Beiträge zur Berechnung und Ausbildung zusammengefasster Vollwandträger

Autor(en): **Stüssi, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **121/122 (1943)**

Heft 8

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-53045

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Beiträge zur Berechnung und Ausbildung zusammengesetzter Vollwandträger. — Hölzerne Rahmenkonstruktionen in Nagelbau. — Das Rathaus zu Bern, 1406 bis 1942. — Allgemeiner Leichtbau und Leichtmetalle. — Mitteilungen: Ein Derrikkran aus Holz. Eidg. Technische Hochschule. Eine wohlgelungene Renovation. Deutsch. Ein Stahlschalungsrohr für Stollenbetonierung. Die «Basler Vereinigung für schweiz. Schiffahrt». Eidg. Techn. Hochschule. Kraftwerk Innertkirchen. Hartbeton und Betonhartstoffe. — Nekrologe: Gabriel Nicole. Alfred Hässig. Chasper Beely. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Vortragskalender.

Band 121 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich Nr. 8
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Beiträge zur Berechnung und Ausbildung zusammengesetzter Vollwandträger

Von Prof. Dr. F. STÜSSI, E.T.H., Zürich [1])

a. Der Nagelträger aus Holz

1. Nagelträger mit parallelen Gurtungen

Wir betrachten zunächst einen Nagelträger konstanter Höhe mit I-förmigem Querschnitt, der sich aus den zweiteiligen, unter Umständen durch aufgesetzte Lamellen verstärkten Gurtungen O und U, aus zwei sich kreuzenden Lagen von Stegbrettern D_1 und D_2 und aus den Pfosten V zusammensetzt (Abb. 1). Im Schnitt x wirke ein Biegungsmoment M und eine Querkraft Q. Da der Elastizitätsmodul des Holzes bei Beanspruchungen σ, deren Richtung von der Faserrichtung abweicht, gegenüber dem Elastizitätsmodul für Beanspruchungen in Faserrichtung stark absinkt und weil ferner die einzelnen Bretter wegen der unvermeidlichen Fugen an ihren Rändern keine quer gerichteten Beanspruchungen von ihren Nachbarelementen her aufnehmen, ist vorauszusetzen, dass die einzelnen Teile dieses zusammengesetzten Trägers primär nur Kräfte aufnehmen, die in ihrer Faserrichtung wirken. Der äusserlich vollwandig erscheinende Nagelträger arbeitet somit als Fachwerkträger mit vielfachen doppelten Strebenzügen. Daraus ergibt sich als erste Folge, dass sich die Gurtungen allein an der Aufnahme der Biegungsmomente beteiligen.

Im Idealfachwerk mit gelenkigen Knoten folgen die Gurtstäbe der Krümmung des Gesamtträgers dadurch, dass sie sich in den Knoten gegenseitig um einen kleinen Winkel verdrehen; hier, beim Nagelträger, wo die Knotenpunkte nahe beieinanderliegen und nicht gelenkig ausgebildet sind, ergibt sich durch die «Verteilung» dieser Drehwinkel eine stetige Krümmung der Gurtungen, deren Krümmungsradius mit dem des Gesamtträgers übereinstimmen muss. Die mit dieser Krümmung verbundenen «Nebenspannungen» $\Delta\sigma$ nehmen ihrerseits einen Teil des Momentes M auf; mit den Bezeichnungen der Abb. 2 lässt sich die Gleichgewichtsbedingung anschreiben

$$M = O\,e_o + U\,e_u + \Delta\sigma_o \frac{J_o}{t'_o} + \Delta\sigma_u \frac{J_u}{t''_u} \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Bei unnachgiebiger Verbindung der beiden Gurtungen durch den Steg ist

$$\Delta\sigma_o = \frac{O}{F_o}\,\frac{t'_o}{e_o}$$

und mit $e_o F_o = e_u F_u$ wegen $O = U$ und $e_o + e_u = h_s$ geht Gl. (1) über in

$$M = O\,h_s\left(1 + \frac{i^2_o}{e_o h_s} + \frac{i^2_u}{e_u h_s}\right) = O\,h_G$$

oder

$$O,\ U = \mp \frac{M}{h_G} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

wenn wir mit h_G den Abstand der resultierenden Gurtkräfte bezeichnen:

$$h_G = h_s\left(1 + \frac{i^2_o}{e_o h_s} + \frac{i^2_u}{e_u h_s}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Für gleiche Gurtungen, $i_o = i_u = i_G$ und $e_o = e_u = \frac{h_s}{2}$, ergibt sich

$$h_G = h_s\left(1 + \frac{4\,i^2_G}{h^2_s}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3a)$$

