Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109 (1991)
Heft: 16

Vereinsnachrichten

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: 13.07.2025

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

Die neue Norm SIA 161

Stahlbauten

Mit den neuen Normen SIA 160 «Einwirkungen auf Tragwerke» und SIA 162 und 162/1 «Betonbauten», wurde auch die neue Norm SIA 161 «Stahlbauten» an das neue Normenkonzept angepasst. Sie basiert dabei auf der bewährten Grundlage der alten Stahlbaunorm aus dem Jahre 1979. Schon damals wurde das neue Bemessungskonzept mit dem Nachweis der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit eingeführt und das plastische Materialverhalten berücksichtigt.
Nachfolgend werden der Inhalt und die wesentlichen Neuerungen erläutert und der Zusammenhang mit den europäischen Normen (Eurocode 3) aufgezeigt. Damit steht ein modernes, auf die übrigen SIA-Normen abgestimmtes Normenwerk zur Verfügung, welches für alle Bereiche des Stahlbaues und des Verbundbaues angewendet wird, den neuesten Stand berücksichtigt und das Fachwissen in knapper Form zusammenfasst. Da der Stahlbau gegenüber anderen Bauweisen gewisse Besonderheiten besitzt, soll die Norm nicht nur die Anforderungen für die verschiedenen Nachweise aufzeigen, sondern auch Hinweise und direkt anwendbare Regeln für den Einzelfall bieten. Die Norm will sich aber nicht in erster Linie an den Stahlbau-Spezialisten richten, sondern vielmehr an Planer und Ingenieure, die auch nur gelegentlich sich mit Stahlbauten beschäftigen. Für die Ausführung werden die Anforderungen definiert und somit auch den Unternehmern klare Vorgaben gegeben.

Ausgangslage

Mit der Notwendigkeit, das SIA-Ingenieur-Normenwerk durch die Herausgabe der neuen Norm SIA 160 «Einwirkungen auf Tragwerke» anzupassen, hat die SIA-Normenkommission 161 die Gelegenheit wahrgenommen, die bestehende, aus dem Jahre 1979 stammende Stahlbaunorm einer *Teilrevision* zu unterziehen. Damals wurde mit einer vollständigen Neubearbeitung der Übergang vom Nachweis mit zulässigen Spannungen zu den «Tragfähigkeits- und Gebrauchsfähigkeitsnachweisen» vorgenommen und mit einem völlig neuen Konzept Grundlagen für eine ausreichende Ermüdungssicherheit gegeben.

VON KONRAD HUBER, WINTERTHUR

Die SIA-Stahlbaunorm hat seinerzeit im In- und Ausland grosse Beachtung gefunden, wurde doch damals das internationale Fachwissen umfassend zusammengetragen und in einem knappen, auf die praktische Anwendung ausgerichteten Normentext verarbeitet.

Die vorliegende Teilrevision der Norm SIA 161 kann deshalb auf einer bewährten Grundlage aufbauen. Andererseits mussten aber vielfältige Verflechtungen berücksichtigt werden, im besonderen die nun als Grundlage für alle Bauweisen dienende Norm SIA 160.

Die Stahlbaunorm und ihr Platz im SIA- und Euro-Normenwerk

War es überhaupt nötig, eine Revision der bewährten SIA-Norm aus dem Jahre 1979 vorzunehmen? Hätten wir uns nicht an andere, z.B. ausländische Normen anlehnen oder gar den vor der Türe stehenden Eurocode in unserem Hause willkommen heissen sollen? Und: Welchen Platz haben die SIA-Normen allgemein und SIA 161 im besonderen im europäischen Normenwerk?

Die Antworten auf diese Fragen haben wir uns aus der *Sicht der Normenbenützer* zu geben. Die Wunschvorstellung, dass nun – mit den Eurocodes – «bald» ein perfektes, in sich geschlossenes, europaweit anwendbares Normenwerk für alle Bauweisen und alle Bauwerke zur Verfügung stehen werde, legten wir als Realisten beiseite, denn wir haben gesehen, welcher Anstrengungen es bedurfte – nämlich von 1976, mit den ersten europäischen Empfehlungen, bis 1990, dem ersten Eurocode-Entwurf –, um den Teil 1, d.h. die Grundlagen und die Normen für den Hochbau, zu erarbeiten. Die Teile 2 bis 10 werden erst begonnen, die Übersetzungs- und Vernehmlassungsphase setzt für den Teil 1 von EC 3 jetzt ein. Die Normen für die Einwirkungen (Eurocode 1) liegen noch nicht einmal in einem ersten Entwurf allgemein zugänglich vor und der Abschnitt «Herstellung und Montage» wird in einer besonderen Euronorm (TC 135) bearbeitet (was noch erheblicher Koordination mit anderen Normenwerken bedarf)!

All diese Fakten waren zu berücksichtigen, als es galt zu entscheiden, ob wir auf die europäische Normung warten oder, in Eigeninitiative, die Revision der Stahlbaunorm an die Hand nehmen sollten. Denn mit den Normen SIA 160 (Einwirkungen) und 162 (Betonbauten) ist ein neues Konzept nun in die schweizerische Praxis eingeführt worden, das sich zwar an die moderne Normenauffassung (wie diese durch die Eurocodes nun festgelegt wird) anlehnt, das aber unzweifelhaft die SIA-Normen-Tradition weiterführt. Die Anwender erhalten mit den beiden Normen 160 und 162 ein in sich geschlossenes, aufeinander abgestimmtes Regelwerk, der Stahlbau stünde ohne Revision abseits!

