

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 119/120 (1942)
Heft: 9

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: 16.05.2025

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

INHALT: Zum Entwurf dichtstehender Schaufelgitter. — Die neue Regelung der Arbeitsbeschaffung in der Kriegskrisenzeit. — Wettbewerb für die Erweiterung der Gerichtsgebäude an der Bäumleingasse in Basel. — Mitteilungen: Einführung ins kaufmännische Rechnungswesen für Ingenieure. Architektenzeichnungen und Architekturphotographie. Die

Schaffhauser Generalversammlung des S. I. A. Notbauten für das Kantonsspital Schaffhausen. Die Ortsgruppe Basel des BSA. Persönliches. Eidg. Technische Hochschule. Das Kantonsspital Lausanne. — Nekrologe: Melchior Estermann. Eugen Bosshard. — Wettbewerbe: Bebauungsplan und Bauordnung Kloten. — Mitteilungen der Vereine.

Band 120

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. 9

Zum Entwurf dichtstehender Schaufelgitter

Von Prof. Dr. J. ACKERET, E. T. H., Zürich

Die Konstruktion von Schaufelgittern für Turbomaschinen erfolgt heute nach Ueberlegungen, die weitgehend empirischer Natur sind. Nur im Falle von Gittern mit grosser Teilung im Verhältnis zur Schaufeltiefe haben die aus dem Luftschraubenbau übernommenen Methoden eine einigermaßen rationelle Begründung. Dort behandelt man die Schaufel als einen einzelnen Trag-Flügel, wobei die Richtung der Anströmung beeinflusst ist durch die Wirkung der übrigen Schaufeln¹⁾. Gelegentlich wird auch die von den andern Schaufeln herrührende Krümmung der Strömung näherungsweise berechnet und nach einem einfachen Superpositionsverfahren berücksichtigt; man zieht von der Krümmung der Skelettlinie des Profils die Krümmung der Strömung ab. In Abb. 1 zeigt a ein Schaufelgitter, wie wir es in den späteren Entwicklungen etwa voraussetzen. Abb. 1 b stellt den primitiven Ersatz des Schaufelgitters durch einzelne Wirbelstäbe dar, Abbildung 1 c das der eben skizzierten Ueberlegung zugrunde liegende Schema²⁾. Die betrachtete Schaufel wird als Profil behandelt, das im Felde der durch Wirbelstäbe ersetzten übrigen Schaufeln steht. Es braucht kaum betont zu werden, dass eine solche Berechnung bei der gezeichneten dichten Schaufelstellung bereits eine sehr ungenügende Berücksichtigung des Einflusses der nächstenbenachbarten Schaufeln gibt.

Nun sind aber in der Praxis in steigendem Masse Gitter in Verwendung, die ebenso dicht wie das gezeichnete, z. T. sogar noch enger gestellt sind. Die Gründe liegen vor allem darin, dass man einerseits geringe spezifische Schaufelbelastungen anstrebt um etwa Kavitation zu verhindern, oder um sich von den Schwierigkeiten der Kompressibilität fernzuhalten, andererseits aber in Fällen wo diese Gefahren weniger in Betracht fallen, möglichst viel spezifisch mittel- oder hochbelastete Schaufelfläche zusammenzudrängen will um das Stufengefälle hoch zu treiben.

Es ist somit erwünscht, eine Methode zum zweckmässigen Entwurf solcher Gitter zu entwickeln. Dazu bietet sich in erster

¹⁾ Vgl. z. B. C. Keller, Axialgebläse. Mitt. Inst. f. Aerodynamik Zürich. 1934, Heft 2, Seite 15 u. f.

²⁾ A. Betz, Ing.-Archiv 3. 1939. S. 359.

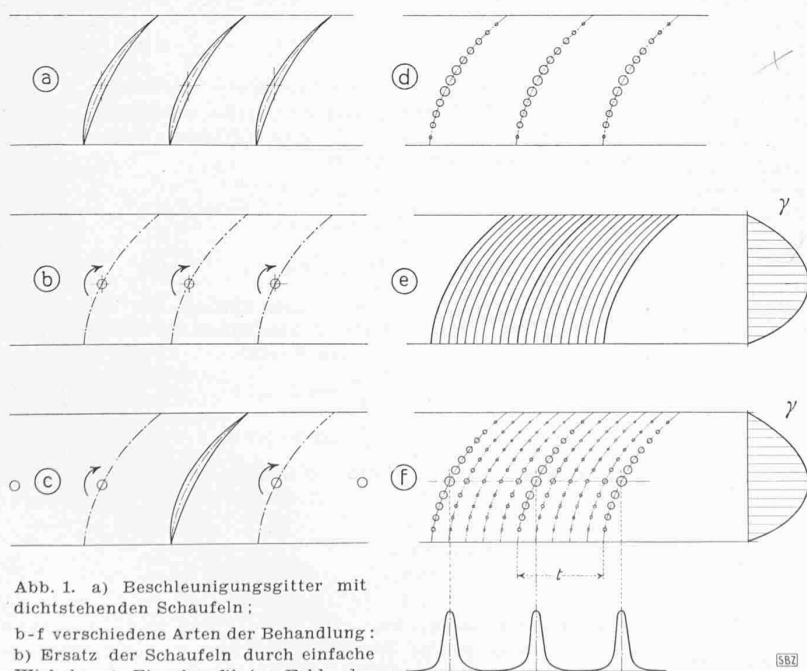


Abb. 1. a) Beschleunigungsgitter mit dichtstehenden Schaufeln;