[1]) Vortrag, gehalten am 23. Januar 1943 in der S. I. A.-Fachgruppe der Ingenieure für Brückenbau und Hochbau (F. G. B. H.).

h_G ist nur wenig grösser als h_s, beispielsweise für $t = 0{,}3\,h_s$ wird $h_G = 1{,}030\,h_s$, sodass bei normaler Trägerausbildung $h = h_G \cong h_s$ gesetzt werden kann.

Die gesamten Spannungen, die sich aus den Grund- und den Nebenspannungen zusammensetzen, sind also linear über den aus den beiden Gurtungen bestehenden Querschnitt verteilt; sie lassen sich mit

$$J = F_o\,e^2_o + F_u\,e^2_u + J_o + J_u \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4a)$$

und

$$F = F_o + F_u \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4b)$$

auch direkt berechnen zu

$$\sigma = \frac{M}{J}\,y + \frac{N}{F} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

wenn wir nun auch noch eine im Schwerpunkt S angreifende Längskraft N angreifen lassen.

Ist die Verbindung der beiden Gurtungen durch den Steg und die zugehörige Vernagelung nachgiebig, so vergrössert sich die Trägerdurchbiegung entsprechend dieser Nachgiebigkeit (Schlupf) und die Nebenspannungen $\Delta\sigma$ müssen einen verhältnismässig grösseren Momentenanteil aufnehmen: die Spannungs-Verteilung ist nicht mehr linear.

Zur Bestimmung der Beanspruchungen in den Stegbrettern betrachten wir den Gleichgewichtszustand eines belastungsfreien Trägerelementes Δx beim Untergurt U (Abb. 3): Aus den beiden Gleichgewichtsbedingungen der Komponenten parallel und senkrecht zum Untergurt

$$D_1 \cos\alpha_1 + D_2 \cos\alpha_2 = \Delta U$$
$$D_1 \sin\alpha_1 - D_2 \sin\alpha_2 = 0$$

finden wir durch Elimination von D_2

$$D_1 = \Delta U \frac{\sin\alpha_2}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

mit

$$\Delta U = \frac{\Delta M}{h} = \frac{Q\,\Delta x}{h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

und mit $b_1 = \Delta x \sin\alpha_1$ ergibt sich die Beanspruchung

$$\sigma_{D_1} = -\frac{D_1}{d\,b_1} = -\frac{Q}{d\,h}\,\frac{\sin\alpha_2}{\sin\alpha_1 \sin(\alpha_1 + \alpha_2)} \quad . \quad (8a)$$

und analog

$$\sigma_{D_2} = \frac{D_2}{d\,b_2} = \frac{Q}{d\,h}\,\frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2 \sin(\alpha_1 + \alpha_2)} \quad . \quad . \quad . \quad (8b)$$

Aus konstruktiven Gründen wird in der Regel $\alpha_1 = \alpha_2$; die günstigste Beanspruchung ergibt sich dann für $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha = 45^\circ$, $\sin 2\alpha = 1$, zu

$$\sigma_{D_{1,2}} = \mp \frac{Q}{d\,h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8c)$$

Für diesen Normalfall, $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$, sollen noch die Einflüsse der Lastübertragung in zwei Grenzfällen untersucht werden:

An Stellen *konzentrierter Einzellasten* P_m sollen Zwischen-Pfosten V_m angeordnet sein (Abb. 4). Da in den Feldern λ_m und λ_{m+1} die Querkräfte verschieden gross sind,

$$Q_m = Q_{m+1} + P_m$$

ergeben sich für die Streben verschieden grosse Kräfte D, je nachdem wir die Gleichgewichtsbedingung im Feld λ_m oder λ_{m+1} betrachten; es beträgt dieser Unterschied in D

$$\Delta D_{1,2} = \mp \Delta Q \frac{\Delta x}{h}\,\frac{\sin\alpha}{\sin 2\alpha} = \pm P\,\frac{\Delta x}{h}\,\frac{1}{2\cos\alpha}$$

