Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 111/112 (1938)

Heft: 14: Lehr- und Forschungsinstitute der Eidgenössischen Technischen Hochschule: Sonderheft zum 60. Geburtstag des Schulratspräsidenten Arthur Rohn

Artikel: Aus dem Photogrammetrischen Institut

Autor: Zeller, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-49810

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.08.2025

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

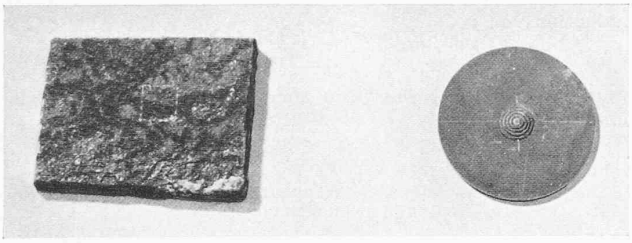

Abb. 1a. 5 × 5 mm eingeritzt. — Natur-Grösse. — Abb. 1b. Kreispyramide

Daraus folgt, dass die Formänderungen gekrümmter Träger sehr viel grösser werden als bei geraden Trägern. Dieser Umstand ist bei der Bemessung (Durchbiegungsvorschrift) besonders zu beachten.

Die Schnittgrössen und Formänderungen des wirklichen Tragwerks ergeben sich nach Auflösung der Elastizitätsgleichungen durch Superposition.

5. In Abb. 3 ist ein durchgerechnetes Beispiel skizziert[4]): Bei lotrechter Belastung ist eine lotrechte Auflagerkraft, z. B. D, als überzählige Grösse einzuführen. Die Längsspannungen werden in zwei Flanschrändern maximal; sie ergeben sich durch Addition der aus den M und $\mathfrak{M}$ sich ergebenden Teilspannungen.

Um die Uebereinstimmung der Rechnung mit den tatsächlichen Verhältnissen zu überprüfen und um festzustellen, ob nicht die verhältnismässig grossen Formänderungen den Spannungszustand wesentlich beeinflussen (Spannungen zweiter Ordnung), wurden im Institut für Baustatik, Abteilung Stahlbau, einige Messungen am Träger der Abb. 3 ausgeführt.[5]) In Abb. 4 ist der Vergleich zwischen Messung und Rechnung für zwei Grössen, nämlich den Drehwinkel δ und die grösste Randspannung σ_{max} im Schnitt s-s, aufgetragen. Mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten, die die genaue Verwirklichung der gelenkigen Auflagerung bietet (beim Drehwinkel sind aus Abb. 4 Klemmeinflüsse unter grösseren Belastungen sichtbar), ist die Uebereinstimmung zwischen Messung und Rechnung als gut zu bezeichnen.

FRITZ STÜSSI

[4]) Numerische Berechnung Dipl. Ing. E. Amstutz.
[5]) Versuchsdurchführung Dipl. Ing. E. Mentel.

