Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 94 (1976)

Heft: 48: ASIC-Ausgabe

Artikel: Biegekapazität von Blechträgern

Autor: Karamuk, Ergun

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-73203

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

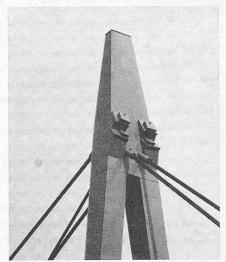
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

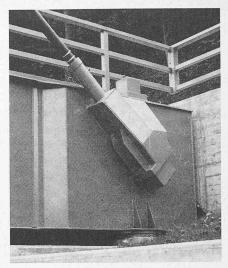
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch







Pylonspitze



Kabelverankerung, Widerlager rechts

Konstruktive Probleme und Lösungen

Die Anschlusspunkte, in denen die Seilkräfte in die Hauptträger, den Pylon und die Fundamente eingeleitet werden, gaben recht schwierige Probleme auf. Sie konnten aber zusammen mit der beteiligten Stahlbaufirma gelöst werden. Drei Beispiele mögen dies illustrieren (Bilder 3–8).

Bauvorgang

Nach der Erstellung der Bohrpfähle konnten der Pfeiler und die beiden Widerlager in üblicher Weise gebaut werden. Beim Widerlager rechts wurden die Verankerungskabel von Anfang an einbetoniert. Die Montageplanung sowie die Montage erfolgten durch die Stahlbauunternehmung. Die Hauptträger samt Verbänden wurden auf der linken Flussseite auf einer Rollenzulage zusammengeschweisst. Auf der rechten Flussseite wurde inzwischen das Hauptträgerendstück durch die vertikalen Verankerungskabel eingefahren und provisorisch abgespannt. Dann wurden die beiden Pylonbeine gestellt, die Kabel am Boden in das Kopfstück des Pylons eingezogen, dieses auf die Pylonstiele aufgesetzt und verschweisst. Vom linken Flussufer wurde die querschnittsfertig zusammengebaute Brücke über zwei Absenkböcke in erhöhter Lage eingeschoben. Ein Absenkbock befand sich am linken Uferrand, während der andere auf in Flussmitte gerammten Pfählen aufgesetzt wurde. Nach Beendigung des Einschiebens wurden noch in überhöhter Lage die restlichen Trägerstösse geschweisst, die Armaveronröhren verlegt, das Gegengewicht betoniert und die Schrägkabel in die Aufhängepunkte eingezogen. Durch das Absenken des Hauptträgers wurden die Kabel gespannt. In der Endlage konnten nun die Lager fertig vergossen und die Gehwegkonstruktion versetzt werden. Dann wurden die Höhen der Hauptpunkte und die Kabelkräfte gemessen und ausgeglichen. Am Schluss wurden noch die Kabelhüllen ausinjiziert.

Beteiligte Behörden und Firmen

Bauherrschaft:

Gesamtprojekt, Kanalisationen und Oberbauleitung:

Projekt und Bauleitung Schrägseilbrücke:

Beratender Geologe: Tiefbauarbeiten:

Stahlbauarbeiten:

Holzbauarbeiten:

Abwasserverband Bremgarten– Mutschellen

Ingenieurbüro H. Zumbach, dipl. Ing. ETH/ASIC, Aarau

Ingenieurbüro E. Studer, dipl. Ing. ETH/ASIC, Zürich

Dr. H. Jäckli, ASIC, Zürich AG. für Behälterbau, Bremgarten und Zürich

Zschokke Wartmann AG, Brugg

DK 624.072.2:539.413

Gebrüder Schaufenbühl, Bremgarten

Adresse der Verfasser: H. Zumbach, dipl. Ing. ETH, Segesserweg 6, 5000 Aarau, und E. Studer, dipl. Ing. ETH, Richard Wagner-Strasse 19, 8002 Zürich.

Biegekapazität von Blechträgern

Von Ergun Karamuk, Zürich

In der künftigen Norm SIA 161 (Stahlbauten) wird das bisherige Konzept des Spannungsnachweises unter Gebrauchslasten aufgegeben, da es nicht imstande ist, eine Aussage über die Tragsicherheit zu machen (Vgl. «Schweiz. Bauzeitung», Heft 47, 1976, S. 706–709). Die Methoden zur Ermittlung der Tragkapazität gewinnen dadurch an Bedeutung.