Im weiteren war es seit jeher das Ziel der SIA-Normen, durch liberale Formulierungen, Aufzeigen der Grundsätze und Hinweisen auf die Berechnungsmodelle den Anwendungsbereich weit zu stecken und mit möglichst geringemTextumfang die Gesamtheit einer Bauweise zu erfassen. Auch aus dieser Erfahrung war es gegeben, auf der alten Norm aufbauend, eine Revision vorzunehmen und nicht der schwerfälligen, überlappenden Trennung in verschiedene Fachgebiete zu folgen, wie dies der Eurocode (übrigens für *alle* Bauweisen) vorsieht.

Mit dem Entscheid, die Stahlbaunorm einer Revision zu unterziehen, soll erreicht werden, dass dem Benützer für seine tägliche Arbeit (welche meistens harte Kleinarbeit umfasst!) ein in sich geschlossenes, knappes Normenwerk zur Verfügung steht, klar gefasst, widerspruchsfrei, auf neuem Stand.

Die Beziehung zwischen SIA-Normen und dem bevorstehenden europäischen Normenwerk aus der Sicht des Benützer ist in Bild 1 schematisch dargestellt. So betrachtet ist die «Durchlässigkeit» von SIA 161 zum Eurocode 3 erfüllt: Viele Konzepte aus dem Eurocode sind in der SIA-Norm anzutreffen, einiges wurde vereinfacht, weiteres beigefügt, der Leser wird aber bald in jenem Normenwerk heimisch sein, wenn er dieses bereits kennt (Bild 1).

Heute sind bereits Bemühungen im Gange, den Eurocode 3 durch eine Kurzfassung «anwenderfreundlich» zu gestalten. Ein solcher Text, dessen Bearbeitung durch die EKS (Europäische Konvention für Stahlbau) kürzlich beschlossen wurde, würde nur das Teilge-

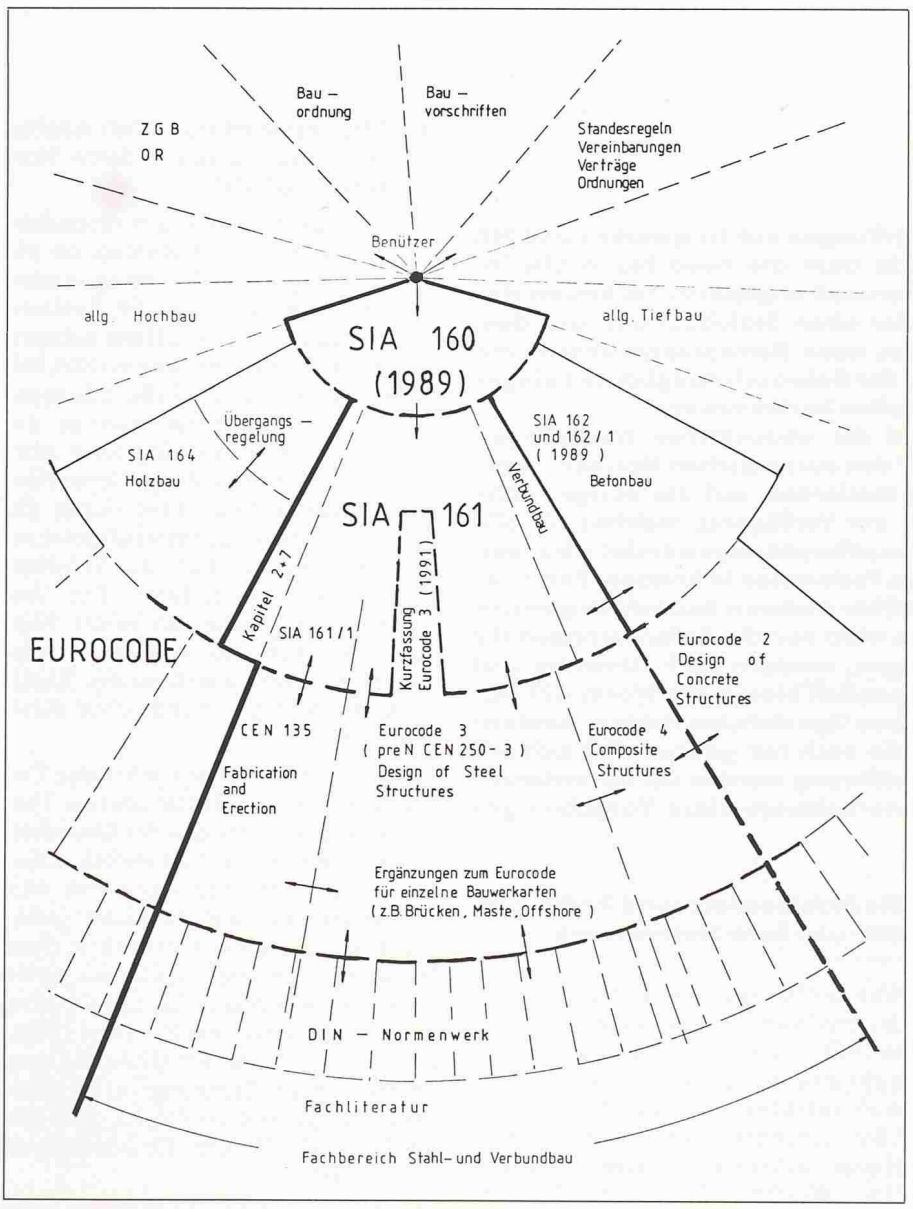

Bild 1. Die SIA-Konstruktionsnormen und ihre Stellung im Rahmen der internationalen Normungstätigkeit aus der Sicht des Benützers

