

Singularitätentheorie der Flügelgitter

Doctoral Thesis

Author(s):

Meyer, Ludwig

Publication date:

1959

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000092000>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Originally published in:

Mitteilungen aus dem Institut für Aerodynamik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich 26

Prom. Nr. 2828

Singularitätentheorie der Flügelgitter

VON DER
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN ZÜRICH
ZUR ERLANGUNG DER
WÜRDE EINES DOKTORS DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
GENEHMIGTE
PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON

Ludwig Meyer
Dipl. Masch.-Ing.
von St. Gallen

Referent: Herr Prof. Dr. J. Ackeret
Korreferent: Herr Prof. Dr. W. Traupel



Zürich 1959 Dissertationsdruckerei Leemann AG

Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin, ein *Rechenverfahren für den Entwurf* von ebenen Schaufelgittern in inkompressibler Strömung anzugeben. Um die praktische Anwendung zu erleichtern, wurde der Rechengang so eingerichtet, daß er auch ohne Kenntnis der theoretischen Zusammenhänge durchgeführt werden kann.

Die Grundlage des Verfahrens, welche im I. Abschnitt erläutert wird, bildet die *Ackeretsche Gittertheorie* [1], [21]¹⁾, welche mit *Singularitäten* (gebundenen Wirbeln, Quellen und Senken) arbeitet. Diese Theorie, welche besonders im Hinblick auf dichtstehende Gitter entwickelt worden ist, berechnet die Gitterströmung in zwei Schritten: in einem ersten wird die sog. «*Eulerströmung*» ermittelt, bei welcher alle Stromfäden parallel sind, während im zweiten Schritt die Zusätze bestimmt werden, welche sich aus der endlichen Schaufelteilung ergeben. Das Gitter wird für den Zustand des sog. «*stoßfreien Eintritts*» berechnet, bei dem die Vorderkanten der Profile nicht umströmt werden.

Abschnitt II befaßt sich mit dem Strömungsfeld des nunmehr bekannten Gitters bei *geänderter Zuströmrichtung*. Zu dessen Bestimmung wird nach *Schlichting* [22] und *Scholz* [24] dem Strömungsfeld des Entwurfszustandes ein hinzukommendes Feld überlagert. In diesem Zusammenhang wird auch das Vorgehen beim Entwurf von Gittern, deren Zuströmrichtung im Betriebspunkt von der Richtung des stoßfreien Eintritts abweichen soll, behandelt (Abschnitt II, Anhang).

Die in den ersten beiden Abschnitten zusammengestellten Grundlagen werden nun zur Aufstellung eines Rechenschemas benützt (III. Abschnitt). Zuerst werden die Rechenschritte und numerischen Verfahren beschrieben, welche hierbei zur Anwendung kommen. Mit den anschließend wiedergegebenen Tabellen und Diagrammen erfolgt zunächst die Bestimmung der Profilform der Gitterschaufeln. Dann werden die Druckverteilungen bei stoßfreiem Eintritt sowie bei geänderter Zuströmrichtung berechnet. Der Gebrauch der Tabellen ist anhand eines Beispiels veranschaulicht.

Zur Bestimmung der Profilform und der Druckverteilung bei stoßfreiem Eintritt werden mit einer Tischrechenmaschine ca. 25 Std. benötigt. Dieser Aufwand erscheint nicht übertrieben groß, doch ist für die Berechnung ganzer Profilerien die Handrechnung nicht mehr rationell. Es wurde daher eine völlig automatische Gitterberechnung auf der programmgesteuerten elektronischen Rechenmaschine der ETH eingerichtet. Die Rechnung erfolgt im Prinzip gleich wie diejenige von Hand; in Abschnitt IV ist der Rechengang erläutert und das Flußdiagramm angegeben. Die kurze Rechenzeit gestattet es z. B.,

¹⁾ Die Ziffern in eckigen Klammern verweisen auf das Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit.

systematische Untersuchungen des Einflusses der verschiedenen Parameter auf Profilform und Druckverteilung durchzuführen. Als Beispiel ist ein kleiner Profilkatalog für Verzögerungsgitter beigefügt.

Die resultierende Druckverteilung einer Gitterschaufel kann für deren Verwendungszweck mehr oder weniger günstig sein. Wenn es vorläufig auch noch schwierig ist, in jedem Fall einen optimalen Druckverlauf anzugeben, so besteht doch gerade für Gitter, welche bei gewissen extremen Bedingungen arbeiten sollen, z. B. für Gitter von Hochdruck-Kaplanturbinen (Kavitationsgefahr) und für Gitter in schallnaher Strömung²⁾ (Vermeidung von Verdichtungsstößen) ein einfaches Kriterium für eine günstige Druckverteilung: Der maximale Unterdruck auf der Saugseite der Profile soll möglichst klein sein. Diese Forderung bedingt einen flachen, eventuell über ein größeres Stück der Saugseite konstanten Druckverlauf, welcher nur bei stoßfreiem Eintritt möglich ist. In Abschnitt V wird nun ein aus dem Rechenschema des III. Abschnitts entwickeltes Iterationsverfahren zum Entwurf von Gittern mit in dieser Weise vorgeschriebener Form der Druckverteilung auf der Saugseite angegeben und durch Beispiele ergänzt.

Schließlich sollen die in Abschnitt VI wiedergegebenen Messungen an Schaufelgittern Aufschluß über die Genauigkeit der erläuterten Rechenverfahren geben. Da die Rechnungen für reibungsfreie Strömung (Potentialströmung) durchgeführt werden, wurde von üblichen Gitterversuchen, etwa mit Luft, abgesehen, da es erfahrungsgemäß schwierig ist, den Einfluß der Grenzschichten auf die Resultate genau anzugeben. Die Versuche wurden auf der Grundlage der elektrolytischen Analogie durchgeführt: die Gitterströmungen wurden in einem elektrolytischen Trog ausgemessen und die Meßresultate den Rechnungen gegenübergestellt.

²⁾ Die vorliegende Arbeit behandelt allerdings nur inkompressible Gitterströmungen.