

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 119/120 (1942)  
**Heft:** 21

## **Inhaltsverzeichnis**

### **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:** 23.02.2026

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

INHALT: Modellversuche an Scheiben mit stetiger Randbeanspruchung. — Wettbewerb für Bebauungsvorschläge und Wohnhaustypen in billiger Preislage bei Luzern. — Nachkriegsprobleme des Schweiz. Ver-

kehr-Flugwesens und schweizerische Flugplatzfragen. — Mitteilungen: Eidg. Technische Hochschule. — Nekrologe: Albert Meyer. — Mitteilungen der Vereine. — Vortragskalender.

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. 21

## Modellversuche an Scheiben mit stetiger Randbeanspruchung

Nach einem Manuskript von Ing. Dr. R. V. BAUD, Abteilungsvorsteher der EMPA, Zürich

### 1. Einleitung

Mathematische Scheibenprobleme bestehen im Auffinden der den Randbedingungen angepassten Airy'schen Spannungsfunktion  $F(x, y)$  [1], eine bei unregelmässiger Scheibenform und ungleichmässiger Randbelastung langwierige Rechenaufgabe. Das Experiment an der fertigen Scheibe — deren Herstellung im allgemeinen keinerlei Schwierigkeiten bereitet — enthebt uns dieser Integration; die Schwierigkeit liegt hier in der exakten Verwirklichung der Randbedingungen. Selbst die gleichmässige Normalbelastung, etwa des inneren Randes einer gelochten Scheibe nach Abb. 1 — mit welchem Belastungsfall sich die vorliegende Studie im wesentlichen befasst — hat man lange als nur mit grossen Schwierigkeiten durchführbar betrachtet.

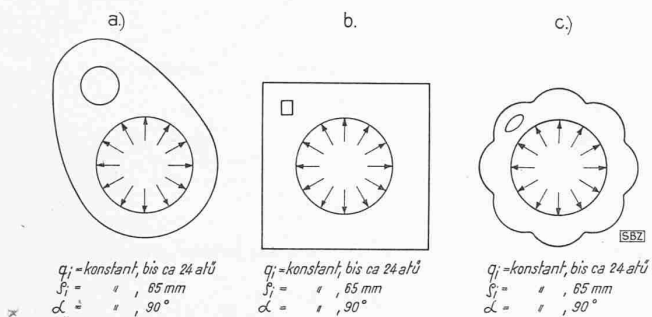


Abb. 1. Scheiben, deren experimentelle Untersuchung mit Hilfe der beschriebenen Apparatur ohne weiteres möglich ist

Im ersten Augenblick ist man versucht, die versuchstechnische Lösung der Aufgabe in der Einführung eines festen elastischen Körpers (Einpressen eines leicht konischen Dornes in die leicht konische Bohrung der Scheibe, Aufschrauben u. dgl.) zu erblicken. Dieser Weg führt aber, vom einfachsten Fall (vollwandige Kreisscheibe) abgesehen, nicht zum gewünschten Ziel, weil sich die Scheibe infolge des Dornes nicht so deformiert, wie es der vorgeschriebenen Randbedingung entspricht, sondern nur so, wie es die Eigen-Elastizität des Dornes in Verbindung mit jener der Scheibe zulässt. Dieser Uebelstand kann offenbar nur bei Verwendung von Flüssigkeiten oder Gasen (Luft) als Druckmittel vermieden werden. Diese Lösung bringt aber andere Schwierigkeiten, nämlich die der Dichtung und der dadurch notwendig werdenden Eichung mit sich; indessen können nach den neuesten, in der EMPA ausgeführten Versuchen diese Schwierigkeiten als überwunden betrachtet werden.

### 2. Beschreibung der Vorrichtung

Die vom Verfasser bei den spannungsoptischen Versuchen [2] verwendete Vorrichtung ist in Abb. 2 dargestellt. Sie besteht im wesentlichen aus einer Scheibe 1, an deren Umfang eine Gummimembran 7 aufgezogen ist. Hierzu wird zweckmässig ein zylindrisches Stück eines Gummischlauches von wesentlich kleinerem Durchmesser verwendet, sodass die Gummimembran — insbesondere deren dem Modell 9 nächstliegender Teil — sich in diesem Zustand der Montage unter Zugspannung befindet. Sie wird dadurch wieder aufgehoben, dass man mittels der Pressringe 5 die umgebogenen Enden der Membran seitlich sehr stark zusammendrückt. Durch genügend Spiel zwischen Membran und Modell wird Anliegen und damit anfänglicher Druck vermieden<sup>1)</sup>.

Der auf der einen Seite der Scheibe 1 angeordnete Halter 2 dient zur Lagerung der Vorrichtung, derart, dass sie nach Wunsch gedreht werden kann, um Stück für Stück nicht zu grosser Modelle unter Innendruck in das Lichtstrahlenbündel zu bringen.

Damit ist die Vorrichtung montiert; bei ihrer Inbetriebnahme wird das Druckmittel der Scheibe 1 durch den zentralen Stutzen 1a zugeführt und mittels der Radialbohrung 8 unter die Membran geleitet. Die Rille 6, in die der Gummi hineinragt, gewährleistet Dichtbleiben bis zu relativ hohem Druck. Hoher Druck ist er-

wünscht, weil dadurch die Genauigkeit der Messungen am Modell günstig beeinflusst wird.

