



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Vorlesungen über technische Mechanik**

**Föppl, August**

**Leipzig, 1900**

Praktische Brauchbarkeit der Theorie

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84532](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-84532)

gedehnt zu werden braucht und sich erheblich einfacher gestaltet.

Im Wesentlichen ist hiermit das Spannungsproblem, so weit es überhaupt in das Gebiet der Mechanik gehört, als gelöst zu betrachten. Es wird aber gut sein, wenn ich noch einige Bemerkungen über die praktische Brauchbarkeit dieser Lehren hinzufüge.

In der Theorie des Fachwerks — des ebenen, wie des räumlichen — zieht man nur den Widerstand in Rechnung, den die Stäbe einer Annäherung oder Entfernung ihrer Endpunkte entgegenzusetzen vermögen. Infolgedessen ist jede Stabspannung in der Richtungslinie des Stabes anzunehmen. In Wirklichkeit vermögen aber die Stäbe in den Fachwerkconstructionen, die an den Knotenpunkten mit einander vernietet sind, auch einen Biegungswiderstand zu leisten. Es ist daher nicht nöthig und im Allgemeinen auch nicht zu erwarten, dass die Stabspannung genau mit der Mittellinie des Stabes zusammenfällt. Denkt man sich zwei Querschnitte in der Nähe der Endpunkte durch den Stab gelegt, so mögen sich die in jedem dieser Querschnitte übertragenen Spannungen zu einer Resultirenden vereinigen lassen, deren Angriffspunkt einen gewissen Abstand von dem Querschnittsschwerpunkte hat. Verbindet man beide Angriffspunkte durch eine grade Linie, so gibt diese die Kraftaxe des Stabes an. Der Abstand der Kraftaxe von der Stabaxe mit der Stabspannung multiplicirt ist gleich dem Biegemomente, das von dem Stabe in dem zugehörigen Querschnitte aufgenommen wird.

Wenn die Stäbe, wie es gewöhnlich der Fall ist, ziemlich lang im Verhältnisse zu ihren Querschnittsabmessungen sind, können sie freilich nur geringe Biegemomente aufnehmen und die Unterschiede zwischen den Richtungen der Kraftaxen und der Stabaxen können, wie es hier immer geschah, vernachlässigt werden. Freilich kommt auch dann die Zusatzspannung, die durch die Biegung hervorgerufen wird, neben der Längsspannung in Frage, wenn es sich um die grösste Beanspruchung des Materials handelt. Auf die Berechnung

dieser „Sekundärspannungen“, wie man sie zu nennen pflegt, gehe ich indessen hier nicht ein, da diese Betrachtungen besser der Constructionslehre vorbehalten bleiben.

Abgesehen davon, dass noch Sekundärspannungen hinzutreten, die eine Erhöhung der Beanspruchung des Materials an gewissen Stellen zur Folge haben, wird aber unter gewöhnlichen Umständen an den Hauptspannungen, d. h. an den Längsspannungen der Stäbe, die ohne Rücksicht auf die Stabbiegungen berechnet sind, nicht viel geändert. In einem Falle aber, der namentlich bei den Schwedler'schen Kuppeln häufig vorkommt, bringen die Richtungsunterschiede zwischen Kraftaxen und Stabaxen auch grosse Abweichungen in den Längsspannungen der Stäbe hervor. Und zwar fallen die Abweichungen, um die es sich hier handelt, im Gegensatze zu den Sekundärspannungen, zu Gunsten der Tragfähigkeit der Construction aus. Manche Flechtwerkconstructions und besonders viele Schwedler'sche Kuppeln verdanken die verhältnissmässig grosse Steifigkeit, die sie der Erfahrung zufolge gegenüber einer Belastung durch eine Einzellast besitzen, ganz überwiegend den Abweichungen zwischen Kraftaxen und Stabaxen, d. h. dem an sich freilich gar nicht grossen Biegungswiderstande ihrer Stäbe.

Der Fall, von dem ich sprach, tritt immer dann ein, wenn die von einem Knotenpunkte ausgehenden Stäbe nahezu in einer Ebene liegen. Lägen sie genau in derselben Ebene, so würden die Stabspannungen, wenn man den Biegungswiderstand ausser Ansatz lässt, bei einer Belastung dieses Knotenpunktes unendlich gross. Auch dann, wenn sie nur nahezu in einer Ebene liegen, erhält man schon sehr grosse Stabspannungen. Wenn es aber, wie man sieht, in solchen Fällen sehr wesentlich auf die geringen Abweichungen der Stabrichtungen von der im Knotenpunkte an den Flechtwerkmantel gelegten Berührungsebene ankommt, spielen ihnen gegenüber auch die an sich freilich ebenfalls nur geringen Abweichungen zwischen den Richtungen der Kraftaxen und Stabaxen eine wichtige Rolle.

Durch die von einem Knotenpunkte eines Flechtwerkmantels ausgehenden Stäbe wird ein Vielkant bestimmt, dessen körperlicher Winkel durch den Ausschnitt auf einer von dem Knotenpunkte als Mittelpunkt gezogenen Kugelfläche gemessen werden kann. Liegen die Stäbe in einer Ebene, so wird der in das Flechtwerkinnere fallende Kugelausschnitt zu einer Halbkugel. Liegen sie nur nahezu in einer Ebene, so unterscheidet sich der Kugelausschnitt nicht viel von einer Halbkugel. Für die Kräftezerlegung an dem Knotenpunkte kommt aber nicht das Vielkant aus den Stabaxen, sondern das aus den Kraftaxen gebildete in Betracht. Der zu diesem Vielkante gehörige Kugelausschnitt kann sich schon erheblich mehr von einer Halbkugel unterscheiden, wenn der andere Kugelausschnitt sich der Halbkugel nähert.

Bei einer flachen Schwedler'schen Kuppel, die über einem Grundrisse von grosser Seitenzahl errichtet ist und deren aufeinanderfolgende Sparrenstäbe sich in der Richtung nicht viel von einander unterscheiden, liegt der besprochene Fall vor. Wenn man hier keine Rücksicht auf die Abweichungen zwischen den Kraftaxen und den Stabaxen nimmt, rechnet man viel zu ungünstig. Schon für eine verhältnissmässig geringe Einzellast an einem Knotenpunkte findet man unter dieser Annahme sehr grosse Stabspannungen. Es darf als ein Glück bezeichnet werden, dass Schwedler von diesen Folgerungen nichts wusste, da er sonst wahrscheinlich Bedenken getragen hätte, seine Kuppelconstructionen auszuführen. Die Erfahrung lehrt aber, dass diese Kuppeln solche Lasten ganz gut aufzunehmen vermögen, die ohne die geringe Biegeungssteifigkeit der Stäbe und die dadurch bewirkten Abweichungen zwischen Kraftaxen und Stabaxen einen Zusammenbruch herbeiführen müssten.

Ueber diese Fragen ist zwar in den letzten Jahren öfters verhandelt worden. Zu einer praktisch brauchbaren und hinreichend genauen Lösung des Spannungsproblems für Kuppeln der bezeichneten Art haben diese Erörterungen aber bisher, meiner Ansicht nach, noch nicht geführt.