Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 111 (1993)
Heft: 11

Artikel: Vereinfachte Konstruktionsnormen. Teil III: Stahlbauten
Autor: Herzog, Max
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-78148

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: 11.12.2025

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

Vereinfachte Konstruktionsnormen

Teil III: Stahlbauten

Der Umfang der Ausgabe 1990 der SIA-Norm 161 (erschienen im August 1991) liegt mit 114 Seiten eindeutig jenseits

VON MAX HERZOG, AARAU

der Erträglichkeitsgrenze eines Konstrukteurs. Diese Stahlbaunorm ist wohl der überzeugendste Beweis dafür, dass eine Vereinfachung der Konstruktionsnormen dringend erforderlich ist.

Stahlsorten und -güten

In der Schweiz sind folgende Stahlsorten und -güten handelsüblich

☐ *Walzprofile und Grobbleche*

- Handelsbaustahl SE 205 (früher St 34)
- normaler Baustahl SE 235 (früher St 37)
- höherwertiger Baustahl SE 275 (früher St 42)
- hochwertiger Baustahl SE 355 (früher St 52)
- Feinkornbaustahl SE 460 (früher StE 460)

☐ *Gusseisen und -stahl*

- Grauguss GG 150, 240 und 400 (früher GG 15, 24 und 40)
- Stahlguss GS 510 (früher GS 52),

☐ *Stahlbauschrauben*

- Güteklassen 4.6, 5.6, 8.8 und 10.9.

Bemessung

Bemessungsphilosophie

Grundsätzlich muss das erstellte Stahlbauwerk den Ansprüchen des Bestellers genügen. Dazu sind bei der Bemessung folgende Nachweise zu erbringen

- auf Tragfähigkeit,
- auf Gebrauchsfähigkeit und
- auf Ermüdung (nur bei dynamischer Beanspruchung) oder Erdbeben.

Die Stabilität schlanker Tragelemente muss gewährleistet sein. Ihre Formänderungen verkleinern die Tragfähigkeit.

Tragfähigkeitsnachweis

Der Tragfähigkeitsnachweis gilt als erbracht, wenn die mit den Lastbeiwerten multiplizierten Einwirkungen kleiner oder höchstens gleich gross sind wie die durch den Widerstandsbeiwert $\gamma_R = 1{,}1$ (gilt nur für Stahlbauten) dividierten plastischen Widerstände des Tragwerks unter Beachtung möglicher Formänderungen (Theorie zweiter Ordnung) und Instabilitäten (Knicken, Kippen und Beulen). Für den Nachweis dürfen sowohl theoretische Modelle als auch Modellversuche oder in-situ-Messungen verwendet werden.

Gebrauchsfähigkeit

Die Formänderungen der Stahltragwerke sind für den elastischen Zustand nachzuweisen und auf die vorgesehene Nutzung der Stahlbaute abzustimmen.

Ermüdung

Es sind zwei Fälle zu unterscheiden, weil die Ermüdungsfestigkeit von Stahlbauten mit grossen Eigenspannungen (geschweisste Konstruktionen) näherungsweise mittelspannungsunabhängig ist und diejenige von Stahlbauten mit kleinen Eigenspannungen (genietete oder geschraubte Konstruktionen) mittelspannungsabhängig.

Bei den mittelspannungsunabhängigen Schweisskonstruktionen ist nachzuweisen, dass die vorhandene Spannungsamplitude $\Delta\sigma = \sigma_{max} - \sigma_{min}$ kleiner ist als die ertragbare $\Delta\sigma_{fat}$ für eine bestimmte Lastspielzahl N bei einer bestimmten Überlebenswahrscheinlichkeit $P_ü$. Bei den meist älteren, mittelspannungsabhängigen Niet- und Schraubkonstruktionen ergibt sich in Abhängigkeit vom Spannungsverhältnis $\kappa = \sigma_{min}/\sigma_{max}$ und von der Ursprungsfestigkeit σ_U (= $\Delta\sigma$ für $\kappa = 0$) die ertragbare Oberspannung zu $\sigma_{fatmax} = \sigma_U\,(1+0{,}3\kappa)$. Für die Wechselfestigkeit ($\kappa = -1$) folgt daraus in guter Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen $\sigma_W = 0{,}7\,\sigma_U$ und $\Delta\sigma = 2\,\sigma_W = 1{,}4\,\sigma_U$.