Basis der Konstruktionsnormen SIA 161, 162 und 164 ist die Norm SIA 160 «Einwirkungen auf Tragwerke». Die Normen für die einzelnen Bauweisen berücksichtigen die Eurocodes, sind aber weniger ausführlich, jedoch für alle Bauwerksarten anwendbar. Zusammen mit den Bemessungshilfen der SZS (Bemessungstafeln, Stahlbautabellen) enthält die Norm SIA 161 alle wesentlichen Regeln für die Projektierung und Ausführung von Stahlbauten. Gegenüber den Eurocodes besteht eine «Durchlässigkeit», so dass die SIA-Regeln die Euronormen (Vornormen) nicht verletzen.

biet «Berechnung, Bemessung und Nachweise» umfassen, liesse somit viele Aspekte unberücksichtigt und wäre nur für den Hochbau (Marktanteil in der Schweiz allerdings ca. 80 Prozent) anwendbar. Auch so betrachtet wäre das Warten auf den Eurocode keine Alternative.

Man kann es drehen und wenden wie man will: Der Entscheid, die Norm SIA 161 auf der Grundlage von SIA 160 und in Anlehnung an SIA 162 zu revidieren, soll dem Benützer dienen! Er entspringt *nicht* einem Bedürfnis, Bewährtes einfach durch Neues zu ersetzen oder gar leichtfertig zu ändern, noch ist er Ausdruck einer Eigendynamik, der Normenkommission oder das SIA-Generalsekretariat unterworfen sein könnten.

Einzelne Früchte dieses Entscheides beginnen bereits heute zu reifen: In internationalen Kommissionen, in nationalen Normenorganisationen oder bei der Beurteilung von Forschungsergebnissen bildet die neue Norm SIA 161 in vielen Fällen eine willkommene Beurteilungsbasis, und es ist zu erkennen, dass sie für einzelne Teilgebiete neue, vernünftige Massstäbe setzt.

Wesentliche Neuerungen im Überblick

Diese Teilrevision führte nun zu Neuerungen, anderen Darstellungsweisen, einer neuen Gliederung und in Einzelfällen zu notwendigen Kompromissen. Am augenfälligsten ist die Gliederung der Norm in zwei Hefte, eine Hauptnorm für das ganze Gebiet des Stahlbaues und eine Zusatznorm für die Qualitätssicherung. Der Aufbau dieser Norm entspricht damit der Norm SIA 162 «Betonbauten», was sich auch in der neuen Gliederung der Hauptnorm ausdrückt. Mit dieser Massnahme soll die Anwendung erleichtert werden.

Die Zusammenstellung in Tabelle 1 soll den Vergleich mit der alten Norm und die Beurteilung des Textes erleichtern.

Dabei ist folgendes zu beachten:

- Zahlreiche Neuerungen bei Begriffen und Bezeichnungen sind bedingt durch die internationalen Konventionen (Eurocodes) und die Norm SIA 160. Eine Anpassung wird erforderlich, um langfristig eine Vereinheitlichung zu erreichen, auch wenn Begriffe oder Bezeichnungen geändert werden müssen, die sich eingebürgert haben.
- Das alte Kapitel 3 «Berechnung und Bemessung», das sowohl die generellen Konzepte wie auch den Nachweis einzelner Bauteile umfasste, ist nun in zwei Kapitel 3 und 4 aufgeteilt. Kapitel 3 umfasst die allgemeinen Bestimmungen für die Berechnung, Bemessung und die Nachweise, während im Kapitel 4 der Nachweis von Bauteilen enthalten ist. Damit können einzelne Bestimmungen des Kapitels 3 näher umschrieben oder Einzelheiten beim Nachweis von Bauteilen dargestellt werden. Überschneidungen oder Doppelspurigkeiten treten dabei nicht auf. Die weiteren Kapitel erfahren damit jedoch eine Umnumerierung.
- Im Kapitel 6 «Herstellung und Montage» ist nun neu (im Sinne einer Qualitätssicherung) die Bedingung aufgenommen, dass für die Ausführung von Schweissarbeiten die ausführende Unternehmung entsprechende Qualifikationen besitzen soll. Mit der Definition von Schweissnahtqualitäten und den in der Zusatznorm 161/1 festgelegten Beurteilungsgrenzwerten ergibt sich damit – in Anlehnung an internationale Regelungen – ein detailliertes und übersichtliches Qualitätssicherungskonzept.