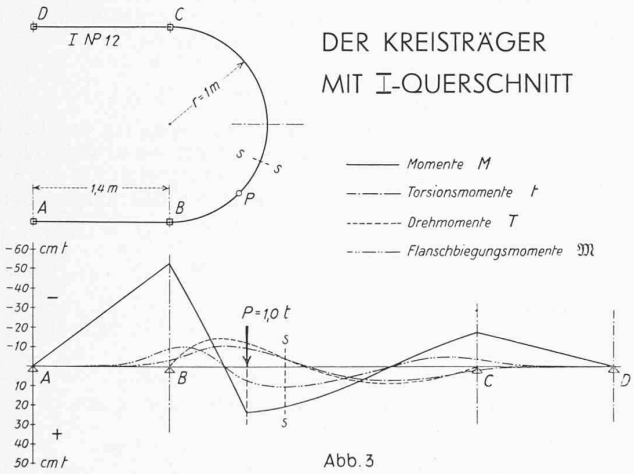

Abb. 3

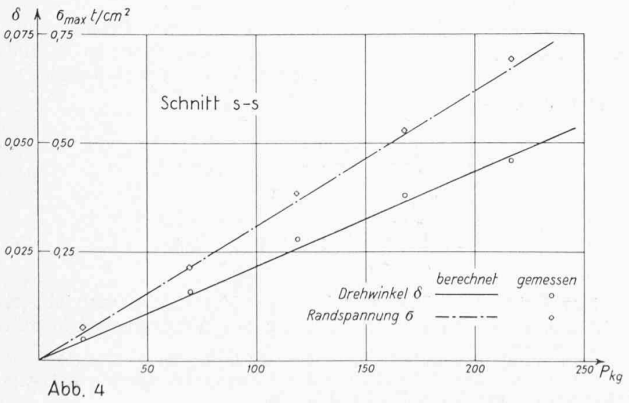

Abb. 4

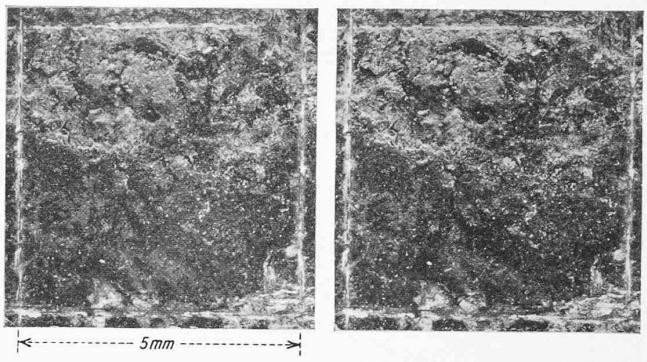

Abb. 2. Aufnahmepaar, 8-fache Vergrösserung des 5 mm-Quadrats

Aus dem Photogrammetrischen Institut

Die Mikrophotogrammetrie

In der kürzlich erschienenen Festschrift der E. T. H. zur Jahrhundertfeier des S. I. A. sind die Probleme der Luftphotogrammetrie dargestellt worden, die die Vermessungsfachleute gegenwärtig ganz besonders interessieren. Es mag daher angezeigt sein, an dieser Stelle über ein neues Anwendungsgebiet der Stereophotogrammetrie zu berichten, das von allgemeinerem Interesse sein dürfte. Wir haben uns die Aufgabe gestellt, mit Hilfe der Stereophotogrammetrie von einer beliebigen Oberfläche mit u. U. mikroskopisch kleinen Unebenheiten, eine genaue topographische Darstellung zu geben. Die Fachliteratur gibt über dieses Problem keine Auskunft. Einzig in der Zeitschrift «Feinmechanik und Präzision» 1931 ist ein Versuch erwähnt, «die Oberfläche nach Stereoaufnahmen im Autokartographen nachzuzeichnen, wobei aber bisher nicht zu überwindende Schwierigkeiten auftraten.» — Im Gegensatz dazu haben unsere Versuche am Photogrammetrischen Institut der E. T. H. einen vollen Erfolg gezeitigt.

Bekanntlich lassen sich bei einer photographischen Aufnahme die Beziehungen zwischen Objekt- und Bilddistanz (D, bezw. d) nach der Linsengleichung $\frac{1}{D} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$, bezw. $D = \frac{F \cdot d}{d - F}$ bestimmen, wenn die Brennweite F des Aufnahmeobjektivs gegeben ist. Bei linearer Vergrösserung 10 : 1 ist $d = 10\ D$, sodass z. B. für eine Objektivbrennweite $F = 42$ mm die Objektdistanz $D = 46{,}2$ mm und die Bilddistanz $d = 462$ mm wird. — Für die stereophotogrammetrische Auswertung sind zwei Aufnahmen (von verschiedenen Standorten aus) notwendig, die im Auswertegerät zum Stereomodell vereinigt werden. Für unsere Vorversuche diente eine optische Bank; die Verschiebung des Standortes wurde durch entsprechende Verschiebung des Objektes normal zur Aufnahmerichtung erreicht. Als Objekt diente das in Abb. 1a in natürlicher Grösse dargestellte korrodierte Eisenstück. Durch die seitliche Verschiebung des Objektes um 5 mm (= 50 mm im Negativ bei 10-facher linearer Vergrösserung) erzielte man die Aufnahmeverhältnisse des sog. Normalfalles der Stereophotogrammetrie, wobei in der Abstandsgleichung $y = \frac{b \cdot f}{a}$ für f die Bilddistanz d eingeführt werden muss, b die Basis (5 mm) und a die lineare Parallaxe bedeutet. Ein derartiges Aufnahmepaar (rd. 25 mm² des in Abb. 1a dargestellten Eisens in 8-facher linearer Vergrösserung) zeigt Abb. 2. Bei stereoskopischer Betrachtung sind die Unebenheiten der Oberfläche ausserordentlich gut erkennbar.