Unter Tragkapazität versteht man die statische Beanspruchung, der ein Bauteil oder die gesamte Konstruktion gerade noch widerstehen kann. Bei Blechträgern wird zwischen Biege- und Schubkapazität unterschieden. Wird ein Trägerquerschnitt gleichzeitig durch grosse Biegemomente und Querkräfte beansprucht, so ist eine Interaktion zwischen Biegung und Querkraft notwendig. Die Ermittlung der Schub-

kapazität und die Interaktion erfolgen in der neuen Norm SIA 161 nach den bekannten Methoden, wie sie in [1] dargestellt sind. Die Biegekapazität, die entweder durch die Erreichung der Fliessspannung im Flanschschwerpunkt oder durch die Instabilität des Druckgurtes begrenzt ist, soll hingegen an einem Bemessungsquerschnitt ermittelt werden.

Bemessungsquerschnitt

Übersteigt die Tragkraft eines biegebeanspruchten Blechträgers die rechnerisch ermittelte Beullast des Steges, so entzieht sich dieser durch seitliches Ausweichen der Beanspruchung. Die Folge davon ist eine Zunahme der Druckflanschspannungen. Diesem Umstand wird in [1] dadurch Rechnung

getragen, dass die zulässigen Druckflanschspannungen im Bereich hoher Stegschlankheiten reduziert werden. Die Reduktion erfolgt mit Hilfe von Abminderungsformeln, die für symmetrische Träger genügend genaue Resultate liefern. Die Anwendung eines Bemessungsquerschnittes nach der neuen Norm SIA 161 mit der Einführung von mitwirkenden Breiten b_e in der gedrückten Stegzone und die Berechnung der Biegekapazität an diesem neuen Querschnitt stellt eine allgemeinere Methode dar.

Wird der Druckflansch aus konstruktiven Gründen schlank ausgebildet, so kann auch hier eine mitwirkende Flanschbreite c_e eingeführt werden, um dem lokalen Beulen, bzw. Verdrehen des Flansches Rechnung zu tragen (Bild 1).

Mitwirkende Breiten

In der neuen Norm SIA 161 wird die mitwirkende Breite b_e einer langen, an den Enden durch Normalkräfte oder Momente beanspruchten, drei- oder vierseitig gelagerten Blechscheibe mit der Breite b als Funktion der bezogenen Schlankheit $\bar{\lambda}_B = \sqrt{\sigma_f/\sigma_{crB}}$ und der Breite b_c der gedrückten Scheibenzone gegeben:

$$(1) \qquad \frac{b_{\varepsilon}}{b_{c}} = \frac{0.9}{\bar{\lambda}_{B}}$$

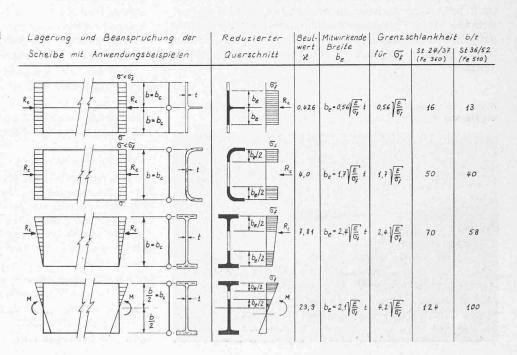
Dabei bedeutet σ_f die Fliessspannung und $\sigma_{crB} = \varkappa \cdot \sigma_E$ die ideelle Beulspannung des Scheibenelementes mit dem Beulwert \varkappa und der Scheibenstärke t. Die Breite b wird als Abstand zwischen den theoretischen Schnittgraden der sich stützenden Blechebenen definiert, um die Formel (1) auch bei kaltgeformten, dünnen Blechprofilen mit genügender Genauigkeit anwenden zu können.

Durch Einsetzen von $\sigma_E = \pi^2 E(t/b)^2 / 12(1 - \nu^2)$ in die Gleichung (1) wird die mitwirkende Breite als Funktion der Scheibenschlankheit b/t angeschrieben. Sie darf bis zur Fliessspannung beansprucht werden.

