Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 74 (1956)
Heft: 31

Artikel: Der lamellenverstärkte Träger
Autor: Basler, Konrad
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-62681

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: 10.07.2025

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

Der lamellenverstärkte Träger

DK 624.014.25

Von Dipl. Ing. **Konrad Basler**, Brugg

Diese Arbeit gehört in die Reihe der anlässlich des VSB-Jubiläums veröffentlichten Aufsätze (74. Jg., Nr. 20 und 24) Red.

a) Einleitung

Bei der Bemessung einer Verbundträgerdecke stellte sich die Aufgabe, einen mehrmals auszuführenden Unterzug mit beschränkter Bauhöhe durch eine kurze, kräftige Lamelle für die Aufnahme eines Momentes von 500 mt zu verstärken (Bild 1). Die Lamelle ist an und für sich sehr kurz, weil damit ein Stützmoment zu decken ist, und die Lamellenstärke mit 45 mm etwas aussergewöhnlich, da im negativen Bereich der Momente nicht mit Verbund gerechnet werden kann.

Wollte man das aus St. 44 hergestellte Breitflacheisen 300 × 45 durch Nietung auf $\sigma_{zul} \cdot F_{netto}$ anschliessen, so wären dazu 13 Nieten pro Flanschseite nötig. Nach einer begründeten Nietregel dürfen aber nicht mehr als sechs Nieten in einer Reihe geschlagen werden, falls die einzuleitende Kraft auf alle gleichmässig verteilt gerechnet wird. Wenn die ersten Nietpaare überbeansprucht würden, so wäre die Nachgiebigkeit so gross, dass berechtigte Bedenken darüber bestünden, ob die kurze Lamelle überhaupt voll angeschlossen werden könnte. Im Falle einer genieteten Ausführung käme nur in Frage, die Trägerverstärkung aus einzelnen, dünneren Lamellen aufzubauen, was zu grossen Anschlusslängen und einer beträchtlichen Zahl konstruktiv erforderlicher Nieten führen würde.

Wie liegen nun die Verhältnisse bei aufgeschweissten Lamellen? Gefühlsmässig lässt sich sagen, dass ihre Anschlusslängen kürzer sind, da die Verbindung weniger nachgiebig ist.

Wir wollen im folgenden versuchen, allgemein die Anschlusslänge einer aufgeschweissten Lamelle abzuschätzen und im besonderen zeigen, dass das eingangs skizzierte Beispiel in geschweisster Ausführung möglich ist. Ferner sollen zwei, den Nietregeln (betreffend das Vorbinden und die Haftnietung) analoge Schweissregeln vorgeschlagen werden.

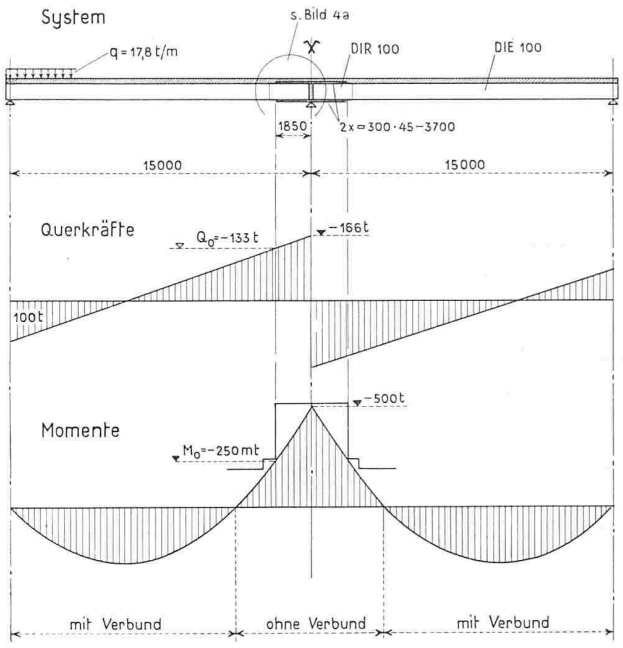


Bild 1.