Zur Auswertung solcher Aufnahmepaare ist nun eine affine Umformung der Aufnahmeverhältnisse notwendig, wobei als Affinitätsaxe die Kammeraxe gewählt werden muss. Um die vorliegenden Aufnahmen als Senkrechtaufnahmen auszuwerten, musste die Basis den Auswertedistanzen am Wild-Autographen entsprechend gewählt werden, bei gleichzeitiger Reduktion der Bildweite f auf jene des Autographen (f_1), wobei auch die (gegebene) Bezifferung der y-Zählrommel für die Höhen zu berücksichtigen war. — Für die Aufnahme gilt, wie bereits erwähnt, die Abstandsgleichung $D = y = \frac{b \cdot f}{a}$. Für die Auswertung ist zu setzen $y_1 = \frac{b_1 \cdot f_1}{a}$, wobei f_1 die Bildweite der Auswertekammern und b_1 die einzustellende Basis bedeutet. Wir wählen nun das Affinitätsverhältnis $\frac{y_1}{y} = n$ als ganzen Zahlwert derart, dass 100 mm $< y_1 = n \cdot y <$ 400 mm wird, entsprechend dem

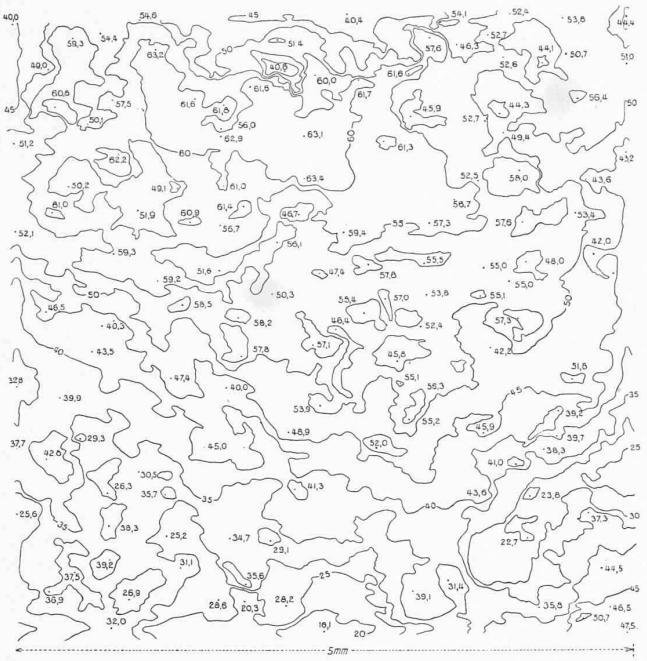

Abb. 3. Höhenkurven des 5 mm-Quadrats in Abb. 1 und 2. Aequidistanz 0,05 mm; mittl. Höhenfehler ± 0,004 mm

Bereich des Autographen in der y-Richtung. Dann ist die am Auswertegerät einzustellende Basis

$$b_1 = \frac{y_1 \cdot a}{f_1} = n \cdot y \cdot \frac{a}{f_1} = n \cdot \frac{b \cdot f}{a} \cdot \frac{a}{f_1} = n \cdot b \cdot \frac{f}{f_1}.$$

Der Zahlwert n gibt die Ueberhöhung des Raummodells an, d. h. den Faktor, mit dem die in mm abgelesenen Höhen am y-Zählwerk multipliziert sind. Damit wird also auch die zu benützende Zähltrommel festgelegt.