Mit der Aufteilung der Norm in zwei Hefte (161 und 161/1) folgen wir auch einem internationalen Trend, der –

Ziffer	*Was ist neu? evtl. Vergleich alt – neu*	*Gründe für Neuerung / Änderung / Ergänzung*
3	**Berechnung, Bemessung, Nachweise**	
3 1	**Grundsätze**	
3 13	Die Einwirkungen und «Last-Kombinationen» sind nach SIA 160 aus den Gefährdungsbildern zu bestimmen. Richtlinie 1, SIA 161 (1979) wird somit ungültig.	
3 2	**Tragsicherheit**	
3 21	*Nachweiskonzept:*	
	alt / **neu**	
	$S^* = \gamma \cdot S(G,Q) < R$ / $S_d \leq \frac{R}{\gamma_R}$	
	Nachweis auf «oberem» Niveau / Nachweis auf «mittlerem» Niveau	
	$\gamma = \gamma_F \cdot \gamma_R$ / S_d = Bemessungswert der Beanspruchung nach SIA 160, Ziffer 3.5.	Diese wichtige Änderung wurde durch SIA 160 ausgelöst und steht in Übereinstimmung mit neuen internationalen Regelungen (z.B. Eurocode)
3.214	*Widerstandsbeiwert:*	
	alt / **neu**	
	$\gamma = 1{,}6$, wobei / $\gamma_G = 1{,}3$	siehe SIA 160
	$\gamma = \gamma_F \cdot \gamma_R$, mit / $\gamma_Q = 1{,}5$	
	$\gamma_F = 1{,}4$ und $\gamma_R = 1{,}15$ / $\gamma_R = 1{,}1$ (Regelfall)	
	Die Reduktion des Widerstandsbeiwertes γ_R ist gerechtfertigt durch: - Neues Qualitätssicherungssystem gemäss Norm SIA 161/1 - Geringe Toleranzen und exakte Systemerfassung im Stahlbau im Vergleich zu Betonbauten	
3 25	*Stabilität:*	
3.251	- Angabe von Vorverformungswerten für Tragwerke und Einzelstäbe, um Berechnungen nach Theorie 2. Ordnung durchführen zu können. Diese können dann Stabilitätsnachweise ersetzen.	Anlehnung an internationalen Trend und SIA 162
3 3	**Gebrauchstauglichkeit**	
	Lasten sind durch SIA 160 definiert, Richtwerte für Durchbiegungen darauf abgestimmt.	Anpassung an SIA 160
3 4	**Ermüdungssicherheit**	
3 44	Der Ermüdungsnachweis wird mit der Ermüdungsfestigkeit bei $2 \cdot 10^6$ Spannungswechseln durchgeführt. Die neuen Betriebslastfaktoren α berücksichtigen die unterschiedlichen Lastwechselzahlen bei verschiedenen Einwirkungen. Diese wurde angepasst und erweitert für Hauptträger von Strassenbrücken und Kranträger.	Neue Erkenntnisse und Untersuchungen ICOM Anpassung an internat. Empfehlungen
3.447	Widerstandsbeiwert für Nachweis der Ermüdungssicherheit γ_{fat} auf 1.1 reduziert.	Neue Erkenntnisse. Bessere Einordnung der Kerbgruppen, detailliertere Betriebslastfaktoren α.
4	**Nachweis von Bauteilen**	Neues Kapitel, analog SIA 162
4 1	**Träger und Stützen aus Walzprofilen, Rahmenknoten**	
4.134	- Verfeinerte Interaktionsformel M-N für den Nachweis des Querschnittwiderstandes von Walzprofilen.	Eurocode, Übereinstimmung mit Theorie
	- Rahmenknoten: Neuer Abschnitt	Auswertung der SZS-Publikation A4. Wunsch der Praxis
4 14	*Stabilität von I-Walzprofilen* Neue Interaktionsformeln M-N für den Stabilitätsnachweis	Besserer Übergang vom Fertigkeits- zum Stabilitätsproblem.
5	**Werkstoffe**	
	(neuer Titel, früher Material)	Anpassung an intern. Terminologie
	Anpassung an Euronormen und internationale Bezeichnungen	Anpassung an intern. Terminologie
6	**Herstellung und Montage**	
6 2	**Betriebsqualifikation**	
	Wird neu eingeführt mit Betriebsausweisen S1 für höhere Anforderungen und S2 für geringere Anforderungen, entsprechend den Zuordnungsbereichen der Tragkonstruktion (siehe Tab. 20)	Definition der Anforderungen für QS-Systeme. Internat. Vorschriften und Abkommen.
6 3	**Schweissverbindungen**	
6 33	Qualitätsstufen für Schweissnähte QA bis QD Anmerkung: SIA 161/1 gibt detaillierte Angaben für: - Beurteilungsgrenzwerte - Wahl der Q-Stufen - Massnahmen bei der Herstellung - Prüfungen	Bildet die Grundlage für die Anwendung von QS-Systemen
6 5	**Toleranzen**	
	Verbesserte und detailliertere Angaben	Europäische Empfehlungen. Präzisere Definition der Qualitätsanforderungen.
7	**Aufgaben der beteiligten Fachleute**	
	Neues Kapitel in Anlehnung an SIA 162	Abgrenzung der Verantwortungen
	Norm SIA 161/1	
	Diese neue Norm wurde als Ergänzung zur SIA 161 erstellt, um die Anforderungen für die Qualitätssicherung zu definieren und Beurteilungskriterien aufzustellen. Die Norm kann für sich allein in Stahlbaubetrieben verwendet werden. Deshalb sind gewisse Wiederholungen aus SIA 161 unvermeidlich.	