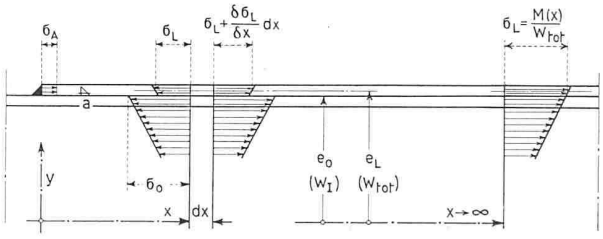


Bild 2

b) Problem

Die Lamelle ist in ihrem Anschlussbereich als Scheibe aufzufassen, und die gestellte Aufgabe wäre mit der Scheibentheorie anzugreifen. Wie nun aber die Spannungsverhältnisse in Platten sich näherungsweise abschätzen lassen mit Hilfe der Streifenmethode, so wollen wir auch an dieses Problem herantreten. Die beiden Streifen, die wir betrachten werden, sind der Trägerflansch und die aufgeschweisste Lamelle.

Bild 2 zeigt die Teilansicht eines lamellenverstärkten Trägers, an dem im Abstand x vom Lamellenanfang ein Trägerelement dx mit den daran angreifenden mittleren Spannungen gezeichnet ist. Am Lamellenanfang wird bereits eine Spannung σ_A eingeleitet. Für grosse x-Werte wird die Spannungsverteilung wieder linear in y: $\sigma_L(x = \infty) = \dfrac{M(x)}{W_{tot}}$. Um die am Element dx auftretenden Verformungen besser darstellen zu können, wurde in den Bildern 3b bis 3d der Trägergrundriss mit in der Mitte aufgeschnittener und um die Längsnaht nach aussen geklappter Lamelle gezeichnet. Bild 3c stellt rechts den wirklichen Verlauf der Deformationen dar und links einen insofern idealisierten, als dort die Nachgiebigkeit der Lamelle und des Trägerflansches in einer leicht verbreiterten, auf Schub beanspruchten Naht-Zone mit der Stärke a eingerechnet wird.

Die Grösse e hängt also auch von der mittragenden Breite in Flansch und Lamelle ab. Wenn wir wieder das ausgebreitete Flansch-Lamellen-Element dx betrachten, so ist

$$e = \frac{1}{\gamma} \int_{z_3}^{z_2} \gamma(z)\, dz = \frac{1}{\tau} \int_{z_3}^{z_2} \tau(z)\, dz$$

und da aus Symmetriegründen auf das Einführen von Kanten-

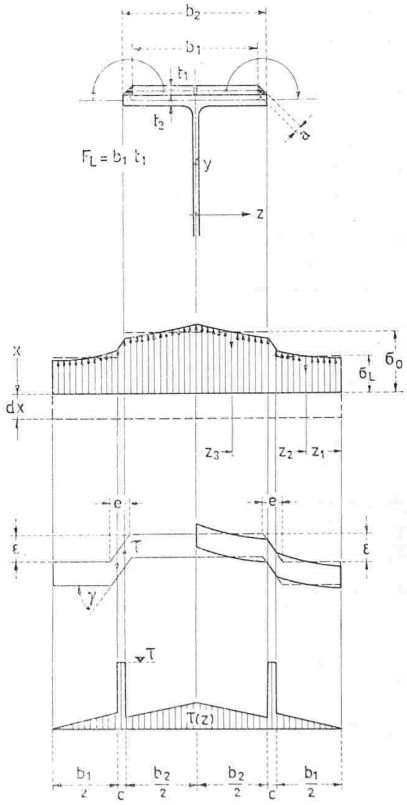


Bild 3a

Bild 3b

Bild 3c

Bild 3d

kräften am aufgeschnittenen Lamellenrand verzichtet werden darf, lässt sich $\tau(z)$ anschreiben zu:

$$\tau(z) = \frac{1}{t(z)} \frac{\delta \sigma}{\delta x} \int_z^{z_1} dF$$

Der Verlauf von $\tau(z)$ ist in Bild 3d dargestellt. Für unser Beispiel finden wir mit $b_1 = b_2$, $t_1 \simeq t_2$, $a \simeq c$ den Wert $\frac{e}{a} = 4{,}5$.

