

Festigkeit halbkreisförmiger Platten und Dampfturbinen-Leiträder

Doctoral Thesis

Author(s):

Huggenberger, Arnold

Publication date:

1926

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000271033>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Festigkeit halbkreisförmiger Platten und Dampfturbinen - Leiträder

Von der
Eidgenössischen Technischen Hochschule
in Zürich

zur Erlangung der
Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte

361

Promotionsarbeit

vorgelegt von
Arnold Huggenberger, Dipl. Masch.-Ing.
aus Zürich

Referent: Herr Prof. Dr. A. Stodola
Korreferent: Herr Prof. M. ten Bosch

ZUSAMMENFASSUNG

Zunächst wird gezeigt, in welcher Weise man für die durchgebogene Mittelfläche der halbkreisförmigen Platte stets gleicher Dicke einen Ansatz aufstellen kann. Für weitere Forschungen in dieser Richtung ist zu berücksichtigen, daß die sonst in manchen Fällen erfüllte Randbedingung $\zeta = 0$ am Umfang nicht zutrifft. Nach den Versuchsergebnissen mit Platten ohne Nabenloch treten die größte Durchbiegung und Spannung im Mittelpunkt ($r = 0$) auf, während sich für Platten mit Nabenloch die größten Durchbiegungen am freien Durchmesser in den Punkten $r = b$ einstellen, wo b der Nabenlochhalbmesser bedeutet. Die größte Spannung ist auf der Symmetrieachse der halbkreisförmigen Platte ($\varphi = \frac{\pi}{2}$) im Punkt $r = b$ zu suchen. Ein Überblick über Abb. 5 bis 37 lehrt, daß die Biegungslinien in Richtung der y -Achse fast gerade Linien sind. Die durchgebogene Mittelfläche kann als Regelfläche aufgefaßt werden, wobei die elastische Linie des freien Durchmessers und der Auflagerkreis als Leitlinien anzusehen sind. Die Erzeugenden sind parallel zu der im Halbmesser $\varphi = \frac{\pi}{2}$ zur Plattenmittelfläche senkrecht stehenden Ebene.

Die Werte α und β , die das Verhältnis von größter Spannung und Durchbiegung bei halber und voller Platte darstellen, ändern sich unter sonst gleichen Umständen mit veränderlichem Nabenlochdurchmesser nur sehr wenig. Die größte Durchbiegung ist rd. zweimal größer als bei voller Platte, während die Spannung annähernd gleich bleibt. Halbieren wir hingegen eine volle Platte ohne Nabenloch, dann steigt die Spannung auf den $1\frac{1}{2}$ -fachen Wert.

Die Untersuchungen über die Verteilung des Auflagerdruckes zeigen, daß sich die Platte von ihrer Auflage ablöst, wobei die Eckpunkte $r = a$, $\varphi = 0$, π liegen bleiben. Die Reichweite des sich abhebenden Plattenrandes nimmt mit wachsender Belastung zu, jedoch immer langsamer, so daß sich von einer bestimmten Belastung die Reichweite nicht mehr merklich ändert. In unserm Falle betrug die größte Reichweite $\frac{1}{4}$ des Umfanges vom Eckpunkte gemessen.

Bei gleichbleibender Belastung, aber verschieden großem Nabenlochdurchmesser ändert sich die Reichweite unwesentlich. Dieser Erscheinung wird der praktische Dampfturbinenbau besondere Aufmerksamkeit hinsichtlich der Abdichtung der Zwischenböden widmen müssen. Durch die Beschauflung der Platte kann sich allerdings das Bild ändern, wobei Schauffellänge und Dicke besonders ins Gewicht fallen werden. Inwieweit eine Änderung eintritt, müßte durch zweckentsprechende Versuche festgestellt werden.

In den Eckpunkten tritt der größte Auflagerdruck als Einzelkraft auf. Er beträgt rd. $\frac{1}{4}$ der gesamten Belastung. Im Gebiete stetiger Verteilung erreicht der gemessene Auflagerdruck bei $\varphi = 52^\circ$ einen Höchstwert, der für je 10° Zentriwinkel rd. 3 vH der gesamten Belastung beträgt. Im Punkte $\varphi = \frac{\pi}{2}$ weist der gemessene Auflagerdruck einen Kleinstwert auf, der für je 10° Zentriwinkel rd. 1 vH der gesamten Belastung ausmacht. Für Platten unveränderlicher und veränderlicher Dicke wurde für den Fall, daß $\zeta = 0$ ist, die Auflagerreaktion bestimmt. Der Auflagerdruck im Eckpunkt nimmt zu. Der Charakter der Auflagedruckkurve ändert sich unwesentlich.

Um den Einfluß der Halbierung des vollen Leitrades bewerten zu können, wurden für dessen Berechnung die nötigen Gleichungen aufgestellt. Wird in einem vorliegenden Falle eines halben Leitrades zuerst die größte Durchbiegung des entsprechenden vollen Zwischenbodens bestimmt, so kann an Hand des durch unsere Versuche ermittelten Beiwertes β der entsprechende Wert des halben Zwischenbodens abgeschätzt werden.

Wir entwickeln ein Berechnungsverfahren der halbkreisförmigen Leitvorrichtung, wobei die Kenntnis der Auflagerreaktion die wesentlichen Anhaltspunkte bietet. Die Rechnung stimmt mit den Versuchsergebnissen gut überein. Zudem erhält man Aufschluß über den erreichten Grad der Genauigkeit der Berechnung. Das Verfahren ist sowohl für Leiträder wie auch Platten anwendbar. Die Berechnung benützt ferner die Bestimmung des Torsionswiderstandes mit Hilfe der Analogie von Torsionsbeanspruchung und „Seifenhautbiegung“ von *Prandtl*. Die Annahme, der Spannungshügel dürfe als Parabelfläche angesehen werden, ergibt für langgestreckte, schmale Querschnittsformen zuverlässige Berechnungsformeln.

Als abschließende Versuche wurden Torsionsversuche mit dünnen, rechteckigen und halbkreisförmigen Platten ausgeführt. Es bestätigt sich, daß für solche Platten Moment und Drehwinkel nicht mehr verhältnismäßig sind.