Es ist üblich, den Nachweis der ausreichenden Sicherheit gegen Ermüdung auf die Überlebenswahrscheinlichkeit $P_ü = 90\%$ zu beziehen. Der Widerstandsbeiwert ist bei Verwendung von Zahlenwerten für $P_ü = 50\%$ daher von $\gamma_R = 1{,}1$ für statische Beanspruchung auf $\gamma_R = 1{,}1/0{,}8 = 1{,}38$ zu vergrössern, um die ebenfalls grössere Überlebenswahrscheinlichkeit $P_ü = 90\%$ zu gewährleisten.

Erdbeben

Die massgebenden Festigkeiten von Baustahl steigen bei hohen Dehngeschwindigkeiten, wie sie bei Erdbeben vorkommen, um mindestens 50% an, während die Lastspielzahlen so klein bleiben ($N < 10^3$), dass noch keine Abminderung infolge Ermüdung gerechtfertigt ist. Der Wechselbeanspruchung von aussteifenden Bauteilen ist konstruktiv gebührend Rechnung zu tragen.

Korrosionsschutz

Stahlkonstruktionen müssen gegen Korrosion durch Beschichtungen oder Anstriche geschützt werden. Beide sollten nur auf den blanken Stahl erfolgen. Zu diesem Zweck wird die gefertigte Stahlkonstruktion vor der Tauchverzinkung in einem Säurebad decapiert bzw. vor dem Anstrich metallisch blank sandgestrahlt. Die Schichtdicke des Korrosionsschutzes ist der Beanspruchung durch die Witterung anzupassen:

- Innenräume trocken $30\text{-}60.10^{-3}$ mm
- Innenräume feucht oder aussen unter Dach 90.10^{-3} mm
- aussen ohne Dach 120.10^{-3} mm

Die Verwendung wetterfester Baustähle hat sich bisher aus verschiedenen Gründen nicht bewährt. Nichtrostende Stähle ohne Manganzusatz dürfen nur in chloridfreier Luft eingesetzt werden.

Brandschutz

Stahl ist grundsätzlich brandgefährdet. Er verliert bei längerer Brandeinwirkung seine Festigkeit:

Stahltemperatur	Fliessgrenze
20°	100 %
200°	88 %
400°	64 %
600°	28 %

An Schutzmassnahmen stehen zur Verfügung

☐ das *Ausbetonieren* von Hohlprofilen bzw. der Kammern von Walzprofilen,

☐ das *Ummanteln* der Stahlkonstruktion (entweder durch Aufspritzen oder mit vorfabrizierten Platten und Formteilen aus Gips oder Mineralfasern) und

☐ die *Wasserfüllung* von Hohlstützen zur Wärmeableitung im Brandfall (der Nachschub von kaltem Wasser muss gewährleistet sein).

Verbundbauweise

Bei Verbundkonstruktionen werden Platten aus Stahlbeton mit Trägern aus Stahl durch aufgeschweisste oder aufgeschossene Dübel schubfest verbunden. Die Bemessung der Stahlbetonplatten erfolgt nach Teil II: Betonbauten, und diejenige der Stahlträger nach Teil III: Stahlbauten. Es empfiehlt sich, die Verdübelung von Brücken für den elastischen Zustand des Verbundtragwerks und diejenige von Hochbauten für den plastischen Zustand zu bemessen. Die Wahl des Verdübelungsgrades (Eisenbahnbrücken 100% und Hochbauten 50%) ist Sache des Konstrukteurs.