c) Lösung

Aus der Gleichgewichtsbedingung am Lamellenelement dx:

$$-2\tau a\, dx - \sigma_L F_L + \left(\sigma_L + \frac{\delta \sigma_L}{\delta x} dx\right) F_L = 0$$

folgt

$$(1) \qquad \tau = \frac{F_L}{2a} \frac{d\sigma_L(x)}{dx}$$

und aus der Elastizitätsbedingung

$$\varepsilon = \frac{1}{E} \int_x^{\infty} [\sigma_0(x) - \sigma_L(x)]\, dx$$

wird mit

$$\tau = \gamma G = \frac{\varepsilon}{e} G$$

$$(2) \qquad \tau = \frac{G}{E} \frac{1}{e} \int_x^{\infty} [\sigma_0(x) - \sigma_L(x)]\, dx$$

$\frac{\delta(1)}{\delta x} = \frac{\delta(2)}{\delta x}$ liefert:

$$(3) \qquad \frac{F_L}{2a} \frac{d^2 \sigma_L(x)}{dx^2} = \frac{G}{E} \frac{1}{e} [\sigma_0(x) - \sigma_L(x)]$$

$$(4) \qquad M(x) = \sigma_L(x) F_L e_L + W_I \sigma_0(x)$$

drückt die Abhängigkeit von σ_0 und σ_L aus. Wenn wir mit Hilfe der Gleichung (4) in (3) die Spannung σ_0 eliminieren und die Abkürzungen einführen:

$$W_{tot} = F_L e_L + W_I$$

$$\rho = \frac{G\, 2a}{E\, e\, F_L W_I}$$

$$s = \sqrt{\frac{E}{G} \frac{e}{2a} \frac{W_I}{W_{tot}} F_L}$$

so lautet die Differentialgleichung dieses Anschluss-Problems:

$$(5) \qquad \boxed{\frac{d^2 \sigma_L}{dx^2} + \frac{1}{s^2} \sigma_L = \rho M(x)}$$

Die Lösung der homogenen Differentialgleichung lautet:

$$\sigma_L = C_1 \operatorname{Sin} \frac{x}{s} + C_2 \operatorname{Cos} \frac{x}{s}$$

Wenn wir $M(x)$ approximieren durch: $M(x) = M(x=0) + Q(x=0) \cdot x = M_0 + Q_0 x$, so finden wir mit dem Störansatz $\sigma_L = \alpha + \beta x$ durch Koeffizientenvergleich:

$$\alpha = M_0 s^2 \rho = \frac{M_0}{W_{tot}}$$

$$\beta = Q_0 s^2 \rho = \frac{Q_0}{W_{tot}}$$

und die allgemeine Lösung zu

$$\sigma_L(x) = C_1 \operatorname{Sin} \frac{x}{s} + C_2 \operatorname{Cos} \frac{x}{s} + \frac{M_0 + Q_0 x}{W_{tot}}$$

Die Randbedingungen

$$\sigma_L(x=0) = \sigma_A$$

$$\sigma_L(x \to \infty) = \frac{M(x)}{W_{tot}} = \frac{M_0 + Q_0 x}{W_{tot}}$$

liefern

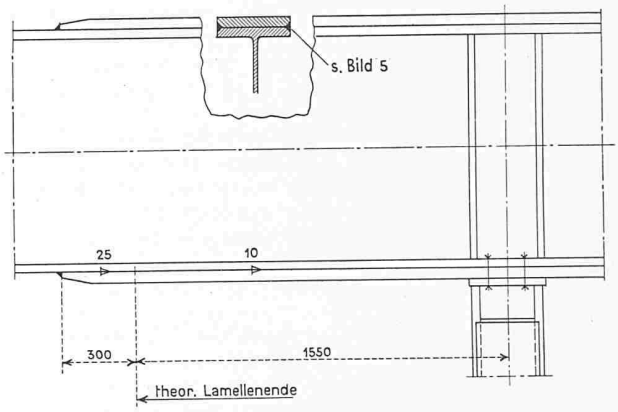
$$C_1 = -C_2 = \frac{M_0}{W_{tot}} - \sigma_A$$

