Zeitschrift: Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift

Herausgeber: Bauen + Wohnen

Band: 13 (1959)

Heft: 7: Kunststoff, Holz = Matière synthétique, bois = Synthetic material, wood

Werbung

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: 04.01.2026

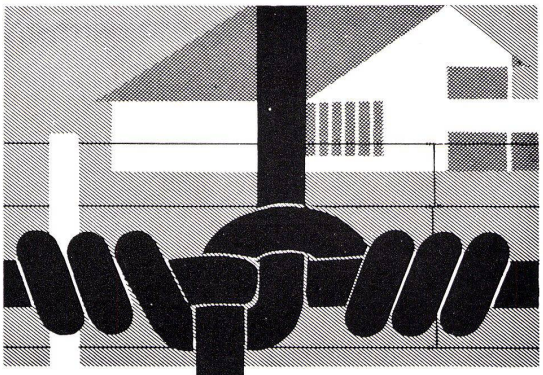
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Leichtmetall Vordächer

keller

Alfons Keller
Blechschlosserei
Leichtmetallbau
St. Gallen, St. Jakob-Straße 11
Tel. (071) 24 82 33

Anliker
INNENEINRICHTUNGEN
LANGENTHAL Tel. (063) 2 12 27
BERN Gerechtigkeitsgasse 73
Anlikerkeller Tel. (031) 2 83 72



Zürich 3:
Grubenstr. 29
Tel. (051) 33 25 50
Basel:
Ob. Rebgasse 40
Tel. (061) 32 45 92

EMIL HITZ
Fabrik für Drahtgeflechte

Knotengitter «unlösbar»
die moderne Einfriedung

Passt sich der Landschaft an, verletzt nicht, ist durchbruchsicher, stabil und sehr wirtschaftlich. Patentiert. Verlangen Sie Offerte.

Beachten Sie an der G/59 die von mir auf beiden Ufern ausgeführte Knotengitter-Umzäunung!

G 59

EINE GENIALE ERFINDUNG

Automatisch
Wasserdicht
Stossgesichert

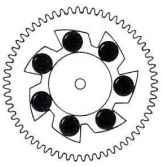
Mit Datum
Edelstahl 255.–
Gold 18 Kt. 685.–
Mit Goldband 2090.–

Ohne Datum
Edelstahl 237.–
Gold 18 Kt. 665.–

GIRARD-PERREGAUX
Uhren von Weltruf seit 1791

39 Rubine

das ist die exklusive Bezeichnung für die erste automatische Uhr mit Gyrotron-Funktion. Die Gyrotronen (Rubinen-Rollager) reagieren auf die kleinste Armbewegung. Deshalb weist die neue Girard-Perregaux « 39 Rubine » eine unerwartet hohe Gangreserve auf.
Das Gyrotron arbeitet ohne Stösse, ohne Reibung, ohne Verschleiss. Sein Rubinen-Rollager ersetzt auf geniale Weise die früheren, eher komplizierten automatischen Aufzugsysteme.



GYROTRON

Lassen Sie sich diese interessante Neuheit beim offiziellen Girard-Perregaux Vertreter unverbindlich zeigen:

BARTH

Bahnhofstrasse 94 Zürich

Zur Beurteilung der Festigkeit einer Konstruktion müssen schließlich aus den wirklichen Schnittkräften für eine Anzahl hervorstechende Punkte der Schale die Hauptschnittkräfte[6] nach Größe und Richtung bestimmt werden. Hierzu ist es noch erforderlich, im betrachteten Punkt den Winkel ω zwischen den Erzeugenden (siehe Abb. 4) zu kennen. Dieser kann mit Hilfe nachstehender Formel berechnet werden:

$$\cos\omega = \frac{(\delta z/\delta\xi)\,(\delta z/\delta\eta) + \cos 2\varphi}{\sqrt{[1+(\delta z/\delta\xi)^2]\,[1+(\delta z/\delta\eta)^2]}} \qquad (15)$$

