsicherheit, Erweiterung des Flugbereiches, Verbesserung der Wirtschaftlichkeit hängen aufs engste mit der erfolgreichen Lösung der verschiedenen Festigkeitsfragen zusammen. Auf keinem andern Gebiete der Technik spielt die *Verringerung des Baugewichtes* eine derart bedeutsame Rolle wie im Luftfahrzeugbau. Das noch häufig geübte Verfahren, die Abmessungen auf Grund des Gefühles, das durch lange Erfahrungen erworben wurde, festzulegen, schliesst naturgemäss eine gewisse Unsicherheit in sich, die den Konstrukteur veranlasst, die Bauteile eher stärker zu bemessen. Die dringende Forderung auf Verminderung des Baugewichtes zieht der gefühlsmässigen rein empirischen Konstruktionsweise enge Grenzen. Der Konstrukteur des Luftfahrzeugbaues sieht sich in ausgesprochener Weise veranlasst, sich bei der Festlegung der Abmessungen und der Formgebung der Bauteile von den wirklich auftretenden Beanspruchungen leiten zu lassen. Nur dann, wenn er beim Entwerfen auf die unter gegebenen Umständen unter gegebenen Lasten hervorgerufenen Spannungen abstellt, wird er in einwandfreier Weise in der Lage sein, bei *geringstem Aufwand an Baustoff* die geforderte Sicherheit zu erfüllen. Zur Erreichung dieses Zieles stehen ihm zwei Wege offen. Der Spannungszustand kann auf dem Versuchswege an ausgeführten Konstruktionsteilen erforscht, oder an Hand festigkeitstheoretischer Betrachtungen zum voraus berechnet werden.

Infolge des verwickelten Verlaufes der Beanspruchungen wird das *analytische Verfahren* nur in wenigen Fällen von Erfolg begleitet sein. Um die Aufgabe zu lösen, müssen sehr oft vereinfachende Annahmen getroffen werden, die das Endergebnis der analytischen Lösung beeinflussen, wodurch mehr oder weniger grössere Abweichungen gegenüber dem tatsächlichen Zustand bewirkt werden. Besteht die Möglichkeit einer strengen analytischen Untersuchung, so muss in der Praxis häufig auf die restlose Durchführung mit Rücksicht auf langwierige und zeitraubende Rechnerarbeit verzichtet werden. Angesichts dieser Tatsachen erscheint die messtechnische Erforschung der Beanspruchung an ausgeführten Bauteilen für den praktischen Flugzeugbau als der zweckmässigste Weg. Der Konstrukteur gewinnt durch seine systematisch ausgeführten Versuche einen äusserst wertvollen Einblick in den tatsächlichen Spannungsmechanismus. Er verschafft sich auf diese Weise einwandfreie und sichere Grundlagen, die ihm ermöglichen, Folgerungs- und Konstruktionsleitsätze aufzustellen, nach denen neu zu entwerfende Bauteile zu gestalten sind.

Der durch Messung erforschte Spannungsverlauf wirkt andererseits auch befruchtend auf die analytische Betrachtung der Festigkeitsaufgaben. Die folgerichtige Auslegung planmässig erlangter Messergebnisse deutet oft auf zweckmässige Vereinfachungen an sich strenger Lösungsverfahren hin, die zu einfachen Näherungslösungen führen können.

2. DIE GRUNDGLEICHUNGEN. BEZIEHUNG ZWISCHEN FORMÄNDERUNG UND NORMALSPANNUNG.

Die Ermittlung der Spannungen führen wir zweckmässigerweise auf das Messen der *Formänderung* zurück. Wir wollen, soweit dies das Verständnis des Wesens der