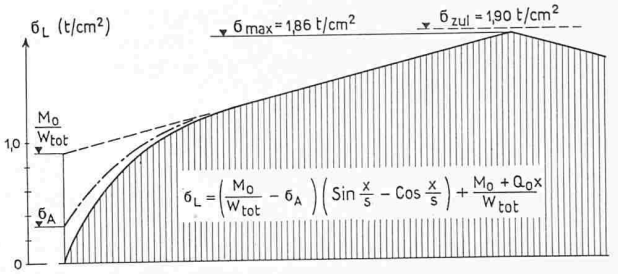
und damit die Lösung des Problems:

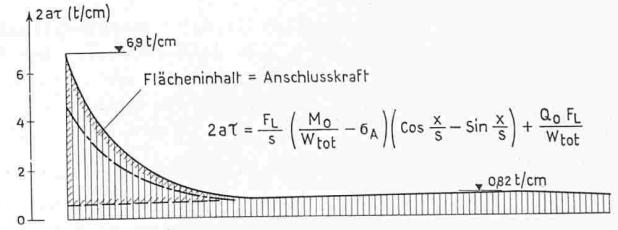
$$(6) \qquad \boxed{\sigma_L(x) = \left(\frac{M_0}{W_{tot}} - \sigma_A\right)\left(\operatorname{Sin} \frac{x}{s} - \operatorname{Cos} \frac{x}{s}\right) + \frac{M_0 + Q_0 x}{W_{tot}}}$$

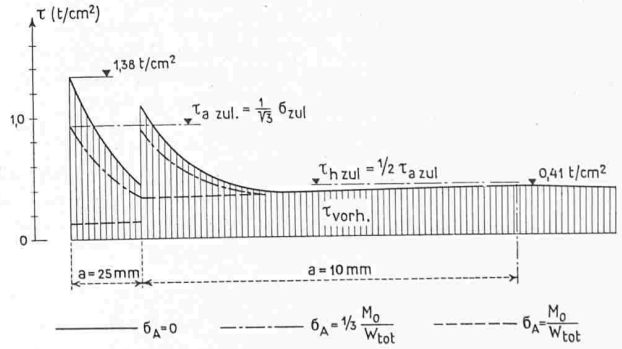
bzw. nach (1)

$$(7) \qquad \boxed{\tau(x) = \frac{F_L}{2as}\left(\frac{M_0}{W_{tot}} - \sigma_A\right)\left(\operatorname{Cos} \frac{x}{s} - \operatorname{Sin} \frac{x}{s}\right) + \frac{Q_0 F_L}{2a W_{tot}}}$$









Bilder 4a und bis 4d

d) Ergebnis

Der Ausdruck für die Schubspannung τ zerfällt in zwei Teile:

1. In einen Anlauf-Term

$$\tau_a = \frac{F_L}{2as}\left(\frac{M_0}{W_{tot}} - \sigma_A\right)\left(\mathrm{Cos}\,\frac{x}{s} - \mathrm{Sin}\,\frac{x}{s}\right),$$

dessen Einfluss für $x = s$ nur noch einen Drittel, für $x = 3s$ noch 5 % des Anfangswertes beträgt. Setzen wir die Werte unseres Beispiels ein:

$$\frac{e}{a} = 4{,}5,\ \frac{W_I}{W_{tot}} \simeq \frac{1}{2},\ F_L = 135\ \mathrm{cm}^2,$$

so wird $s = 20$ cm.

2. In einen Term

$$\tau_n = \frac{Q_0 F_L}{2\,a\,W_{tot}},$$

der die Grösse der anschliessenden Haftspannung angibt. Erweitern wir diesen Ausdruck mit e_L, so erhalten wir in

$$\tau_n = \frac{Q_0 F_L e_L}{2\,a\,W_{tot}\,e_L} = \frac{Q_0 S_z}{2\,a\,J_z}$$

eine Formel, die von der Halsnietung der Blechträger her bekannt ist.

Die Spannungen $\sigma(x)$ und $\tau(x)$ sind für den eingangs erwähnten Fall in Bild 4 aufgetragen worden.