Bei den nachfolgend beschriebenen Versuchen wurde als Druckmittel Pressluft verwendet. Sie besitzt den Vorteil, dass bei allfälligen Bersten der Membran Beschädigungen der Mess-Einrichtung praktisch völlig vermieden werden. Der beschriebenen Vorrichtung kommt eine Brutto-Innendruck ( $q_{i,br}$ ) bis zu maximal 25,5 atü zugeführt werden<sup>2)</sup>. Abb. 3 zeigt die geschilderte Vorrichtung schematisch in Verbindung mit den verwendeten Druckflaschen, Ventilen usw. Abb. 4 gibt eine photographische Aufnahme der Vorrichtung zusammen mit der verwendeten Messapparatur und Zubehör wieder.

### 3. Eichung

a) **Bemerkungen.** Eine Vorrichtung der beschriebenen Art muss einer einwandfreien Eichung zugänglich sein. Demgemäss ist also im vorliegenden Fall festzustellen, welcher Betrag  $q_{i,eff}$  von dem total unter die Membran geleiteten Druck  $q_{i,br}$  effektiv auf das Modell selbst gelangt. Zu diesem Zweck wurde vorgängig der eigentlichen Versuche ein Eichversuch an einem Eichmodell vorgenommen, nämlich an einem vollwandigen Kreisring aus Bakelit, Abb. 5. Für dessen Spannungen gelten die zuerst von Lamé abgeleiteten Formeln (1), für die Verformung die Formel (11)<sup>3)</sup>.

Die Eichung kann auf Grund sowohl des in einem solchen Ring erzeugten Spannungszustandes, als auch des auftretenden Verzerrungszustandes erfolgen.

b) **Die Eichung auf Grund des Spannungszustandes.** Der Eichung auf Grund des Spannungszustandes liegen die Formeln:

$$\sigma_{\phi} = \frac{a^2}{b^2 - a^2} \left( 1 + \frac{b^2}{r^2} \right) q_i = \frac{1}{k^2 - 1} \left( 1 + \frac{b^2}{r^2} \right) q_i \quad (1)$$

$$\sigma_r = \frac{a^2}{b^2 - a^2} \left( 1 - \frac{b^2}{r^2} \right) q_i = \frac{1}{k^2 - 1} \left( 1 - \frac{b^2}{r^2} \right) q_i \quad (2)$$

vgl. Abb. 5, zu Grunde, die folgende Extremalwerte liefern:

**Innenrand ( $r = a$ ):**

$$(\sigma_{\phi})_{r=a} = \frac{k^2 + 1}{k^2 - 1} q_i; \quad (\sigma_r)_{r=a} = -q_i \quad \dots \quad (3)$$

**Aussenrand ( $r = b$ ):**

$$(\sigma_{\phi})_{r=b} = \frac{2}{k^2 - 1} q_i; \quad (\sigma_r)_{r=b} = 0 \quad \dots \quad (4)$$

wobei unter  $q_i$  der Absolutbetrag des wirkenden Druckes zu verstehen ist.

In der Regel ergeben sich bei den spannungsoptischen und pseudospannungsoptischen Messmethoden primär nicht die Hauptspannungen  $\sigma_1, \sigma_2$ , sondern meist ihre Differenzen ( $\sigma_1 - \sigma_2$ ) und Summen ( $\sigma_1 + \sigma_2$ ) vgl. [1]. Dafür bekommt man aus (1) und (2), mit  $\varphi = r/a$ :

$$\sigma_{\phi} - \sigma_r = \frac{2k^2}{k^2 - 1} \frac{1}{\varphi^2} q_i \quad \dots \quad (5)$$

$$\sigma_{\phi} + \sigma_r = \frac{2}{k^2 - 1} q_i \quad \dots \quad (6)$$

Während die Differenz — wie zu erwarten — von  $\varphi$  bzw.  $r$  abhängig ist und die Extremalwerte:

**Innenrand ( $r = a, \varphi = 1$ ):**

$$(\sigma_{\phi} - \sigma_r)_{r=a} = \frac{2k^2}{k^2 - 1} q_i \quad \dots \quad (7)$$

**Aussenrand ( $r = b, \varphi = k$ ):**

$$(\sigma_{\phi} - \sigma_r)_{r=b} = \frac{2}{k^2 - 1} q_i = (\sigma_{\phi})_{r=b} \quad \dots \quad (8)$$

<sup>1)</sup> Alle Anmerkungen stehen am Schluss, Seite 242.

Red.

<sup>2)</sup> Das Zeichen  $\phi$  ersetzt ein im Setzkasten fehlendes  $\phi$ .

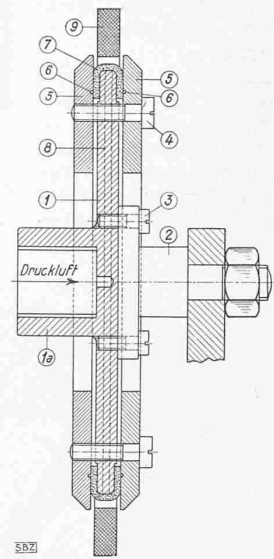


Abb. 2. Vorrichtung für Innendruckversuche