Im vorerwähnten Beispiel war $D = 46{,}2$ mm $= y$. Demgemäss wurde $n = 5$ gewählt ($y_1 = 5y = 231$ mm), und man erhält für die Autographenbildweite $f_1 = 164{,}8$ mm die Basis

$$b_1 = n \cdot b \cdot \frac{f}{f_1} = 5 \cdot 5 \cdot \frac{462}{164{,}8} = 70{,}10 \text{ mm}.$$

Ferner lässt sich auch der Auswertemasstab bestimmen. Entsprechend der Formel $y = \frac{b \cdot f}{a}$ ist der Aufnahmemasstab $\frac{f}{y} = \frac{a}{b}$. Der Auswertungsmasstab, bezogen auf den Aufnahmemasstab, ist $\frac{y_1}{f_1} = \frac{b_1}{a}$, demnach der Auswertungsmasstab, bezogen auf das Objekt $\frac{a}{b} \cdot \frac{b_1}{a} = \frac{b_1}{b}$, gleich Autographenbasis : Aufnahmebasis. — Im Rahmen der am Auswertegerät zur Verfügung stehenden Uebersetzungen ist es möglich, den Auswertemasstab zu ändern. Im allgemeinen ist dies aber ein «wilder» Masstab. Im besprochenen Beispiel war die Uebersetzung 2 : 5 und dementsprechend der Masstab $\frac{70{,}10}{5} \cdot \frac{5}{2} = 35{,}05 : 1$. — Abb. 3 zeigt die in den Masstab rd. 18 : 1 reduzierte Auswertung, d. h. die Topographie der in Abb. 2 dargestellten Oberfläche. Die Aequidistanz beträgt 0,05 mm, die Koten sind in Hundertstelmillimeter eingetragen. Es würde zu weit führen, die fehlertheoretischen Betrachtungen hier im Einzelnen wiederzugeben. Es mag daher der Hinweis genügen, dass der mittlere Fehler der Höheneinstellung gerechnet werden kann nach der Differentialformel

$$dy = \frac{b \cdot f}{a^2} \cdot da = \frac{b_1 \cdot f_1}{a^2} \cdot \frac{da}{n},$$

worin der mittlere Parallaxfehler da für feinkörnige Platten zu rd. ± 0,005 mm anzunehmen ist. Dieser mittlere Höhenfehler beträgt in der vorliegenden Auswertung rd. ± 0,004 mm. Durch entsprechende Vergrösserung der Aufnahmebasis kann dy leicht auf 2 bis 3 μ reduziert werden, sofern dies für die gestellte Aufgabe von Bedeutung ist. Ferner zeigt die Fehlerformel, dass bei gleichbleibender Basis und gleicher Vergrösserung, d. h. gleicher linearer Parallaxe a der mittlere Fehler proportional ist zur Aufnahmebildweite f. Da diese wiederum ungefähr proportional ist zur Brennweite, so muss für sehr genaue Auswertungen ein möglichst kurzbrennweitiges Aufnahmeobjektiv gewählt werden.

Die vorstehenden Ausführungen lassen erkennen, dass für die Auswertung von Mikro-Stereoaufnahmen folgende Daten bekannt sein müssen: Die ungefähre Objektdistanz y (zur Festsetzung des zweckmässigsten Affinitätsverhältnisses), die «innere Orientierung» der Aufnahmekammer, d. h. die genaue Aufnahmebildweite f und die Kammeraxe (Normale zur Bildebene, definiert durch die sog. Rahmenmarken am Anlegerahmen) und die genaue Basislänge der Aufnahme. — Die Autographenbildweite f_1 kann am Auswertegerät bestimmt werden. Ferner ist es möglich, allfällige systematische Aufnahmefehler dadurch zu eliminieren, dass unter genau gleichen Aufnahmebedingungen eine Lehre photographiert und die Auswertebasis empirisch so bestimmt wird, dass die y-Ablesungen mit den Sollwerten übereinstimmen. Als Lehre diente die in Abb. 1b in natürlicher Grösse dargestellte Kreispyramide, deren Höhenstufen mit der Messuhr bestimmt worden sind.