Die gestellte Frage nach der Lamellen-Anschlusslänge können wir dahin beantworten, dass sie in einem Abstand vom Lamellenanfang, der gleich der Lamellenbreite ist, schon zu 80 % mitwirkt. Man kann allgemein zeigen, dass die in der Praxis vorkommenden Fälle s-Werte liefern, die zwischen ½ und ⅔ der Lamellenbreite liegen. Daraus lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass geschweisste Lamellenanschlüsse kurz sind und in der Grössenordnung der Lamellenbreite liegen.

e) Vorschlag für die Ausbildung der Schweissnähte

Ein Blick auf den in Bild 4c dargestellten Verlauf des Schubflusses durch die Nähte zeigt die in der Praxis noch nicht überall beachtete Tatsache, dass für das Aufschweissen von Lamellen grundsätzlich zwei verschiedene Schweissnähte angeordnet werden sollten: eine Anschlussnaht und eine Haftnaht.

α) die Anschlussnähte

Falls nicht eine vollkommene stirnseitige Krafteinleitung erfolgen kann, so wird bei einem Lamellenanschluss stets eine Spannungsspitze auftreten. Diese Schubspannungsspitze kann ein Mehrfaches der Normalspannung betragen, die wir in der voll angeschlossenen Lamelle hätten.

Für $F_L = tb$ und $a = \frac{t}{2}$, $s = \frac{b}{2}$, $\sigma_A = 0$ wird $\tau_{max} = 2\,\frac{M_0}{W_{tot}}$

Für Elemente der Bauwerksklasse I dürfen wir solche Spannungsspitzen in Kauf nehmen. Sie werden bei $\sigma_g = \sigma_{fl}$ abgebaut. Das Bemessungsproblem wird insofern vereinfacht, als wir uns nur noch um den Inhalt und nicht mehr um die Verteilung des seitlich einzuleitenden Schubflusses $2a\tau$ interessieren. Er beträgt, wenn wir nach der Stelle x nur noch Haftspannungen einzuleiten gedenken:

$$\frac{F_L}{s}\left(\frac{M_0}{W_{tot}} - \sigma_A\right)\int_0^{\infty}\left(\mathrm{Cos}\,\frac{x}{s} - \mathrm{Sin}\,\frac{x}{s}\right)dx + \frac{Q_0 F_L}{W_{tot}}\int_0^{x} dx =$$

$$= F_L\,\frac{M_0 + Q_0 x}{W_{tot}} - F_L\,\sigma_A = F_L\,\frac{M(x)}{W_{tot}} - F_L\,\sigma_A$$

Wir werden demnach von der auf die Lamelle entfallenden Anschlusskraft $\frac{M(x)}{W_{tot}}F_L$ den stirnseitig anzuschliessenden Betrag abziehen und auf beiden Längsseiten «so kurz wie möglich» anschliessen.

Da hier Schubspannungen von der Grösse der Fliessgrenze auftreten, werden wir diesen Anschluss vor das theoretische Lamellenende hinaus verlegen. Bedenken wir, dass bei einer Anschlusslänge von der Grösse der Lamellenbreite die Anlauf-Schubspannungen nahezu abgeklungen sind, dass anderseits nach dem Prinzip von St. Venant diese Länge benötigt wird, um den Einfluss von Spannungsspitzen aus den Lamellenecken in der Verteilung von σ_L zu verwischen, so kommen wir auf folgende *Schweissregel:* «Lamellen sind im Hochbau auf die Kraft $\frac{M_{th}}{W_{tot}}F_L$ anzuschliessen. Die Vorbindelänge soll gleich der Anschlusslänge und diese wieder gleich der Lamellenbreite gewählt werden (F_L = Lamellenquerschnitt, M_{th} = Moment beim theoretischen Lamellenende, W_{tot} = Widerstandsmoment des Verbundquerschnittes)».

Praktisch wird man oft die Stirn- und die kurzen Flankennähte gleich stark ausführen (Bild 7).