Tabelle 1. Zusammenstellung der wichtigsten Änderungen der neuen Norm SIA 161 (1990)

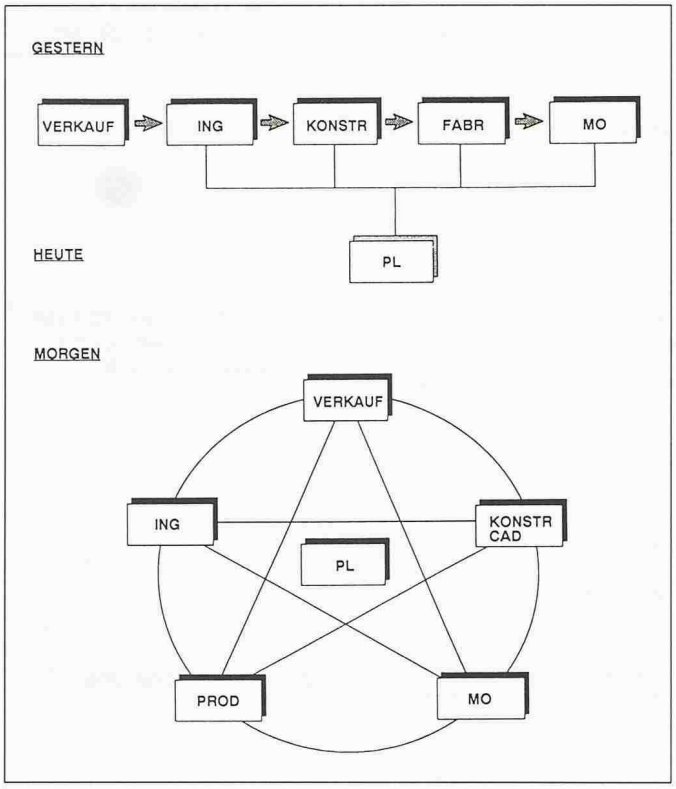

Bild 2. Auftragsabwicklung in der Stahlbau-Unternehmung: gestern – heute – morgen

Während gestern die schrittweise Objektabwicklung die Regel war, bei der der Ingenieur sein Projekt dem Konstrukteur zur Weiterbearbeitung übergab und dieser mit den Ausführungsplänen die Fertigung und Montage einleitete, koordiniert heute der Projektleiter (PL) die Auftragsabwicklung. Er überwacht die Termine und die einzelnen Tätigkeiten, beschafft rechtzeitig fehlende Unterlagen und sorgt bis über die Montage und Abnahme hinaus für die korrekte Erfüllung des Werkvertrages. In der Zukunft beeinflussen sich die einzelnen Tätigkeiten gegenseitig in viel stärkerem Masse. Sie sind durch EDV und CAD-Systeme miteinander verknüpft. Der PL hat weiterhin eine Koordinationsaufgabe und ist für die Erfüllung des Werkvertrages verantwortlich. Darüber hinaus überwacht er die einzelnen Aufgaben mit dem Ziel, einen optimal verknüpften Ablauf zu erreichen.

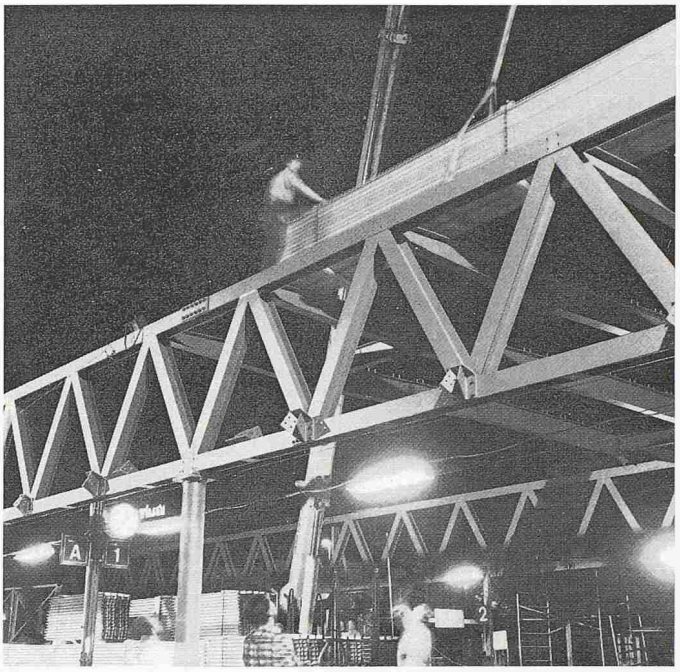

Bild 3. Beispiel einer klassischen, modernen Stahlbauaufgabe: Bahnhofneubau unter voller Wahrung des Verkehrs (Neubau Bahnhof Winterthur)

In kurzen Betriebspausen während der Nacht von 23.40 bis 05.20 Uhr wird die Tragstruktur für die neue Perronhalle mit darüberliegendem zweigeschossigem Parkhaus montiert. Keine Schalung und Gerüstung ist erforderlich. Der Stahlbau «wächst» heimlich über Nacht!

man mag dies bedauern – auch im Normenbereich für die Gebiete «Berechnung» einerseits und «Ausführung» andererseits getrennte Normenwerke vorsieht. Die gewählte Aufteilung im SIA-Normenwerk entlastet die Hauptnorm von Spezialfragen, verbessert die Übersichtlichkeit und gibt dem Spezialisten für die Qualitätsüberwachung ein kleines, in sich geschlossenes Normenheft in die Hand.

