Verteilungszahlen für die Berechnung orthotroper Platten unter gleichförmig verteilter Last nach der Streifenmethode

Autor(en): **Herzog, Max**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **72 (1954)**

Heft 32

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-61228

Verteilungszahlen für die Berechnung orthotroper Platten unter gleichförmig verteilter Last nach der Streifenmethode

Von Dipl. Ing. **Max Herzog**, Zofingen

DK 624.073.1

1. *Einleitung*

Obwohl die kreuzweis armierten Eisenbetonplatten schon auf Grund ihrer in der Regel in beiden Richtungen verschieden starken Armierung orthotrop sind, werden sie normalerweise für Schnittkräfte dimensioniert, die an isotropen Platten gleicher Abmessungen und Auflagerungsverhältnisse ermittelt wurden. Da uns die Sicherheitskoeffizienten vor dem Unvorhersehbaren schützen sollen und nicht als willkommener Spielraum zum Ausgleich bekanntermassen unzutreffender Annahmen oder mangelnder Integrität des Konstrukteurs dienen, wird im folgenden gezeigt werden, dass man bei Anwendung der Streifenmethode der Orthotropie der zu untersuchenden Platten auf einfache Art und Weise Rechnung tragen kann.

2. *Theoretische Grundlagen*

Das Wesen der Streifenmethode besteht darin, dass die Belastung auf die beiden Tragrichtungen der Platte so aufgeteilt wird, dass die beiden voneinander unabhängigen und orthogonalen, ideellen Mittelstreifen unter den ihnen zugewiesenen Lastanteilen in ihrem Schnittpunkt die gleichen Durchbiegungen erleiden.

Die Grösse der Durchbiegungen der ideellen Mittelstreifen der in Bild 1 dargestellten Platte beträgt allgemein:

$$(1) \quad f_x = \frac{k_x}{384} \cdot \frac{x\,q\,l_x^4}{E I_x}$$

$$(2) \quad f_y = \frac{k_y}{384} \cdot \frac{y\,q\,l_y^4}{E I_y}$$

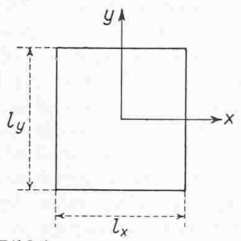


Bild 1

In diesen beiden Formeln bedeuten

f_x, f_y	die Durchbiegungen der Mittelstreifen in x- bzw. y-Richtung in ihrem Schnittpunkt
x, y	die Lastverteilungszahlen für die beiden Tragrichtungen
q	die Belastung pro Flächeneinheit
l_x, l_y	die Plattenstützweiten in x- bzw. y- Richtung
E	den Elastizitätsmodul
I_x, I_y	die Trägheitsmomente in x- bzw. y-Richtung
k_x, k_y	Koeffizienten, die von den Auflagerungsverhältnissen der Plattenränder abhängen und deren Werte in Bild 2 angegeben sind.

Zur Bestimmung der Verteilungszahlen x und y in den beiden Gleichungen für die Durchbiegungen stehen zwei Bedingungen zur Verfügung. Erstens müssen die beiden Durchbiegungen gleich gross sein

$$(3) \quad f_x = f_y$$

Zweitens muss die Summe der Lastanteile der beiden Tragrichtungen gleich der vorhandenen Belastung sein

$$(4) \quad x + y = 1$$

Aus Gleichung (3) folgt

$$\frac{k_x \cdot x \cdot l_x^4}{I_x} = \frac{k_y \cdot y \cdot l_y^4}{I_y}$$

und

$$(5) \quad x = y \cdot \frac{k_y}{k_x} \cdot \frac{I_x}{I_y} \cdot \frac{l_y^4}{l_x^4} = y \cdot \alpha$$

mit

$$\alpha = \frac{k_y}{k_x} \cdot \frac{I_x}{I_y} \cdot \left(\frac{l_y}{l_x}\right)^4$$