Bei dynamisch beanspruchten Bauteilen werden wir nach einer Lösung ohne Schubspannungsspitzen trachten, was nur gelingt, wenn der Klammerausdruck $\left(\frac{M_0}{W_{tot}} - \sigma_A\right)$ nahezu null wird. Das heisst, man erzeugt ein möglichst hohes σ_A

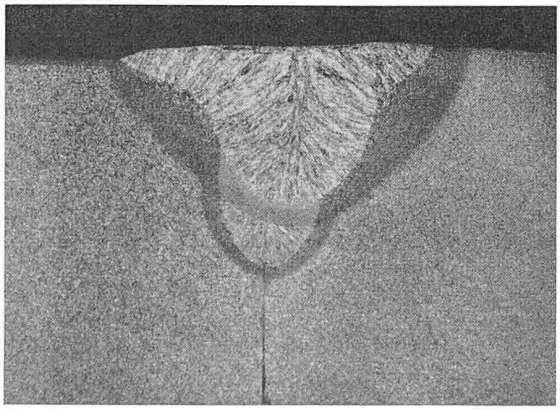


Bild 5 zeigt für das hier zitierte Beispiel einen Feinschliff durch die Anschlussnaht. Die eingebrannte Naht (s. Bild 4a) wurde auf Anschlusslänge in zwei Lagen und für die Heftnaht in einer Lage mit halbautomatischer Unterpulverschweissung gezogen. Natürliche Grösse

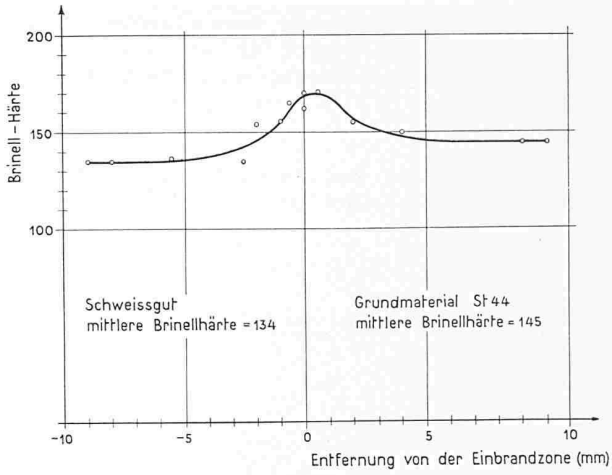


Bild 6. Diese Darstellung zeigt, wie gering, trotz der maschinellen Schweissung, die Aufhärtung der Einbrandzone im Stahl 44 ist

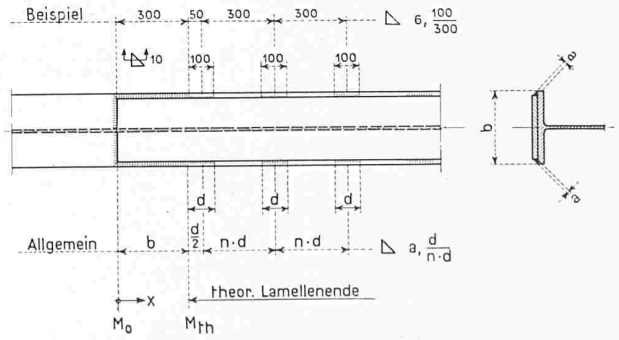


Bild 7.

durch spezielles Ausziehen der Stirn-Kehlnaht. Da dies nur bei flachen Lamellen möglich ist, wird man eine Lamelle gegen ihre Enden hin verjüngen, um die Härte des Anschlusses zu mildern.