Einzelne Kapitel

Nachweis der Tragsicherheit

Bemessungswert der Einwirkungen S_d und Tragwiderstände R:

Diese sind durch die Norm SIA 160 (1989) gegeben. Grundsätzlich kann der Nachweis (auf dem «mittleren» Niveau!) als

direkter Nachweis $S_d \leq \frac{R}{\gamma_R}$

oder
mit Interaktionsformeln

$$\frac{S_d}{R/\gamma_R} \leq 1$$

geführt werden.

Die Tragwiderstände R sind in der Norm 161 definiert. Bemessungshilfen der SZS geben zahlreiche R-Werte (z.B. für Biegeträger, Knickstäbe, Verbindungsmittel etc.), so dass in einfachen Fällen auch ein direkter Vergleich in der Form

$$\gamma_R \cdot S_d \leq R, \text{ bzw. } \frac{\gamma_R \cdot S_d}{R} \leq 1$$

möglich ist. Eine solche Form entspricht dem alten Konzept der SIA-Norm 161.

$$S^* \leq R, \text{ bzw. } \frac{S^*}{R} \leq 1$$

Im Stahlbau gehören nun zum Nachweis der Tragsicherheit verschiedene Aufgaben, wie dies in Ziffer 3 211 2 umschrieben ist, nämlich

Nachweis des gesamten Tragwerkes und seiner Tragelemente (Gesamtstabilität, Querschnittswiderstände):

Stahlbauten sind aus stabförmigen Elementen zusammengesetzt, die in ihrem Zusammenwirken das Tragwerk bilden. Dieses muss in sich den Anforderungen genügen. Das bedeutet, dass sowohl die einzelnen Bauteile (z.B. die Flansche und Stege von Trägern, Stäbe von Fachwerken, Stützen und Riegel bei Rahmen) als auch das gesamte Tragwerk die durch die Gefährdungsbilder festgelegten Einwirkungen aufnehmen und auf die Fundamente übertragen können (Gesamtstabilität).

Nachweise der Stabilität einzelner Tragelemente:

Diese Stabilitätsnachweise sind ein wesentliches Merkmal des Stahlbaues. Die dünnen und schlanken Bauglieder aus einem hochwertigen, stark beanspruchten Werkstoff weisen z.T. recht hohe Schlankheiten auf und sind deshalb Stabilitätsphänomenen unterworfen.

Einzelne Tragelemente können als Stäbe knicken oder auskippen, d.h. druckbeanspruchte Teile wollen sich durch seitliches Ausweichen der Kraftaufnahme entziehen.

Der *Stabilitätsnachweis von Stäben* wird bestimmt durch die Querschnittsform, die Art der Beanspruchung und die Lagerungsbedingungen des Stabes. Ausserdem spielen das Materialgesetz, also der Verlauf des σ-ε-Diagrammes und Eigenspannungen eine wichtige Rolle.

Unsere neue Norm enthält in den Ziffern 3 25, 4 1 und 4 2 eine ganze Reihe einfach anzuwendender Näherungen. Lagerungsbedingungen und Einwirkungen bestimmen den Stabilitätsfall und damit die anzuwendenden Formeln. Zum Teil basieren diese Näherungen auf umfangreichen experimentellen Untersuchungen, damit auch das plastische Materialverhalten und vorhandene Eigenspannungen berücksichtigt werden.

Lokale Instabilitäten können den Tragwiderstand wesentlich beeinflussen. Geschweisste Vollwandträger aus dünnen Blechen, Krafteinleitungen ohne Aussteifungen, kaltgeformte Profile und Profilbleche, dünne Schalen und Scheiben sind im besonderen Masse auf lokale Instabilitäten (Ausbeulen) zu untersuchen.

Die Norm gibt, abgestimmt auf die verschiedenen Rechenverfahren, *Grenzschlankheiten* an, die beachtet werden müssen, damit die *Querschnitte* die ihnen zugewiesenen Beanspruchungen wirklich aufnehmen können. Damit können aufwendige Berechnungen oft vermieden werden.

Festigkeitsnachweis für Verbindungen:

Stahlkonstruktionen werden in ihrer Tragsicherheit (und in den Kosten!) wesentlich bestimmt durch die Gestaltung der Anschlüsse und der Knotenpunkte.

Der Festigkeitsnachweis der Verbindungen ist deshalb eine wichtige Aufgabe. Zutreffende Tragmodelle, duktiles Verhalten der Verbindungsmittel und der Verbindungsteile, fertigungs- und montagegerechte Gestaltung sowie eine angemessene Qualitätssicherung sind die Grundlagen für das Erreichen der geforderten Tragsicherheit.

Damit Verbindungen als vorzeitige Versagensstellen einer Tragkonstruktion ausgeschlossen werden, enthalten die rechnerischen Tragwiderstände (in Übereinstimmung mit Eurocode) zusätzliche Sicherheitsmargen.

Die rechnerischen Tragwiderstandswerte für Schraub- und Schweissverbindungen entsprechen der alten Norm SIA 161. Damit sind auch ältere Ausgaben der SZS-Stahlbautabellen und Bemessungshilfsmittel anwendbar. Zu beachten ist, dass grundsätzlich, sowohl in der Norm wie auch in den Bemessungshilfsmitteln, *Tragwiderstände R* (V_R, L_R, T_R für Schraubverbindungen auf Abscheren, Lochleibung und Zug bzw. ϱ_W und ϱ_S für Kehlnahtverbindungen) angegeben werden. Für den Vergleich mit den Bemessungswerten der Beanspruchung S_d ist deshalb der Widerstandsbeiwert ($\gamma_R = 1{,}1$) einzuführen.