(2)
$$b_e = b_c \cdot 0.9 \sqrt{\frac{\varkappa \pi^2 E}{12 (1 - v^2) \sigma_f}} \cdot \frac{t}{b} =$$

$$= \sqrt{0.73 \varkappa} \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_f}} \cdot \frac{b_c}{b} \cdot t \le b_c$$

Tabelle 1. Mitwirkende Breiten und Grenzschlankheiten



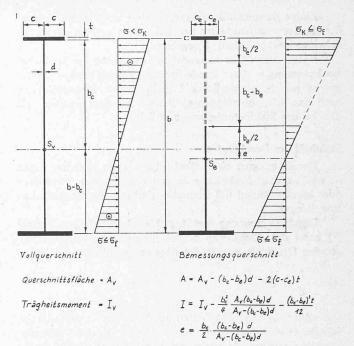


Bild 1. Bemessungsquerschnitt eines Blechträgers

Bei allseitig gelagerten Scheiben kann die mitwirkende Breite zu gleichen Teilen auf die beiden Seiten der Druckzone verteilt werden.

Wird $b_e = b_c$ gesetzt, so wird aus Gleichung (2) die *Grenzschlankheit* bestimmt; d.h. diejenige Schlankheit, bei der die ganze Scheibe bis zur Fliessspannung als voll wirksam angenommen wird.

(3)
$$\frac{b}{t} = \sqrt{0.73 \cdot \varkappa} \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_f}}$$

Ist für die Biegekapazität nicht die Festigkeit, sondern die *Instabilität des Flansches* massgebend, kann die mitwirkende Breite vergrössert werden, indem in der Gleichung (2) anstelle der Fliessspannung σ_f die massgebende kritische Spannung σ_K eingesetzt wird.

Einige Beispiele für die Anwendung der Formel (2) und für die Grenzschlankheiten bei drei- oder vierseitig gelagerten Scheiben sind in Tabelle 1 gegeben.

Neben dieser hier behandelten Umsetzung der kritischen Beulspannung in mitwirkende Breiten muss bei breiten Druckgurten mit kontinuierlicher Einleitung der Stegschubflüsse auch das Schubübertragungskriterium beachtet werden, wie dies bei der Stahlbetonbauweise üblich ist.

Stabilität des Druckgurtes

Der Druckgurt eines Blechträgers kann auf drei Arten *instabil* werden: Einknicken in den dünnen Steg, Verdrehen oder lokales Beulen des Flansches und seitliches Ausknicken bzw. Kippen.

Durch Begrenzung der Stegschlankheit b/d nach Formel (4) kann das *Einknicken* des in Stegrichtung unbelasteten, geraden Druckflansches in den Steg ausgeschlossen werden.

$$(4) \qquad \frac{b}{d} \le 0.4 \frac{E}{\sigma_f}$$

Das ergibt für St 24/37 (Fe 360) den Wert b/d=360 und für St 36/52 (Fe 510) den Wert b/d=240 als maximal zulässige Stegschlankheiten. Meistens erfordern Gebrauchsfähigkeitsund Herstellungskriterien kleinere Schlankheiten. Gebogene Druckgurte und die Einleitung äusserer Kräfte müssen speziell untersucht werden.

Dem lokalen Beulen oder Verdrehen des Druckflansches kann auf zwei Arten begegnet werden, entweder durch die Einführung einer mitwirkenden Flanschbreite $2c_e$ oder mittels Begrenzung der Druckflanschspannung durch die Beulspannung des Flansches.

Meistens ist der dritte Instabilitätsfall, d.h. das seitliche Ausknicken bzw. Kippen des Druckgurtes, massgebend. In der neuen Norm SIA 161 ist die Tragkapazitätsberechnung von zentrisch belasteten Druckgliedern mit Hilfe der Europäischen

Knickspannungskurven durchzuführen. Je nach der Eigenspannungsverteilung über den Querschnitt werden die kritischen Spannungen einer der drei angegebenen Kurven a, b und c entnommen. Dabei gilt die Kurve a für die günstigen Eigenspannungsverteilungen und für eigenspannungsfreie Querschnitte, die Kurve c für die ungünstigen Fälle, wo die Extremfasern unter Druckeigenspannungen stehen, und die Kurve b für die übrigen Fälle. Für das Kippen wird die in [1] angegebene Darstellung gewählt, die die Kippspannung als Funktion von zwei voneinander unabhängigen Anteilen angibt: St. Venantscher Anteil und Wölbanteil.