β) die Haftnähte

Die erforderliche Nahtstärke lässt sich aus der Haftbedingung des Abschnittes d):

$$\tau_{bez} = \frac{\tau_h}{\sqrt{2}} = \frac{Q\,S_z}{2\,a\sqrt{2}\,J_z}$$

und $$\sigma_g = \sqrt{\left(\frac{\sigma_L}{\alpha_y}\right)^2 + 3\left(\frac{\tau_{bez}}{\alpha}\right)^2} \leqq \sigma_{zul}$$

berechnen:

$$a \geqq \frac{Q\,S_z}{J_z}\,\frac{0{,}61}{\alpha\sqrt{\sigma_{zul}^2 - \left(\frac{\sigma_L}{\alpha_y}\right)^2}}$$

Setzen wir mit $\alpha = 0{,}85$ und $\alpha_y = 1{,}1$ die Werte unserer S. I. A.-Normen für die Nähte der Güteklasse I ein und für $\sigma_L = \sigma_{zul}$, so finden wir

$$a \geqq 1{,}72\,\frac{Q_{max}\,S_z}{\sigma_{zul}\,J_z}$$

S_z bedeutet das statische Moment der Lamelle bezüglich der Querschnitts-Schweraxe, J_z das Trägheitsmoment des lamellenverstärkten Trägers und a die halbe Hypotenusenlänge des Kehlnahtdreiecks bzw. die Tiefe einer eingebrannten V-Naht.

Da $1{,}72 \simeq \sqrt{3}$ ist, und $\tau_{zul} = \frac{1}{\sqrt{3}}\,\sigma_{zul}$, so können wir auch schreiben:

$$(8) \qquad \boxed{a \geqq \frac{Q_{max}\,S_z}{\tau_{zul}\,J_z}}$$

Die Formel besagt dann, dass in einer Flankennaht die Schubspannungen an der engsten Stelle des Schubflusses den halben Wert von τ_{zul} nicht überschreiten dürfen.

Die Haftschweissungen sind sparsam zu bemessen! Die Schrumpfspannungen nehmen zu mit der Menge des aufgetragenen Schweissgutes und sind ganz besonders hoch, wenn in Profillängsrichtung durchgehend geschweisst wird. Da bei der Deckung von Feldmomenten oft die erforderlichen Nahtstärken kleiner als 3 mm ausfallen, ist es wegen der Schrumpfspannungen empfehlenswert, die Nähte zu unterbrechen. Dabei sollen — mit Rücksicht auf die Vergleichsspannung — zwischen den theoretischen Lamellenenden die Schubspannungen in den Nähten an keiner Stelle den halben Wert von τ_{zul} überschreiten.

Da es sich um kurze Haften handelt (s. Bild 7), dürfen wir setzen:

$$\tau(x) = \tau(x=0) + \frac{\delta\tau}{\delta x}\,\Delta x$$

$$= \tau_A + \frac{F_L}{2\,a\,s}\left(\frac{M_0}{W_{tot}} - \sigma_A\right)\frac{\delta}{\delta x}\left(\mathrm{Cos}\,\frac{x}{s} - \mathrm{Sin}\,\frac{x}{s}\right)_{x=0}\Delta x$$

$$= \tau_A - \frac{F_L}{2\,a\,s^2}\left(\frac{M_0}{W_{tot}} - \sigma_A\right)\Delta x,$$

und da die Differenz der Spannungen $\frac{M_0}{W_{tot}} - \sigma_A$ multipliziert mit F_L gleich der einzuleitenden Kraft $2\,a\,n\,d\,\frac{Q\,S_z}{2a\,J_z}$ ist, so finden wir aus der Gleichgewichtsbedingung

$$2\,a\int_0^d \tau\,dx = 2\,a\,n\,d\,\frac{Q\,S_z}{2a\,J_z}:$$

$$\int_0^d\left(\tau_A - \frac{n\,d}{s^2}\,\frac{Q\,S_z}{2a\,J_z}\,\Delta x\right)d\,\Delta x = n\,d\,\frac{Q\,S_z}{2a\,J_z}$$

$$\tau_A\,d - \frac{n\,d}{s^2}\,\frac{Q\,S_z}{2a\,J_z}\,\frac{d^2}{2} = n\,d\,\frac{Q\,S_z}{2a\,J_z}$$

oder

$$\tau_A = \frac{Q\,S_z}{2\,a\,J_z}\,n\left(1 + \frac{d^2}{2\,s^2}\right)$$

Für den ungünstigsten Wert von $s = \frac{b}{2}$ und mit den gleichen Bezeichnungen, wie sie unter (8) und in Bild 7 angegeben sind, finden wir aus der Bedingung $\tau_A < \frac{1}{2}\,\tau_{zul}$

$$(9) \qquad \boxed{a \geqq \frac{Q_{max}\,S_z}{\tau_{zul}\,J_z}\,n\left[1 + 2\left(\frac{d}{b}\right)^2\right]}$$

Wenn die Haftschweissung am gedrückten Flansch erfolgt, so ist nd so klein zu wählen, dass die Lamelle nicht ausknicken kann, bevor das Bauelement seine Stabilität verliert.