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Entsprechend dem Konzept der Norm SIA 160 sind für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit die Einwirkungen einzeln definiert.

Für Stahlbauten sind im besonderen die Verformungen zu beachten, eine Berechnung, die seit jeher zum Entwurf von Stahlbauten gehörte. Die Grenzwerte der Durchbiegungen sind als Richtwerte zu betrachten, die im einzelnen Falle verschärft oder evtl. auch gemildert werden können.

Zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit gehören auch Überlegungen über zu wählende Überhöhungen und allfällige Berechnungen von Reibungsverbindungen zur Vermeidung des Schraubenschlupfes.

Nachweis der Ermüdungssicherheit

Das bereits 1979 eingeführte $\Delta\sigma$-Konzept für den Nachweis der Ermüdungssicherheit hat sich bewährt.

Die Zahl der Lastwechsel und das Belastungskollektiv für verschiedene Bauwerke werden durch sogenannte *Betriebslastfaktoren* α charakterisiert, mit denen die Spannungsdifferenzen für den Nachweis der Ermüdungssicherheit, wie folgt zu multiplizieren sind:

$$\Delta\sigma_e = \alpha \cdot \Delta\sigma(Q_{fat})$$ äquivalente Spannungsdifferenzen

Diese äquivalenten Spannungsdifferenzen müssen nun mit den Ermüdungsfestigkeiten $\Delta\sigma_C$ der betreffenden Kerbgruppe bei $2 \cdot 10^6$ Spannungswechseln gemäss Anhang A1, verglichen werden

$$\Delta\sigma_e \leq \frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_{fat}}$$

Der Widerstandsbeiwert γ_{fat} beträgt 1,1 für Zugspannungen, 1,0 wenn nur Druckspannungen auftreten.

Bemessung von Bauteilen (Kap. 4)

In diesem Kapitel werden die Tragwiderstände R der im Stahlbau am häufigsten auftretenden Bauteile definiert.

Damit können für den Einzelfall sehr präzise und einfach zu handhabende Regeln angegeben werden, die zusammen mit Bemessungshilfen den Stahlbau-Entwurf einfach machen!

Solche Bauteile sind:

- Träger und Stützen aus Walzprofilen mit Rahmenknoten
- Blechträger, inkl. die damit zusammenhängenden Stabilitätsprobleme (Ausbeulen)
- Fachwerke und gegliederte Knickstäbe
- Kaltprofile und Profilbleche
- Krananlagen
- Lager und Gelenke
- Verbundträger
- Blechverbunddecken
- Verbundstützen

Festigkeits- und Stabilitätsnachweise sind dabei gleichermassen berücksichtigt.

Die Norm SIA 161 folgt damit dem Aufbau der Norm SIA 162 (Betonbauten).

Werkstoffe

Als bedeutende Neuerung, auch im internationalen Vergleich, ist der Einbezug hochfester *Feinkornbaustähle* mit Mindest-Streckgrenzen bis 460 N/mm². Für Bewehrungen im Betonbau sind solche Festigkeiten zwar normal, für den Stahlbau bedeuten Stähle dieser Art insofern eine Besonderheit, als sie, dank neuer Produktionsmethoden, vorbehaltlos schweissbar sind, auch bei grösseren Dicken.

Herstellung und Montage

Auf die Neuerung, *Betriebsqualifikationen* einzuführen, wurde bereits hingewiesen. Wir folgen damit einem internationalen Trend und beachten dadurch internationale Abkommen, welche im Blick auf den gemeinsamen Markt (EG 92) bedeutsam sind.

Toleranzvorschriften für Querschnitte, Einzelteile, Bearbeitungen und für fertig montierte Stahlbauten helfen mit, die Verständigung zu verbessern, die Ausführung auf die Rechenannahmen abzustimmen und im Einzelfall klare Beurteilungsgrenzen festzulegen. Sie sind mit den üblichen Fertigungsmethoden und eingeübten Fachkräften ohne weiteres einhaltbar.

Da für den Oberflächenschutz seit kurzer Zeit eine besondere Norm (SZS B3, SN 555 001) besteht, konnte sich die Norm SIA 161 hier kurz fassen.

Aufgaben der beteiligten Fachleute

Dieses Kapitel ist keine Erfindung der Stahlbauer. Vielmehr lehnt es sich stark an SIA 162 an.

Damit sollen die Verantwortlichkeiten klargestellt und auf Besonderheiten bei der Projektierung und Ausführung aufmerksam gemacht werden. Dabei ist zu erinnern, dass der Stahlbau-Unternehmer meist nur sehr kurze Zeit auf der Baustelle tätig ist (kurze Montagezeiten sind eine Stärke des Stahlbaues!) und die Montagebauweise einen Grossteil der Arbeit in die Werkstätten verlegt. Die Werkstoffe werden unter industriellen Bedingungen in hierfür besonders ausgerüsteten, qualitätsüberwachten Werken erzeugt und geprüft, die Fertigung zunehmend mechanisiert. Damit wird dem Unternehmer eine besondere Verantwortung zugewiesen. In der Zusammenarbeit liegt der Schlüssel zum Erfolg, der durch das Ausschöpfen der spezifischen Stahlbau-Vorzüge erreicht wird.