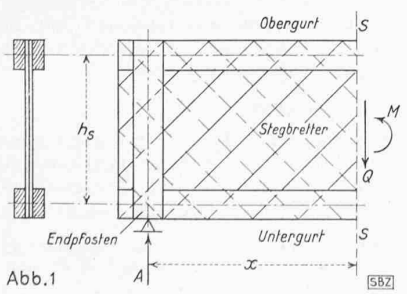


Abb. 1

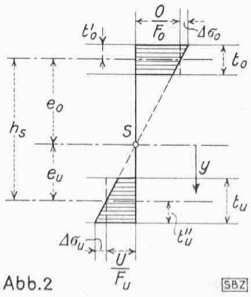


Abb. 2

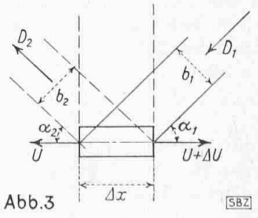


Abb. 3

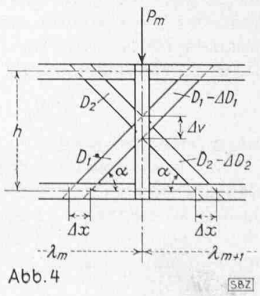


Abb. 4

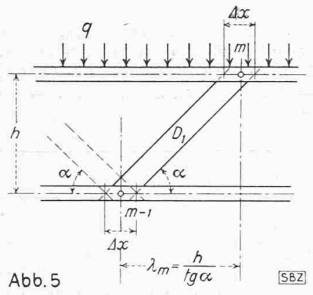


Abb. 5

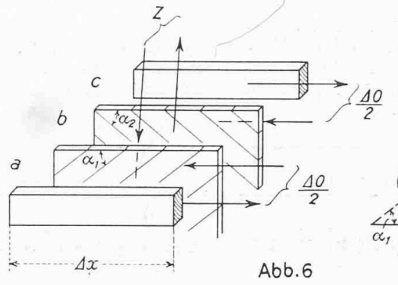


Abb. 6

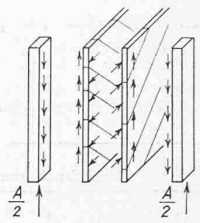


Abb. 7

Im Kreuzungspunkt mit dem Pfosten wird anderseits über die Länge $\Delta v = \Delta x \operatorname{tg} \alpha$ ein Teil ΔP der Belastung P übertragen und es ergibt sich hier aus Gleichgewichtsgründen

$$\Delta D_{1,2} = \pm \Delta P \frac{1}{2 \sin \alpha}$$

Aus der Gleichsetzung der beiden Unterschiede ΔD

$$\frac{\Delta P}{2 \sin \alpha} = \frac{P}{h} \frac{\Delta x}{2 \cos \alpha}$$

oder

$$\Delta P = P \frac{\Delta x \sin \alpha}{h \cos \alpha} = P \frac{\Delta v}{h} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (9)$$

folgt, dass die Belastung P durch den Zwischenpfosten V gleichmässig über die Trägerhöhe verteilt und an die Stegbretter abgegeben wird.

Im Fall einer über den Obergurt *gleichmässig verteilten Belastung* q ergibt sich für die Strebenkraft D_1 aus der Gleichgewichtsbetrachtung am Untergurt an der Stelle $m - 1$

$$D_1 = \frac{Q_{m-1} \Delta x}{2 h \cos \alpha}$$

während an der Stelle m durch Gleichgewichtsbetrachtung am Obergurt (Abb. 5) mit $\Delta O_m = \frac{Q_m \Delta x}{h}$ sich

$$D_1 = \frac{Q_m \Delta x}{2 h \cos \alpha} + \frac{q \Delta x}{2 \sin \alpha}$$

ergibt. Wegen $Q_{m-1} = Q_m + q \lambda_m = Q_m + \frac{q h}{\operatorname{tg} \alpha}$ stimmen die beiden Ausdrücke tatsächlich überein. Es folgt aber auch aus dieser Betrachtung, dass die Belastung q richtigerweise direkt auf die Stegbretter und nicht auf die Gurtung übertragen werden soll, um die Nagelung nicht zu überlasten.