Setzt man die Gleichung (5) in die Gleichung (4) ein, so wird

$$y \cdot (1 + \alpha) = 1$$

Daraus folgen die gesuchten Verteilungszahlen zu

$$(7) \quad y = \frac{1}{1 + \alpha}$$

und

$$(8) \quad x = \frac{\alpha}{1 + \alpha}$$

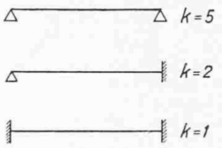
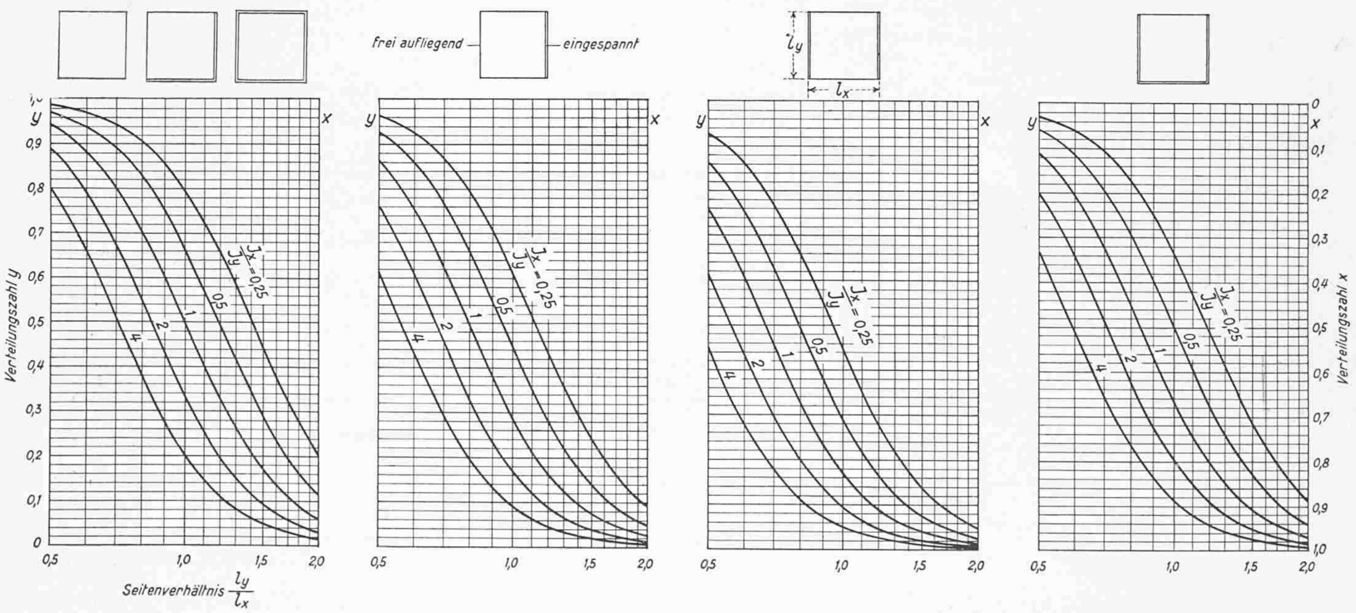


Bild 2

In den Bildern 3, 4, 5 und 6 sind die Lastverteilungszahlen für rechteckige Einfeldplatten mit Seitenverhältnissen zwischen 0,5 und 2 für die sechs möglichen Auflagerungsarten und für Trägheitsmomentenverhältnisse von 0,25 bis 4 eingetragen.