Die Formänderungen von Verbundtragwerken sind für den elastischen Zustand zu ermitteln. Im Brückenbau ist zwischen den langfristigen Lasteinwirkungen (Eigenlast) und den kurzfristigen (Verkehrslast) zu unterscheiden, im Hochbau kann darauf verzichtet werden.

Folgerungen

Aus der vorliegenden Studie in drei Teilen geht klar hervor, dass die Konstruktionsnormen des Bauingenieurs sehr kurz gefasst werden können, wenn man sich auf die wesentlichen Aussagen beschränkt und von Nebensächlichkeiten absieht. In einem Anhang zu diesen Normen können alle erforderlichen Zahlenwerte in einigen wenigen Tabellen zusammengefasst werden. Welche Wohltat wäre diese Vereinfachung für Konstrukteure, die bereit sind, selbständig zu denken und zu handeln.

Schlussbemerkungen

Jedes Tragwerk ist eine Konstruktion, die auch durch eine noch so umfangreiche Festigkeitsberechnung nicht besser gemacht werden kann. Bereits vor einem halben Jahrhundert hat *R. Maillart* in der Schweizerischen Bauzeitung vom 1. Januar 1938 geschrieben: «Ist es aber nötig, in einem Berechnungsverfahren alle Nebenumstände zu berücksichtigen? Gewiss herrscht heute vielfach die Ansicht, es solle die Berechnung eindeutig und endgültig die Abmessungen bestimmen. Indes kann angesichts der Unmöglichkeit der Berücksichtigung aller Nebenumstände jede Berechnung nur eine Grundlage für den Konstrukteur bilden, der sich darauf mit den Nebenumständen auseinanderzusetzen hat. Je nach den Verhältnissen kann das Rechnungsergebnis direkte Anwendung oder Abänderung erfahren, und das zweite wird oft geschehen, wenn nicht ein Rechner, sondern ein Konstrukteur arbeitet. ... Leider verführen oder zwingen die amtlichen Vorschriften (heute die Normen), besonders wenn sie als Lehrstoff benützt oder von Kontrollbeamten buchstäblich angewendet werden, den Ingenieur zu deren strikter mechanischer Anwendung. Eine allgemeine Lockerung der Vorschriften im Sinne der Zuweisung einer grösseren Verantwortung an den konstruierenden Ingenieur würde sehr zur qualitativen Verbesserung unserer Bauwerke beitragen. Vor allem dürften die Vorschriften (Normen) nicht schon dem Studierenden angelernt werden, da dies der Freiheit seines Blickfeldes nur abträglich sein kann. Eine ganz einfache Berechnungsweise ist also einzig möglich und genügend. Die vernünftige Beurteilung ergibt jedenfalls eine Konstruktion von gleichmässigerer Sicherheit als die strikte, aber gedankenlose Anwendung einer mit allen Feinheiten ausgestattete Rechnungsmethode.»

Adresse des Verfassers: *Dr. Max Herzog*, dipl. Bauing., Rohrerstrasse 3, 5000 Aarau

Rechtsfragen

Kantonal nicht anerkannter Architekt

Das Bundesgericht hat erstmals darüber entschieden, ob für Baupläne eines Architekten, der im betreffenden Kanton nicht zur selbständigen Berufsausübung zugelassen ist, Honorar geschuldet wird. Es hat diese Frage grundsätzlich bejaht.

Ein im Kanton Waadt nach dem dortigen Gesetz über den Beruf des Architekten nicht ins Verzeichnis der in diesem Kanton anerkannten Architekten aufgenommener Architekt führt daselbst mit Hilfe eines anerkannten Architekten ein Architekturbüro. Als der nicht anerkannte Architekt mit Auftraggebern in eine Meinungsverschiedenheit darüber geriet, ob ihm für Baupläne ein Honorar geschuldet sei und die Auftraggeber vom Waadtländer Kantonsgericht zur Zahlung verurteilt wurden, erhoben sie beim Bundesgericht Berufung. Dessen I. Zivilabteilung bestätigte indessen das kantonale Urteil.