Bei beweglichen Einzellasten (Brückenträger mit direkt aufgelegtem Tragbelag) wird man eine genügende Lastverteilung durch Obergurt und Stegbretter durch genügende Vernagelung gewährleisten müssen.

Das für die Bemessung der Vernagelung zwischen den Gurthälften und den Stegbrettern massgebende Kräftespiel ist in Abb. 6 skizziert. Die Nägel werden in den Schnitten a, b und c je einschnittig beansprucht und zwar in den Schnitten a und c je durch die halbe Gurtzuwachskraft und in b durch die für den Gleichgewichtszustand notwendige Zwischenreaktion Z zwischen den beiden Stegbretterlagen. Für $\alpha_1 = \alpha_2 = 45^0$ wird

$$Z = \frac{\Delta O}{2} \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta O}{2} 1$$

Es ist somit diese Anordnung auch für eine gleichmässige Ausnützung der Nägel am günstigsten.

Ueber die Tragfähigkeit der Nägel soll hier weiter nicht gesprochen werden; es sei nur kurz festgestellt, dass wir mit den bei uns üblichen Sicherheiten die zulässige Belastung eines einschnittigen Nagels in kg etwa zu

$$N_{1\,\text{zul.}} = 300\, \Phi^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

angeben können, wenn Φ den Nageldurchmesser in cm bedeutet. Die eingehendere Auswertung der Versuchsergebnisse zeigt allerdings, dass die Tragfähigkeit mit zunehmendem Durchmesser Φ abnimmt; dies kommt auch in den Zahlenwerten der deutschen Normen (DIN 1052, 3. Ausg., Dez. 1940) zum Ausdruck, die in guter Annäherung durch die Beziehung

$$N_{1\,\text{zul.}} = \frac{650}{1{,}4 + \Phi} \Phi^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10\,\text{a})$$

interpretiert werden.

Da die Gurtzuwachskräfte auf der Innenseite der Gurthälften, also exzentrisch angreifen, suchen sich die Obergurthälften nach aussen zu verbiegen, was durch eine zugfeste Verbindung verhindert werden muss (Nägel und zusätzliche Bolzen). Diese Verbindung hat auch die Verdrehung der Stegbretterenden zu verhindern.

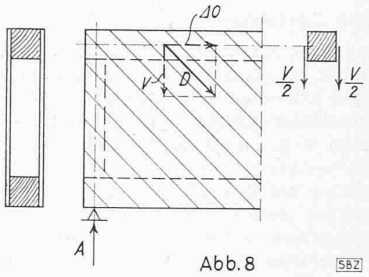


Abb. 8

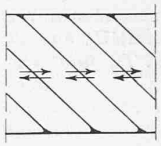


Abb. 9

Ein ähnliches Kräftebild wie beim Gurtanschluss ergibt sich auch bei den Pfosten; in Abb. 7 sind die Verhältnisse bei einem Endpfosten skizziert. Hier treten zwischen den Stegbrettern waagrechte Zwischenreaktionen auf, während die lotrechten Kräfte in den Pfostenhälften sich zur halben Auflagerkraft $A/2$ aufsummieren. Auch hier wird also die Vernagelung in drei Schnitten je einschnittig beansprucht. Wesentlich ist, dass die Auflagerkraft A direkt in die Pfosten eingeleitet wird; die Pfosten sind also über die untere Gurtung hinweg zu führen und nicht etwa nur zwischen die Gurtungen hinein zu legen (Nachgiebigkeit infolge Querdruck).