Da man es hier mit schiefen Schnittkräften bzw. Spannungen zu tun hat, muß die gebräuchliche Kreiskonstruktion nach Mohr etwas geändert werden. In Abbildung 6a ist die gewöhnliche Konstruktion nach Mohr für einen ebenen Spannungszustand gegeben; mit ihr bestimmt man aus den Normalspannungen σ_x und σ_y und der Schubspannung τ – wirksam in zwei zueinander senkrechten Flächenelementen, beide senkrecht zur spannungslosen Ebene – die Hauptspannungen σ_1 und σ_2 nach Richtung und Größe. Abbildung 6b zeigt die geänderte Konstruktion, um aus den schiefen Schnittkräften $n\xi$, $n\eta$ und ϑ – wirksam in zwei Flächenelementen, die einen spitzen Winkel ω miteinander bilden – die Hauptschnittkräfte n_1 und n_2 nach Richtung und Größe zu bestimmen.[7]

Weiterhin kann man dann in der Mittelebene der Schale zwei Kurvenscharen zeichnen, welche die Eigenschaft besitzen, daß in jedem Schnittpunkt die beiden Tangenten an die betreffenden Kurven die Richtungen der Hauptschnittkräfte n_1 und n_2 in jenem Punkt angeben. Diese Kurven sind die Hauptschnittkrafttrajektorien; man nennt sie auch Hauptspannungstrajektorien, da ja die Schnittkraft geteilt durch die Dicke der Schale die Spannung ergibt.

Verwendet man vorgespannten Beton, so erhebt sich unter anderm die Frage, welche Spannkräfte man in den Kabeln (verlegt in Richtung der Erzeugenden) mindestens anzubringen hat; mit anderen Worten, welche Schnittdruckkräfte man in der ξ- bzw. in der η-Richtung dem Spannungszustand mindestens überlagern muß, damit in keinem einzigen durch den betrachteten Punkt gehenden Flächenelement noch eine Zugspannung auftritt. Die graphische Lösung dieses Problems ist in Abbildung 6c angegeben.

Randstörungen

Wie bereits oben erwähnt, kann die Schale in der Nähe der steifen Randglieder nicht ungestört die Formänderungen erfahren, welche dem Membranspannungszustand entsprechen. Denkt man sich nämlich das Randglied von der Schale gelöst, so daß diese Formänderungen ungehindert stattfinden können, so würden Schalenrand und Randglied sich nachher nicht mehr passend aneinanderfügen. Letzteres kann man nur erreichen, wenn das Randglied Kräfte (Normal-, Schub- und Querkräfte) und Momente (Biege- und Torsionsmomente) auf den Schalenrand ausübt, und umgekehrt die Schale entgegengesetzte Kräfte und Momente auf das Randglied derart, daß die damit einhergehenden zusätzlichen Formänderungen eine vollkommene Anpassung ermöglichen. Die Berechnung dieser Randstörungen, die dem Membranspannungszustand überlagert werden müssen, gehört zu den schwierigsten Problemen der Schalentheorie.
Ersetzt man die Hypparschale in einem kleinen Bereich durch eine Schiebungsfläche von Kreisen mit den Radien r_1 und r_2, so gilt bei schwachen Krümmungen für das Randstörungsproblem (näherungsweise) folgende Differentialgleichung:

$$\triangle\triangle\triangle\triangle\, w = -\frac{D}{K}(1-v^2)$$

$$\left[\frac{1}{r_2^2}\frac{\delta^4 w}{\delta x^4} - \frac{2}{r_1 r_2}\frac{\delta^4 w}{\delta x^2 \delta y^2} + \frac{1}{r_1^2}\frac{\delta^4 w}{\delta y^4}\right] \qquad (16)$$

Hierin ist:
w = Verlagerung eines Schalenpunktes in Richtung der Normalen,

$$\triangle = \frac{\delta^2}{\delta x^2} + \frac{\delta^2}{\delta y^2}, \quad D = \frac{E\delta}{1-v^2}$$

$$K = \frac{E\delta^3}{12\,(1-v^2)}$$

ϑ = Schalendicke,
E = Elastizitätsmodul,
v = Poissonsche Querzahl.