Adresse des Verfassers: Ing. *Konrad Basler* in Firma Wartmann & Cie. AG., Brugg.

Über die Elektrizitätserzeugung in Russland

Eindrücke einer Studienreise DK 621.311

Das Landwirtschaftsministerium der UdSSR veranstaltete eine Studienreise für die Mitglieder einer Expertenkommission der Uno, die sich mit der Anwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft befasst. Diese Reise dauerte vom 25. September bis 14. Oktober 1955. An ihr nahmen 34 Experten aus 17 Ländern teil. Die schweizerischen Delegierten waren Dr. *F. Ringwald,* Direktor der Centralschweizerischen Kraftwerke in Luzern und Dipl. Ing. *U. Vetsch,* Direktor der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke AG. in St. Gallen. Die Reise erstreckte sich von Moskau aus nach Süden über rd. 6000 km. Sie war vortrefflich organisiert. Die Russen haben sich für das gute Gelingen der Veranstaltung ausserordentlich Mühe gegeben. Die Gäste wurden überall freundlich empfangen. Die nachstehenden Bemerkungen beziehen sich lediglich auf Kraftwerke und Unterwerke. Sie sind ein Auszug eines Berichtes, den uns Dir. *U. Vetsch* freundlicherweise zur Verfügung gestellt hat. Dem Ausbau der Elektrizitätswirtschaft wurde in Russland grosse Beachtung geschenkt. Lenin soll sich hierüber wie folgt geäussert haben: «Die materielle Grundlage für den Sozialismus kann einzig die maschinelle Grossindustrie sein, die imstande ist, auch die Landwirtschaft zu reorganisieren.» Die ersten Kraftwerke wurden daher ausgesprochen für die Landwirtschaft gebaut. Inzwischen hat sich allerdings diese Lage geändert, indem sich mindestens bei grösseren Kraftwerken auch Industrien angesiedelt haben.

Das Kraftwerksystem am Flusse Ros

Der Ros ist ein Zufluss des Dnjepr. Sein Flussgebiet umfasst rd. 8700 km². Es befindet sich südöstlich von Kiev. Das verfügbare Gefälle wird in drei Kraftwerken mit einer Gesamtleistung von 4800 kW ausgenützt. Diese Werke liefern gegenwärtig jährlich etwa 17,5 Mio kWh. Die oberste Stufe wird durch Stauseen reguliert. Der Bau eines Wärmekraftwerkes ist vorgesehen, mit dem später Verbundwirtschaft betrieben werden soll. Zur Uebertragung der Energie dienen zwei Leitungssysteme, das eine für 6000, das andere für 20 000 V. Die Werke dienen hauptsächlich zur Beleuchtung sowie zum Betrieb von rd. 1600 Motoren und vieler Elektropflüge.

Das Kraftwerk Dnjeprogess am Dnjepr

Dieses Kraftwerk ist in den dreissiger Jahren unter dem Namen Dnjeprostroj von amerikanischen Firmen gebaut worden. Es wurde 1941 von den Deutschen zerstört, dann wieder aufgebaut und 1943 nochmals zerstört. Es ist inzwischen von den Russen wieder aufgebaut worden. Hierüber hat seinerzeit Dr. *Fritz Hartung* ausführlich berichtet [1]). Das Kraftwerk dient der Energieversorgung der Stahl- und Walzwerke von Zaporojie. Es enthält neun Generatoren zu je 72 000 kVA (also total 648 000 kVA). Die Gruppen bestehen aus Francisturbinen, von denen jede für eine Wassermenge von 240 m³/s,

[1]) SBZ 1954, Nr. 17, Seite 239