Messmethode erleichtert, auf die Formänderung¹⁾ eintreten und betrachten zunächst den *linearen Spannungszustand*. Auf der Oberfläche eines prismatischen Stabes von der Querschnittsfläche *F*, an dessen Enden die Zugkraft *P*₁ angreift, grenzen wir in Richtung der Stabaxe „1“ eine Strecke *l* ab, die gleichbedeutend ist mit der Messlänge des Tensometers. Unter der Einwirkung der Kraft *P*₁ bzw. der Spannung σ_1

$$\sigma_1 = \frac{P_1}{F} \dots \dots \dots (1)$$

erfährt die Strecke *l* eine Längenänderung Δl_1 nach der Gleichung

$$\Delta l_1 = \frac{Pl}{FE} = \frac{\sigma_1}{E} l \dots \dots \dots (2)$$

Man bezeichnet als spezifische Dehnung das Verhältnis

$$\epsilon_{11} = \frac{\Delta l_1}{l} \dots (3)$$

sodass die Gleichung (2) in der bekannten Form

$$\epsilon_{11} = \frac{\sigma_1}{E} \dots (4)$$

des Hooke'schen Elastizitäts-Gesetzes geschrieben werden kann, wo *E* der

Elastizitätsmodul des Baustoffes ist. Diese Gleichung gilt nur innerhalb der Proportionalitätsgrenze des Baustoffes. In der oben ersichtlichen Bezeichnungweise gibt die erste Fussnote die Richtung an, in der die Kraft wirkt, während die zweite Fussnote die Richtung der ins Auge gefassten Formänderung bedeutet.

Während sich der Stab in der Richtung „1“ streckt, zieht er sich quer zu ihr, also in der Richtung „2“ und „3“ elastisch zusammen. Messungen haben gezeigt, dass diese Verkürzungen proportional der Zugkraft *P*₁ und daher proportional der durch *P*₁ verursachten Dehnung sind. Der Proportionalitätsfaktor ist ν , der reziproke Wert der Poisson'schen Materialkonstanten. Die Formänderung in der Richtung „2“ bzw. „3“ befolgt somit die bekannte Gleichung

$$\epsilon_{12} = -\nu \epsilon_{11} \dots \dots \dots (5)$$

$$\epsilon_{13} = -\nu \epsilon_{11} \dots \dots \dots (6)$$

Nehmen wir nun an, die Zugkraft wirke nicht in der Richtung „1“, sondern z. B. in der Richtung „2“ bzw. „3“, so gelten, homogenes Material vorausgesetzt, entsprechende Gleichungen. Diese gehen aus Gleichungen (4), (5) und (6) hervor, indem man an Stelle des Index „1“ den Index „2“ bzw. „3“ setzt.

Beim *ebenen Spannungszustand* wirken die Kräfte in zwei Richtungen, z. B. in der Richtung „1“ und „2“. Wir betrachten den Formänderungszustand, der durch die Belastung in der Richtung „1“ bzw. „2“ entsprechend den Gleichungen (1), (2), (3), (4), (5) und (6) hervorgerufen wird, für sich allein. Durch Ueberlagerung der beiden Formänderungen, die durch die beiden linearen Spannungszustände ausgelöst werden, erhält man den resultierenden Formänderungszustand.

Der *dreiaxige oder räumliche* Spannungszustand, bei dem die Kräfte in allen drei Richtungen gleichzeitig wirken,

¹⁾ Eingehende Betrachtungen über die Formänderung und ihre Ermittlung siehe u. a.: *Contribution à l'étude de la déformation en un point d'un milieu matériel*. Formules et procédés graphiques. *Extensomètre Huggenberger*. Description et emploi, par Louis Baes, Professeur à l'Université de Bruxelles, et Lucien Vandepierre, Assistant à l'Université de Bruxelles. Bulletin de la Société belge des Ingénieurs et des Industriels. Tome IX, No. 3 et 10, 1929.

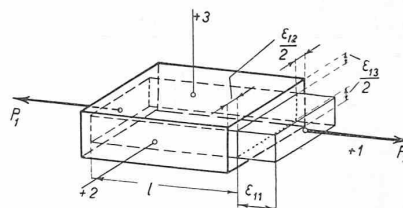


Abb. 1.