Diese kurzen Darlegungen und namentlich die Hinweise bezüglich Genauigkeit mögen gezeigt haben, dass mikrophotogrammetrische Aufnahmen als Grundlage für die verschiedensten wissenschaftlichen und praktischen Untersuchungen dienen können. Im Auftrag der Druckverlustkommission des S. I. A. sind mit einer eigens hierfür konstruierten Apparatur bereits eine Reihe von Aufnahmen für Spezialstudien durchgeführt und ausgewertet worden. Die Tatsache, dass die Methode der Mikrophotogrammetrie messtechnisch sehr hohen Anforderungen genügt, dürfte die Annahme rechtfertigen, dass damit für alle möglichen Oberflächenuntersuchungen ein neues Hilfsmittel geschaffen und der Photogrammetrie ein neues, dankbares Anwendungsgebiet erschlossen worden ist.

M. ZELLER

Aus dem Institut für Flugzeugstatik und Flugzeugbau

Konstruktive Einflüsse auf die Beanspruchung von Flugzeugen

Wohl bei keinem Ingenieurbauwerk steht die Forderung nach geringstmöglichem Konstruktionsgewicht derart im Vordergrund wie beim Flugzeug. Jede Minderung des Gewichtes der flugfertig ausgerüsteten Maschine kommt entweder der zahlenden Last, die je nach Flugweite etwa 10 bis 25 % des höchstzulässigen Fluggewichtes beträgt, zugute oder sie lässt sich in höhere Flugleistungen umsetzen und verbessert in jedem Fall die Ausnutzbarkeit des Flugzeuges.

Ein Gewichtsgewinn lässt sich beim Flugzeug nicht nur durch sorgfältige Anpassung und Durchbildung aller Elemente erzielen. Durch geeignete Gestaltung des äussern Aufbaus vermag der Konstrukteur auch die beanspruchenden Kräfte und Momente zu beeinflussen und klein zu halten. Abb. 1 zeigt beispielsweise, wie sich durch eine spitzendige Ausbildung des Flügelgrundrisses eine Konzentration der Luftkräfte nach der Flügelmitte zu erzielen lässt und wie die daraus folgende Verminderung des Biegemomentes an der Flügelwurzel [1]) durch dezentralisierte Anordnung der Triebwerke, Betriebstoffbehälter und anderer Lasten wesentlich gesteigert werden kann. Beide Massnahmen wirken sich allerdings nicht ganz so günstig aus, wie man auf den ersten Blick erwartet. Der Mechanismus der Auftrieberzeugung wird bei stark spitzendigen Flügeln immer eine völligere Luftkraftverteilung herbeiführen, als dem Flügelgrundriss entspricht, und für den Flug bei Mindestgeschwindigkeit können sich deswegen auch sehr unangenehme Flugeigenschaften einstellen. Die Dezentralisation der zu tragenden Lasten hat bei den Triebwerken, die notwendigerweise weit vor die Flügelnase auskragen müssen, erhebliche Verdrehmomente am Flügelmittelstück zur Folge, sodass sich der gesuchte Vorteil erst voll auswirken wird, wenn einmal die Anwendung des Fernantriebes eine günstigere Aufstellung der Motoren im Flügel erlaubt.

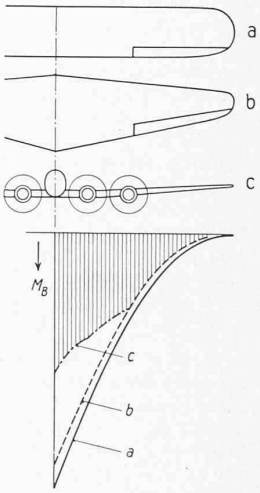

Abb. 1. Einfluss der Flügelgrundrissform und dezentralisierter Massenverteilung auf die Biegemomente M_B am Flügel.
a Normale Flügelform
b Spitzendiger Flügel
c Dezentralisierte Lasten

Durch die neuen Belastungsannahmen, die vor kurzem in den Bauvorschriften für Flugzeuge der meisten Staaten Eingang gefunden haben und statt einzelner voneinander unabhängiger Belastungsfälle kontinuierlich ineinander übergehende Belastungsbereiche vorsehen, stehen dem Konstrukteur wieder neue Wege offen, um nach günstigen Verhältnissen für geringe

[1]) Vergl. «SBZ» Bd. 95, 1930, Seite 181* ff.