Die Größen D und K stellen die Dehnungssteifigkeit bzw. Biegungssteifigkeit der Schale dar.
Ist w bekannt, so kann die gesamte Kraftverteilung bestimmt werden. Man findet, daß die von den Randpunkten ausgehenden Störungen stets aus der Überlagerung zweier Wellen bestehen, die beide in vielen Fällen schnell abklingen, so daß in gewisser Entfernung von den Randgliedern kaum noch etwas von den Randstörungen zu bemerken ist.
Unter anderm wegen der Tatsache, daß eine Berechnung nach Gleichung (16) überaus schwierig ist und bei komplizierten Randbedingungen, wie sie beim Philips Pavillon herrschen, sogar undurchführbar, erscheint uns die folgende näherungsmäßige Berechnung zur Bestimmung der Größenordnung der Randstörungen in Hypparschalen für die Praxis durchaus genügend. Diese Rechenmethode basiert auf der Tatsache, daß eine Schale, was die Biegungserscheinungen betrifft, verglichen werden kann mit einer Platte auf elastischer Unterlage. Denkt man sich also einen Streifen der Hypparschale senkrecht zum Randglied, so verhält sich dieser Streifen annähernd wie ein Träger auf elastischer Unterlage. Sind die Hauptkrümmungen der Hypparschale im betrachteten Randpunkt k_1 bzw. k_2,[8] so beträgt die Bettungskonstante für den äquivalenten Träger auf elastischer Unterlage ungefähr:

$$c = E\delta\,(k_1^2 + k_2^2). \qquad (17)$$

(Unter der Bettungskonstante einer elastischen Unterlage versteht man den Gegendruck je Flächeneinheit, der je Einheit der Zusammenpressung entsteht. Je größer c, um so größer die Bettungssteifigkeit.)
Der Verlauf der Randstörung, nunmehr ausschließlich bestimmt durch das Biegemoment m und die Querkraft q (beide je Längeneinheit der Schale), kann nun in einfacher Weise berechnet werden. Es ergibt sich, daß man den Verlauf der Randstörungen durch eine «Wellenlänge» und eine «Dämpfung» beschreiben kann, die beide durch eine charakteristische Länge bestimmt werden:

$$\lambda = \frac{0{,}76\,\sqrt{\delta}}{\sqrt[4]{k_1^2 + k_2^2}} \qquad (18)$$

Man kann annehmen, daß in einer Entfernung von ungefähr $3{,}5\,\lambda$ vom Rand der Einfluß der Störung vernachlässigt werden kann. Aus (18) sieht man, daß die Störungsbereiche um so kleiner sind, je geringer die Schalendicke und je größer die Hauptkrümmungen (d. h. je kleiner die Hauptkrümmungsradien).
Kann die Befestigung der Schale im Randglied als völlig starre Einspannung angesehen werden, so verlaufen das Rand-

[6] Analog definiert als die Hauptspannungen in der zweidimensionalen Spannungslehre, nämlich als die Schnittkräfte in solchen Flächenelementen, in denen keine Schubkräfte, sondern nur Normalkräfte vorhanden sind (dies sind dann gleichzeitig die größten und kleinsten im betrachtenden Punkt auftretenden Schnittkräfte).

[7] C. G. J. Vreedenburgh, Hypparschalen, bearbeitet von W. Grijm, Centr. Comm. Studiebelangen, Delft 1954, Seite 17–26.

[8] Bei einem hyperbolischen Paraboloid fallen die Hauptkrümmungsrichtungen in einem bestimmten Punkt zusammen mit den beiden Winkelhalbierenden der beiden durch diesen Punkt gehenden Erzeugenden.