Ist die Schlankheit des Steges grösser als die Grenzschlankheit, so wird das seitliche Ausknicken des Druckgurtes als Knicknachweis eines zentrisch gedrückten Stabes durchgeführt. Dabei wird die Gurtschlankheit λ am Druckflansch mit dem mitwirkenden Stegstreifen be/2, iedoch höchstens einem Drittel des gedrückten Stegbereichs $b_e/3$, errechnet. Die kritische Knickspannung og darf der Europäischen Knickspannungskurve a entnommen werden. Bei kleineren Schlankheiten als die Grenzschlankheit des Steges kann der St. Venantsche Torsionswiderstand ebenfalls berücksichtigt werden, d.h. der Stabilitätsnachweis wird als Kippnachweis durchgeführt. Ist in der Kapazitätsberechnung die Druckflanschspannung durch die Beulspannung des Flansches begrenzt, darf für das seitliche Ausknicken bzw. Kippen mit der gesamten Flanschbreite gerechnet werden. Wird hingegen eine mitwirkende Flanschbreite 2ce eingeführt, um das lokale Beulen zu berücksichtigen, so muss der Knick- bzw. Kippnachweis ebenfalls mit dieser reduzierten Flanschbreite durchgeführt werden.

Literaturverzeichnis

[1] Vollwandträger, Berechnung im überkritischen Bereich, Schweizerische Zentralstelle für Stahlbau, Zürich, 2. Auflage 1973.

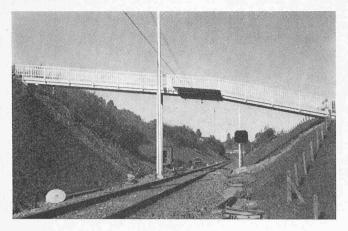
Adresse des Verfassers: Dr. E. Karamuk, dipl. Ing. ETH, c/o Basler und Hofmann, Ingenieure und Planer AG, Forchstrasse 395, 8029 Zürich.

Fussgängerüberführungen in Stahl

Von Hansruedi Signer, St. Gallen

Um den Fussgängern das gefahrlose Überqueren von stark befahrenen Strassen zu ermöglichen, werden in vermehrtem Masse Fussgängerüberführungen gebaut. Für diese Bauwerke ist der Baustoff Stahl aus verschiedenen Gründen bestens geeignet. Folgende *Vorteile* können ins Feld geführt werden:

Bild 1. Fussgängerüberführung über die Bodensee-Toggenburg-Bahn bei Herisau



DK 625.712.34

- geringes Gewicht
- geringe Bauhöhe
- leichte Erscheinungsform
- Vorfabrikation in der Werkstatt inkl. Rostschutz
- kurze, von der Witterung unabhängige Montagezeit.

Aus der fast unbeschränkten Fülle von Konstruktionsmöglichkeiten seien nur die am häufigsten verwendeten erwähnt:

- Hauptträger unter der Gehbahn
- Längsträger und Geländer als Vierendeelträger zusammenwirkend
- Geländer als Hauptträger ausgebildet.

Für die Ausbildung der Gehbahn bietet sich in neuerer Zeit die Verwendung von Verbundblechen an. Meistens können diese Bleche bereits vor der Montage am Tragwerk befestigt werden, so dass nach dem Versetzen eine fertige Arbeitsplattform für das Betonieren der Gehbahn vorhanden ist, die zugleich den unter der Überführung ungehindert fliessenden Verkehr schützt. Die Verschleissschicht wird normalerweise durch einen Gussasphalt- oder Asphaltbetonbelag gebildet.

Als Rostschutz kommen folgende Möglichkeiten in Frage:

- Feuerverzinkung (Elementgrösse durch zur Verfügung stehende Bäder limitiert)
- konventionelle Anstriche