Bilder 3 bis 6. Verteilungszahlen für die Berechnung orthotroper Platten unter gleichförmig verteilter Last nach der Streifenmethode

3. Anwendungsbeispiel

Für eine isotrope Platte ($I_x = I_y$) mit $l_x = 5{,}0$ m, $l_y = 4{,}5$ m, also $l_y/l_x = 0{,}9$ und den Auflagerverhältnissen gemäss Bild 4 haben die Lastverteilungszahlen folgende Grösse:

$$x = 0{,}62 \text{ und } y = 0{,}38$$

Ueblicherweise werden mit diesen Zahlen die Schnittkräfte bestimmt (wobei eventuell noch eine Abminderung zur Berücksichtigung des günstigen Einflusses der Drillingsmomente vorgenommen wird) und die Platte dimensioniert. Untersucht man nun eben diese, als Folge der in beiden Richtungen verschieden starken Armierung, orthotrope Platte, so erhält man für ein Verhältnis der Trägheitsmomente (im gerissenen Zustand, welcher der Eisenbetondimensionierung zu Grunde liegt, in erster Näherung gleich dem Armierungsverhältnis, wenn man von der Differenz der Hebelarme der inneren Kräfte absieht)

$$\frac{I_x}{I_y} \cong \frac{0{,}62}{0{,}38} = 1{,}6$$

die Lastverteilungszahlen zu

$$x = 0{,}72 \text{ und } y = 0{,}28$$

Die Beanspruchung der Platte in x-Richtung ist also in Wirklichkeit

$$\frac{0{,}72 - 0{,}62}{0{,}62} = 16\,\%$$

grösser als bei der bisher üblichen Berechnung angenommen worden ist.

4. Schlussfolgerung

Es zeigt sich ganz allgemein, dass kreuzweis armierte Platten mit in beiden Richtungen verschieden starken Armierungen in Richtung der stärkeren Armierung stets mehr und in Richtung der schwächeren Armierung stets weniger beansprucht werden, als man es nach der bisher üblichen Berechnung, die von isotropen Platten ausging, erwarten konnte.

Die Schalldämmung von Trennwänden

DK 699.844

Von Ing. **W. Furrer**, Prof. an der ETH, und Dr. phil. **Th. Gerber**, Bern

In der letzten Zeit sind verschiedene wissenschaftliche Arbeiten erschienen, die neue Erkenntnisse und Anschauungen über den Mechanismus der Schallübertragung von Bauelementen vermitteln; hier soll nun versucht werden, diese Ergebnisse für den praktischen Gebrauch übersichtlich zusammenzustellen, wobei die Darlegungen noch durch eigene Messungen ergänzt sind.

R. Berger hat schon 1911 empirisch festgestellt, dass die Luftschalldämmung einer dichten Trennwand hauptsächlich von ihrer Masse abhängt, die elastischen Eigenschaften des Materials aber eine weniger wichtige Rolle spielen. Wenn man annimmt, dass jedes Wandelement, das durch eine einfallende Schallwelle angeregt wird, frei und unabhängig von seinen Nachbarelementen dieser Anregung folgen kann, so ist einzig seine Massenträgheit für die Schalldämmung massgebend. Unter dieser Voraussetzung haben A. Schoch (1937) und L. Cremer (1942) die Schalldämmung in Abhängigkeit der Wandmasse für statistisch verteilte Einfallswinkel berechnet (Bild 1, Kurve a).

Praktische Messungen zeigen nun aber immer wieder, dass die so berechnete Schalldämmung, auch «Massengesetz» genannt, nicht erreicht wird, besonders nicht bei biegesteifen Wänden. Diese systematischen Diskrepanzen rühren in erster Linie von der Nichtberücksichtigung der elastischen Wandeigenschaften her. Die einzelnen Wandelemente sind ja keineswegs unabhängig voneinander, wie dies bei der Ableitung des Massengesetzes vorausgesetzt wird, sondern sie sind durch elastische Kräfte miteinander gekoppelt, und jede Auslenkung eines Elementes führt zur Ausbreitung von Biegewellen. Einfallende Schallwellen regen daher eine Wand zu Biegeschwingungen an, wobei diese in ähnlicher Weise schwingt, wie ein vom Wind bewegter Vorhang. Die Wellenlänge der Biegeschwingungen ist abhängig von Masse und Elastizität des Wandmaterials sowie der Frequenz. Es kann nun vorkommen, dass die Biegewellenlänge gerade gleich gross wird wie die abgestrahlte Wellenlänge in Luft bei der betreffenden Frequenz; wenn dies der Fall ist, strahlt die Wand sehr viel Schallenergie ab, was sich als starke Verminderung der