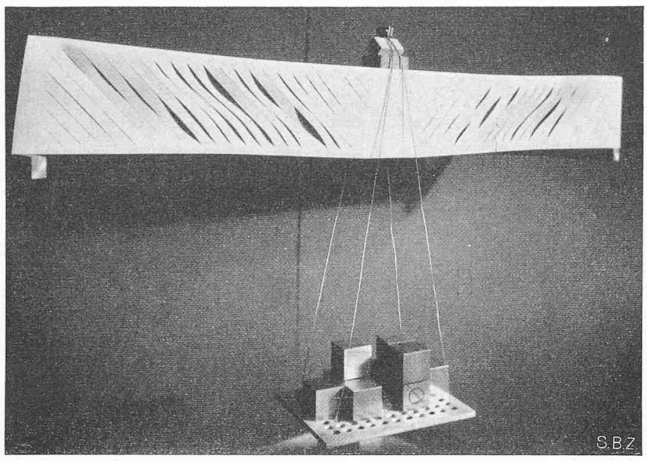
Von verschiedenen Seiten[2]) ist die Ausbildung des Nagelträgers als *Kastenträger* vorgeschlagen worden (Abb. 8), um eine grössere Seitensteifigkeit zu erreichen. Dabei werden die Stegbretter meist vorn und hinten gleichlaufend in Richtung von Zugdiagonalen angeordnet. Wenn nun aber die Stegbretter als Diagonalen wirken würden, so müssten die Gurtungen eine Querbelastung V aufnehmen und sich dadurch verbiegen. Durch diese Verbiegung entziehen sich aber die Gurtungen weitgehend dieser Belastung V; die Reaktion zwischen Gurtung und Stegbrettern nähert sich mehr und mehr der horizontalen Richtung und die Stegbretter arbeiten mehr und mehr wie geneigte Pfosten eines Vierendeelträgers (Abb. 9) und sie und — was gefährlicher ist — ihre Anschlüsse werden stark auf zusätzliche Biegung beansprucht. Der Mechanismus dieses Kräftespiels (aber nicht etwa die Grösse der Tragfähigkeit!) kann sehr einfach an einem Modellträger aus Halbkarton veranschaulicht werden (Abb. 10): die «gezogenen» Diagonalen werden schlaff und verbiegen sich s-förmig (Kippen) und bestätigen damit das in Abbildung 9 skizzierte ungünstige Kräftespiel. Eine solche Konstruktion muss ich, höflich ausgedrückt, als baustatisch-konstruktive Unsauberkeit und ihre Empfehlung als eine Gefahr für den Holzbau bewerten.

Man könnte nun allerdings daran denken, die Verhältnisse dadurch zu verbessern, dass die vorderen und hinteren Stegbretter mit entgegengesetzter Neigung als Zug- und Druckdiagonalen angeordnet werden. Die Zwischenreaktionen V auf Vorder- und Hinterseite der Gurtungen erhalten nun entgegengesetztes Vorzeichen: die Gurtungen werden auf Torsion beansprucht. Der noch wichtigere Nachteil ist aber der, dass die Druckstreben nun nicht mehr wie beim Träger mit aufeinanderliegenden gekreuzten Stegbrettern durch die Zugstreben gegen Ausknicken gestützt sind (wodurch Stegbrettdicken d bis hinunter zu $h/80$ vertretbar werden), sondern schon bei verhältnismässig kleinen Kräften ausknicken. Das Kartonmodell Abb. 11 zeigt, dass sich dadurch ein ganz ähnlicher Mechanismus des Kräftespiels einstellt, wie beim Versuch nach Abb. 10.

2. Nagelträger mit veränderlicher Höhe

Der Nagelträger mit veränderlicher Höhe zeigt gegenüber dem Parallelträger einige charakteristische Besonderheiten, die nachstehend skizziert werden sollen. Im Schnitt s bis s des Trägerausschnittes der Abb. 12 muss zwischen den äusseren Kräften

[2]) *J. Calame:* Pour l'emploi d'assemblages cloués dans les constructions en bois, «Bull. Techn. de la Suisse Romande», 5. Sept. 1942. — *W. Stoy,* Der Holzbau. 3. Aufl., Berlin 1942, S. 58.



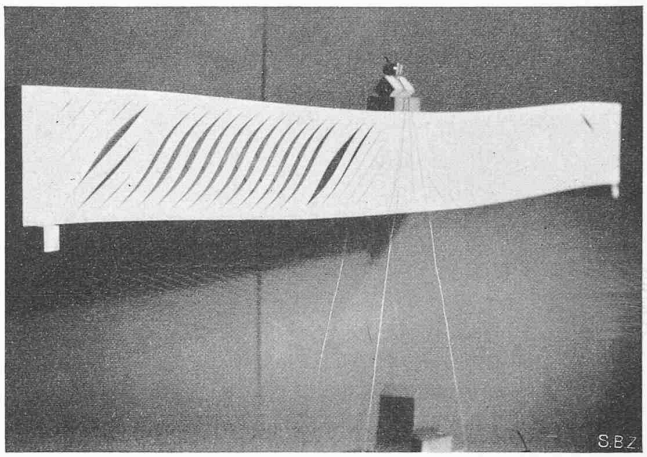


Abb. 10 Modellträger aus Halbkarton zur qualitativen Veranschaulichung des Kräftespiels Abb. 11