b-f verschiedene Arten der Behandlung:

b) Ersatz der Schaufeln durch einfache Wirbel;

c) Einzelprofil im Felde der durch Wirbel ersetzten übrigen Schaufeln;

d) Schaufel als lineare Reihe von Wirbeln;

e) unendlich grosse Schaufelzahl, kontinuierliche, aber nur von einer Koordinate abhängige Zirkulationsverteilung;

f) periodische Zirkulationsverteilung

Linie, sofern es sich um ebene Gitter handelt, das Verfahren der konformen Abbildung. Durch eine verhältnismässig einfache Abbildung³⁾ wird das ganze Gitter, nicht etwa eine einzelne Schaufel, in eine geschlossene Kurve verwandelt. Wäre diese einem Kreis sehr ähnlich, so würde die Verwandlung in einen solchen ziemlich leicht gelingen. Leider entsteht bei der Transformation gebräuchlicher Gitter eine Kartoffelfigur, die sich nur schwer in einen Kreis weitertransformieren lässt. Immerhin geben die in der Flugtechnik vorliegenden Methoden zur Behandlung beliebiger Profile gute Hoffnung, dass auch diese Aufgabe noch mit erträglichem Rechenaufwand gelöst werden kann.

A. Entwurfsmethode

Die im Nachfolgenden beschriebene Näherungsmethode, die der Verfasser schon vor längerer Zeit⁴⁾ benützt hat, kann ihrem Wesen nach die konforme Präzisionsmethode nicht ersetzen, sie erweist sich aber als genügend elastisch und bequem, dass sie für den Entwurf nützlich sein kann. Ihr Hauptinteresse dürfte allerdings darin liegen, dass sie auf axiale Schaufelanordnung in Radform erweiterungsfähig ist, eine Aufgabe, die der konformen Abbildung, die ja nur ebene Anordnungen behandeln kann, prinzipiell unzugänglich ist. Die nie näher begründete aber stets angewandte Regel, ein Radgitter abzuwickeln und als eben zu behandeln, ist zweifellos in manchen Fällen eine unzulässige Vereinfachung. Vorerst sollen aber auch hier noch ebene Gitter behandelt werden.

Man könnte zunächst denken, gemäss Abb. 1 d die Schaufeln durch gebundene Wirbel in kontinuierlicher Anordnung längs der Schaufelskelette zu ersetzen nach Analogie der Birnbaum'schen Theorie der Tragflügel. Man müsste dann die Verteilung so wählen, dass das Skelett eine Stromlinie der Gesamtströmung wird. Das führt auf eine Integralgleichung, die nicht leicht zu behandeln ist.

Eine andere Näherung besteht darin, dass man zwar die Zirkulation der Höhe nach verteilt, aber unendlich viele Schaufeln annimmt, also die Zirkulation auch in x -Richtung kontinuierlich und konstant annimmt. Dies ist im Grunde nichts anderes als die gewöhnliche Euler'sche Theorie, die jedes Flüssigkeitsteilchen als in gleicher Weise geführt annimmt, nur wird hier von der Zirkulation ausgegangen⁵⁾ (Abb. 1 e). Unsere Näherung stellt nun eine Art Mittelweg dar: Abb. 1 f. Die Zirkulation wird sowohl vertikal als horizontal kontinuierlich verteilt angenommen, in x -Richtung periodisch mit der Teilung t . Während in y -Richtung die Verteilung einigermaßen monoton ist, wird in x -Richtung die Zirkulation stark in die Gegend der Schaufeln gedrängt. Die Stromlinien der Gesamtströmung in der Nähe der Maxima werden mit dem Schaufelskelett identifiziert. Da aber die Schaufelform schon einigermaßen bekannt sein muss um die Maxima richtig zu legen, wird eine nullte Näherung in der Weise gerechnet⁶⁾, dass man die Verteilung zunächst gemäss 1 e annimmt und so die Skelettform provisorisch findet. Auf dieses Skelett werden die Maxima gelegt und eine verbesserte Skelettlinie gerechnet. Es steht im Prinzip nichts im Wege, durch eine

³⁾ E. König, Potentialströmung durch Gitter. Z. A. M. M. 2. 1922. S. 422 bis 429. — A. Busemann, Z. A. M. M. 8. 1928. S. 372 bis 384. — Vgl. auch das Buch von Weinig: Die Strömung um die Schaufeln von Turbomaschinen. Leipzig 1935. 139 Seiten.

⁴⁾ Ausgehend von dem hier dargelegten Gedanken der «Verschmierung» der Schaufelzirkulation haben A. Betz und J. Flügge-Lotz im Ingenieur-Archiv 9, 1938, S. 486 bis 501 eine bemerkenswerte Theorie der Radialräder mit nichtparallelen Seitenwänden entwickelt. Auf die endliche Schaufeldicke ist dort noch kein Bezug genommen.

⁵⁾ Die früher sehr diskutierten, heute vielleicht etwas zu Unrecht vernachlässigten Theorien von H. Lorenz: Neue Theorie und Berechnung der Kreisräder. München 1906. 2. Auflage 1911 und W. Bauersfeld. Z. VDI 1912, Seite 2045 sind Weiterführungen dieser Näherung auf zylindersymmetrische Strömungen.

⁶⁾ Weiter unten auch mit Berücksichtigung der endlichen Schaufeldicke.