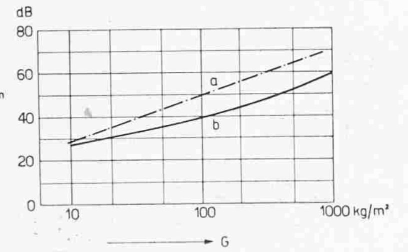


Bild 1. Mittlere Luftschalldämmung D_m in Abhängigkeit vom Wandgewicht G
a Theoretische Kurve (nur die Masse der Wand ist berücksichtigt, die elastischen Eigenschaften sind vernachlässigt, sog. «Massengesetz»)
b Mittel aus vielen Messergebnissen

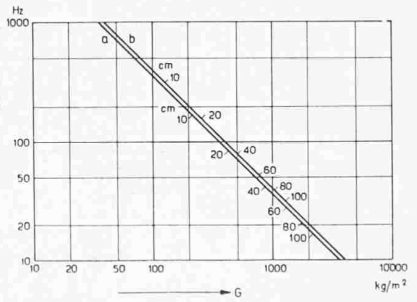


Bild 2. a Beton (P 300, armiert)
b Backstein (sog. Isolierstein)

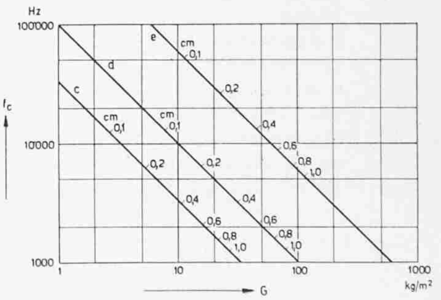


Bild 3. c Anticorodal
d Eisen
e Blei

Bilder 2 bis 6. Koinzidenzfrequenz f_c in Abhängigkeit von Wandgewicht G in kg/m² und Wandstärke in cm

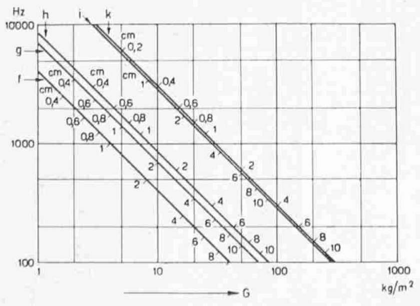


Bild 4. f Tannenholz
g Sperrholz
h Buchenholz
i Gipsdielen (Schilfbretter)
k Glas

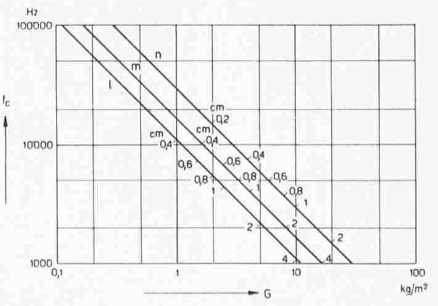


Bild 5. l Pavatex, weich
m Pavatax, Isoduro
n Pavatex, hart

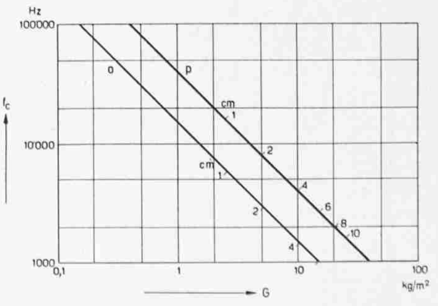


Bild 6. o Pavatex Akustik, längs gerillt
p Pavatex Akustik, quer gerillt