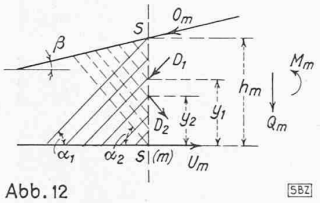


Abb. 12

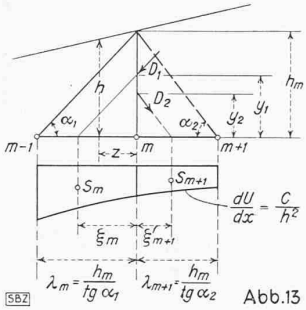


Abb. 13

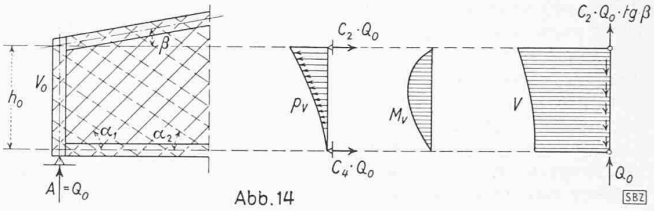


Abb. 14

(es sei ein Moment M_m und eine Querkraft Q_m wirkend angenommen) und den innern Schnittkräften Gleichgewicht bestehen und es gelten die drei Gleichgewichtsbedingungen:

$$\left.\begin{aligned} -O_m\cos\beta \quad - D_1\cos\alpha_1 \quad + D_2\cos\alpha_2 \quad + U_m &= 0 \\ O_m\sin\beta \quad + D_1\sin\alpha_1 \quad + D_2\sin\alpha_2 \quad &= Q_m \\ O_m\cos\beta\, h_m + D_1\cos\alpha_1\, y_1 - D_2\cos\alpha_2\, y_2 \quad &= M_m \end{aligned}\right\} \quad (11)$$

Dabei bezeichnen wir mit D_1 bzw. D_2 die Resultierende aller durch den Schnitt s bis s getroffenen Kräfte in den von links nach rechts steigenden bzw. fallenden Stegbrettern, die wir nach Gleichung (6) zu

$$D_1 = \frac{\sin\alpha_2}{\sin(\alpha_1+\alpha_2)}\int_{m-1}^{m}\frac{dU}{dx}\,dx;\; D_2 = \frac{\sin\alpha_1}{\sin(\alpha_1+\alpha_2)}\int_{m}^{m+1}\frac{dU}{dx}\,dx$$

anschreiben können. Da aber die Funktion $\frac{dU}{dx}$ wegen der veränderlichen Höhe h nun nicht mehr eine Konstante ist, können nach Abb. 13 die beiden Hebelarme y_1 und y_2

$$y_1 = \xi_m \operatorname{tg}\alpha_1;\; y_2 = \xi'_{m+1}\operatorname{tg}\alpha_2 \quad . \; . \; . \; . \quad (12)$$

nun nicht mehr gleich gross sein, d. h. die Diagonalkräfte D_1 und D_2 beteiligen sich an der Aufnahme des Momentes M und damit werden auch die Gurtkräfte von der Querkraft Q abhängig.

Damit können wir die Gurtkräfte in folgender allgemeiner Form anschreiben:

$$\left.\begin{aligned} O_m\cos\beta &= c_1\frac{M_m}{h_m} + c_2 Q_m \\ U_m &= c_3\frac{M_m}{h_m} + c_4 Q_m \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; . \quad (13)$$

Die weitere Untersuchung zeigt nun, dass die Koeffizienten c nur von den Winkeln α und β abhängen, also Tragwerkskonstante sind. Damit wird z. B. in einem Bereich konstanter Querkraft an der Stelle z (Abb. 13)

$$\frac{dU}{dx} = c_3\left(\frac{Q}{h} - \frac{M\operatorname{tg}\beta}{h^2}\right)$$

oder wegen $M = M_m - Qz$; $h = h_m - z\operatorname{tg}\beta$ wird

$$\frac{dU}{dx} = \frac{c_3(Q h_m - M_m\operatorname{tg}\beta)}{h^2} \quad . \; . \; . \; . \quad (14)$$