Ausblick

Eine Norm will «Leitplanken» aufstellen für

- die Verständigung
- die Festlegung eines angemessenen, verantwortbaren Sicherheitsniveaus. Hierzu gehören nicht nur Regeln für die Nachweise. sondern auch Grenzwerte für Toleranzen und die Qualitätssicherung.
- den Wettbewerb, damit die Bauherren Bauwerke erhalten, die den üblichen Anforderungen genügen und bei denen Vergleiche zwischen verschiedenen Lösungen möglich sind.

Leitplanken sind aber auch Begrenzungen eines Weges, der weiter – auf ein Ziel hin – führt. So betrachtet, sind Normen eine Hilfe auf dem Projektierungs- und Realisierungsweg (Bilder 1 und 2).

Der Stahlbau ist zwar eine Spezialität, er enthält aber alle Elemente, um ihn im Einzelfall zu einer bevorzugten Bauweise werden zu lassen. Er hat den Bewährungsbeweis in seiner über 100jährigen Geschichte erbracht (von nötigen «Stahlbau-Sanierungen» wird bezeichnenderweise in der Fachwelt, in Tagungen und Kursen nicht gesprochen!). Er hat mit Hilfe der Forschung und der Entwicklung neuer Erzeugungstechniken (für die Werkstoffe) und Fertigungstechniken für die Konstruktion stetig den technischen Fortschritt weitergeführt und steht nun mit der integralen CAD-CAM-Applikation vor einem neuen Entwicklungsschritt. Daraus werden neue, interessante Bauaufgaben erwachsen!

Adresse des Verfassers: *K. Huber*, dipl. Ing. ETH/SIA, c/o Geilinger AG, 8401 Winterthur; Präsident der SIA-Normenkommission 161.

Rücklauf der Leserumfrage 1991

Nachdem anfangs Januar die Empfänger der 10'500 Exemplare unserer Zeitschrifl zu einer Leserumfrage gebeten wurden, sind 1'115 ausgefüllte Fragebogen eingegangen. Die statistische und qualitative Auswertung ist noch im Gange. Ueber die Ergebnisse werden die Leser in zwei Stufen informiert: Im Mai erfolgt die Bekanntgabe der statistischen Resultate mit knappen sachlichen Erläuterungen zur Darstellung, und im Juni erscheint der Bericht über die verlagseigene Analyse der Ergebnisse, die gezogenen Folgerungen und die getroffenen Massnahmen.

Rund 80 Prozent der Antwortenden sind SIA-Mitglieder, die andern freie Abonnenten. 632 Betriebsinhabern stehen 483 Angestellte gegenüber. Die vorliegenden Antworten wurden von 12 Prozent Intensivlesern, 56 Prozent Durchschnittslesern und 36 Prozent Extensivlesern abgegeben. 309 (28%) sammeln die ganzen Jahrgänge.

Alterskategorien (Total: 1115) und Fachrichtungen (Höheres Total wegen Mehrfachnennungen: 1149) sind wie folgt vertreten:

Alterskategorien		Architektur	Bauingenieure	Andere
		422 (36,7%)	408 (35,5%)	319 (27,8%)
- 30	132 (11,8%)	48 (11,4%)	44 (10,8%)	42 (13,2%)
35 - 44	284 (25,5%)	122 (28,9%)	99 (24,3%)	74 (23,2%)
45 - 54	313 (28,1%)	130 (30,8%)	120 (29,4%)	70 (21,9%)
55 - 64	220 (19,7%)	82 (19,4%)	88 (21,6%)	55 (17,2%)
65 ++	166 (14,9%)	40 (9,5%)	57 (14,0%)	78 (24,5%)
	1115 (100,0%)	422 (100,0%)	408 (100,0%)	319 (100,0%)

Unter dem Titel "Andere"(Fachrichtungen) sind hier zusammengefasst: 94 Maschineningenieure, 66 Kultur- und Vermessungsingenieure und Geometer, 44 Ingenieure der Umwelttechnik, 40 Elektroingenieure, 38 Forstingenieure, 20 Geologen und Naturwissenschafter, 18 Chemiker und Physiker, 15 Informatiker, 3 Ingenieur-Agronomen, 2 Ingenieure der Materialtechnik und schliesslich 17 ohne Angabe einer Fachrichtung.

Die 906 antwortenden SIA-Mitglieder repräsentieren ihren Verein gut. Alle SIA-Sektionen und alle SIA-Fachgruppen sind in einer den Gesamtverein wiederspiegelnden Weise vertreten, wobei nirgends eine abweichende Verteilung der übrigen statistischen Merkmale zu vermerken sind.

Die Ausschöpfung von 10,6 Prozent des Aussandes ist an sich zufriedenstellend, und die statistischen Merkmale der Antwortenden entsprechen der Gesamtleserschaft gut, wenngleich eine Repräsentativumfrage wahrscheinlich eine noch bessere Repräsentanz ergeben hätte. Der Unterschied hätte vor allem in der zufälligen Auswahl der Antwortenden innerhalb ihrer statistischen Merkmale bestanden, während sie jetzt nach eigenem Entscheid auftraten.

Darüber zu diskutieren scheint aber müssig. Wichtiger ist unser Grundsatz: Lob erfreut, Kritik hilft, Polemik schadet. Auf dieser Grundlage wird die Leserumfrage selbstkritisch ausgewertet werden, wobei wir den vielen auf den letzten Seiten der Fragebogen ausformulierten Anregungen ganz besonderes Augenmerk schenken.

H. Rudolphi