Die kantonale Praktizierbefugnis

Die Auftraggeber hatten behauptet, der Architektenvertrag sei mangels möglichen und rechtmässigen Inhalts nichtig. Sie leiteten dies daraus ab, dass dieser Architekt nach dem kantonalen Recht gar nicht befugt sei, in der Waadt zu praktizieren. Nach Artikel 20 Absatz 1 des Obligationenrechts (OR) ist zwar ein Vertrag in der Tat nichtig, wenn sein Inhalt unrechtmässig ist. Keine Nichtigkeit tritt jedoch ein, wenn lediglich die subjektive Mitwirkung der einen Partei am Vertrag untersagt ist (Bundesgerichtsentscheid BGE 114 II 280 und zitierte Entscheide). Wo ein Gesetz nicht ausdrücklich die Nichtigkeit einer rechtlichen Handlung als Folge einer Gesetzesverletzung verlangt, kommt Nichtigkeit nur in Frage, wo Sinn und Zweck der betreffenden Bestimmung nach der Nichtigkeitsfolge verlangen, d.h. wo sie der Bedeutung der vom Gesetz bekämpften Auswirkung entspricht (BGE 115 II 364, Erwägung a und zitierte Entscheide). So hat das Bundesgericht die Nichtigkeit eines Vertrages mit ausländischen, in der Schweiz nicht zugelassenen Maklern verneint. Verbietet dagegen das Gesetz den Abschluss eines Vertrages einer Person und sind dabei Interessen der Allgemeinheit auf dem Spiel, so die öffentliche Gesundheit, so wird der Vertrag nichtig sein. Ärzte, Advokaten und Notare dürften in dieser Eigenschaft somit nur Verträge schliessen, wenn sie über eine Berufsbewilligung verfügen.

Erstmaliger Entscheid

Über Architekten hatte das Bundesgericht in diesem Sinne bisher noch nie zu entscheiden. Die kantonale Rechtsprechung und insbesondere die juristische Literatur sind unterschiedlicher Meinung. Nach der nunmehrigen Auffassung des Bundesgerichtes ginge es nicht an, einem gutgläubigen Auftraggeber eines Architekten die absolute Vertragsnichtigkeit aufzuerlegen. Seine Interessen sind besser gewahrt, wenn er zwischen Anfechtung des Vertrags wegen Grundlagenirrtums und Aufrechterhaltung des Vertrages wählen kann. Dies gilt erst recht, wenn die Leistung des Architekten bereits erbracht ist, sie sich in zulässigen Grenzen hält, also trotz kleinen Unvollkommenheiten brauchbar bleibt – insbesondere wenn, wie im vorliegenden Fall, ein nachträglich beigezogener, kantonal zugelassener Architekt keine bessere Lösung für das Bauvorhaben liefert. In einem solchen Fall kann nur geltend gemacht werden, die Auftraggeber hätten sich über die Zulassung des Architekten geirrt oder seien darüber getäuscht worden, so dass sie den Vertrag als unverbindlich anfechten könnten. Einen solchen Mangel mag der Vertrag hier in der Tat aufgewiesen haben. Die kantonale Vorinstanz hatte angenommen, die Auftraggeber seien einem Grundlagenirrtum über die Eigenschaft des Architekten (Art. 24 Abs. 1 Ziff. 4 OR) erlegen. Das änderte aber an der Honorarzahlungspflicht nichts. Denn die Auftraggeber hätten sich dafür unrechtmässig um den Wert der gelieferten Baupläne bereichert gefunden (Art. 62ff. OR). Die Frage der Unverbindlichkeit des Vertrags, die nur durch Anfechtung seitens einer Partei eintritt, konnte damit unentschieden bleiben. Eine von Amtes wegen zu beachtende Nichtigkeit lag ja nicht vor (Urteil 4C176/1990 vom 13. März 1991).

Dr. R.B.