Da nun aber $c_3(Q h_m - M_m\operatorname{tg}\beta) =$ konst. ist, können die Schwerpunktabstände ξ_m und ξ'_{m+1} der $\frac{dU}{dx}$-Flächen in Abb. 13 wie für Flächen mit den Ordinaten $\frac{1}{h^2}$ berechnet werden. Damit sind die Gleichgewichtsbedingungen Gl. (11) [mit Hilfe der Gl. (12) und (13)] lösbar; sie zerfallen je in Teilgleichungen mit den Werten $\frac{M_m}{h_m}$ und Q, durch die die Koeffizienten c der Gleichungen (13) bestimmt sind. Damit ist die Aufgabe gelöst.

Für den Fall $\alpha_1 = \alpha_2$ ergeben sich die Koeffizienten c der Gleichung (13) zu

$$c_1 = \frac{1}{1 - \varphi\,\frac{\operatorname{tg}^2\alpha - \operatorname{tg}^2\beta}{2\operatorname{tg}^3\alpha\operatorname{tg}\beta}}$$

wobei $\varphi = lg\,\frac{\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta} + \frac{\operatorname{tg}\beta(2\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\beta)}{\operatorname{tg}\alpha(\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\beta)} - \frac{\operatorname{tg}^2\beta\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta}$

$$c_2 = \frac{1 - c_1}{\operatorname{tg}\beta} \qquad c_3 = c_1\frac{\operatorname{tg}^2\alpha - \operatorname{tg}^2\beta}{\operatorname{tg}^2\alpha} \qquad c_4 = \frac{1 - c_3}{\operatorname{tg}\beta} \quad (15)$$

Für den Spezialfall $\beta = 0$ (Parallelträger) wird $c_1 = c_3 = 1$ und $c_2 = c_4 = 0$.

Bei der praktischen Berechnung gegebener Einzelfälle werden die Koeffizienten bequemer numerisch statt formelmässig bestimmt. Dabei kann ausser M und Q selbstverständlich auch die Wirkung einer Längskraft N durch Erweiterung der Gleichungen (11) und (13) ohne Schwierigkeit berücksichtigt werden.

Als Folge dieser Besonderheiten des Nagelträgers mit veränderlicher Höhe ergeben sich beispielsweise an einem Endpfosten eines solchen Trägers (Abb. 14) folgende besonderen Verhältnisse: Die waagrechten Komponenten der Stegbretterkräfte heben sich hier nicht mehr auf, sondern sie belasten die Endpfosten auf Biegung (Belastung p_v, Momente M_v) und die Endpfosten stützen sich mit den waagrechten Auflagerkräften $c_2 Q_0$ und $c_4 Q_0$ auf die beiden Gurtungen ab. Die lotrechten Komponenten v der Stegbretterkräfte sind nicht mehr gleichmässig über die Trägerhöhe h_0 verteilt; ihre Resultierende erreicht den Wert $Q_0(1 + c_2\operatorname{tg}\beta)$. Selbstverständlich sind auch die Verbindungen mit Berücksichtigung dieser Besonderheiten zu bemessen.

(Schluss folgt)

[Um vorliegendes Heft einheitlich auf den Baustoff Holz zu konzentrieren, verschieben wir den zweiten Teil der Ausführungen Stüssis über den «Lamellenanschluss beim Blechträger» auf die nächste Nummer. Red.]

Hölzerne Rahmenkonstruktionen in Nagelbau

Von Ing. E. SCHUBIGER, Zürich

Maschinenhalle der Autophon A.-G., Solothurn

Zur Erweiterung der Fabrikanlage wurde im Jahre 1942 eine neue Maschinenhalle erstellt: sie misst 43 m Länge und 17 m Breite und besitzt keine Innenstützen. Die Tragkonstruktion besteht aus zehn genagelten Vollwandbindern, die als Zweigelenkrahmen berechnet sind (Abb. 1); ihre Spannweite beträgt 16,5 m, der Binderabstand 4,24 m. Die Fussgelenke werden durch Unterlage einer plastischen Schicht aus Asphaltfilz unter die Hirnholzflächen der Binderstiele gebildet. Zur Aufnahme des Horizontalschubes in der Auflagerebene sind in den Betonsockeln Anschläge aus Winkeleisen verankert. Die Zugkraft wird durch die Armierung der Pilzdecke übernommen.