

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 110 (1992)  
**Heft:** 40

**Artikel:** Einwirkungen auf Tragwerke: technische Fragen und Antworten zur Norm SIA 160 (1989)  
**Autor:** Matt, Peter / Hirt, Manfred A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-77963>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.03.2025

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

# Einwirkungen auf Tragwerke

Technische Fragen und Antworten zur Norm SIA 160 (1989)

**Die neue Norm SIA 160 (1989) «Einwirkungen auf Tragwerke» wurde in den Jahren 1989 und 1990 mit Einführungskursen der Praxis vorgestellt. Anlässlich dieser von rund 2 500 Teilnehmern in der deutschen, französischen und italienischen Schweiz besuchten Kurse wurden viele Fragen diskutiert. Im Auftrag der Begleitkommission SIA 160 stellen die Autoren nachfolgend die Fragen und Antworten zusammen. Es handelt sich um Fragen allgemeiner Natur sowie auch Fragen, die sich spezifisch auf den Normtext beziehen.**

Die anlässlich der verschiedenen Einführungskurse zur Norm SIA 160 (1989) «Einwirkungen auf Tragwerke» [1] bis

VON PETER MATT, ITTIGEN,  
UND MANFRED A. HIRT,  
LAUSANNE

[3] gestellten Fragen, wurden vorerst an den Tagungen mündlich beantwortet. Sie wurden dann gesammelt, geordnet und in der Begleitkommission SIA 160 (BK SIA 160) sowie in den einzelnen Arbeitsgruppen eingehend behandelt. Die Fragen können in drei Gruppen eingeteilt werden:

- allgemeine Fragen zur Norm
- Fragen rechtlicher Natur
- spezifische Fragen zum Normtext.

Die allgemeinen und spezifischen Fragen werden, soweit sie von allgemeinem Interesse sind, nachfolgend behandelt. In bezug auf die Fragen und Antworten rechtlicher Natur wird auf [4] verwiesen.

Die BK SIA 160 verfolgte mit der vorliegenden Arbeit zwei Ziele. Einerseits dienten die Fragen dazu, Fehler oder andere Unzulänglichkeiten in der Norm zu erkennen, andererseits soll mit der schriftlichen Zusammenstellung von Fragen und Antworten eine weitere hilfreiche Grundlage für die Praxis geschaffen werden. In bezug auf die erstgenannte Zielsetzung stellt die BK SIA 160 fest, dass weder durch die aufgeworfenen Fragen, noch durch die Normanwendung in der Praxis Probleme gefunden wurden, die wesentliche Textänderungen erforderlich gemacht hätten. Es hat sich allerdings auch gezeigt, dass einzelne Textstellen im Sinne von Ergänzungen und Präzisierungen zu verbessern sind. Es ist vorgesehen, solche Normkorrekturen zu veröffentlichen.

## Allgemeine Fragen

*Sind ausser den Bauingenieuren die anderen am Bauprozess beteiligten Personen wie beispielsweise Bauherren, Architekten, Unternehmer über die neuen Ordnungsmittel wie Nutzungsplan, Sicherheitsplan, Kontrollplan, usw. orientiert?*

Am 11. April 1991 fand in Zürich eine SIA-Tagung statt, welche die Rolle des Architekten in den neuen Tragwerksnormen des SIA zum Thema hatte [5]. Diese Veranstaltung hatte das Ziel, die Architekten mit den neuen Tragwerksnormen und deren Ordnungsmittel vertraut zu machen (Bild 1). Je nach Bedarf wird der SIA weitere Aktionen in Gang setzen. Im übrigen ist es eine wichtige Aufgabe jedes einzelnen Ingenieurs, in den persönlichen Kontakten mit seinen Baupartnern auf die Nützlichkeit und Notwendigkeit dieser Pläne hinzuweisen.

Es ist wichtig, dass Architekten und Ingenieure bereits zu einem frühen Zeitpunkt im Planungsprozess zusammenkommen. Beim Erarbeiten des Nutzungsplanes können die Bedürfnisse des Bauherrn erkannt und in entsprechende Massnahmen umgesetzt werden.

Im übrigen konnte festgestellt werden, dass öffentliche und grosse, private Bauherren in der Regel die Erarbeitung der neuen Pläne verlangen. Ingenieure, welche solche Pläne aufgestellt haben, sind heute von deren Nützlichkeit überzeugt, denn damit lassen sich mögliche Probleme frühzeitig erkennen. Auch das Genehmigen des Nutzungsplanes durch den Bauherrn oder den Architekten mittels Unterschrift oder durch das Festhalten in einem Sitzungsprotokoll, bietet in den meisten Fällen keine Schwierigkeiten mehr.

*Wie ist die finanzielle Entschädigung für das Erstellen der verschiedenen Pläne geregelt?*

Die Honorarordnung SIA 103 (1984) sagt in Art. 4 klar, dass das Erarbeiten von Nutzungsplan, Sicherheitsplan und Kontrollplan zu den üblichen Grundleistungen gehört und damit nicht gesondert bezahlt wird.

In bezug auf die Nutzungsanweisung, den Überwachungsplan und den Unterhaltsplan sind die Bestimmungen weniger eindeutig. In Art. 4.1.9 der erwähnten Honorarordnung wird wohl erwähnt, dass zu den Grundleistungen auch das «Zusammenstellen der für Betrieb und Unterhalt erforderlichen Dokumente und Abgabe an den Auftraggeber» gehört; die in der Empfehlung SIA 169 (1987) «Erhaltung von Ingenieur-Bauwerken» definierten Ordnungsmittel Nutzungsanweisungen, Überwachungsplan und Unterhaltsplan werden aber nicht spezifisch genannt. Es hat sich inzwischen die Auffassung durchgesetzt, dass die Erarbeitung dieser Pläne nicht in den Grundleistungen enthalten sind, und sie deshalb vom Bauherrn gesondert bestellt und honoriert werden müssen.

*Wie stark erhöht sich der Projektierungsaufwand durch die Einführung der Norm SM 160? Ist eine Honoraranpassung nach oben zu erwarten?*

Wie bei der Einführung anderer Normen hat die bisherige Erfahrung gezeigt, dass ein Mehraufwand in der Einarbeitungsphase festgestellt werden kann. Dieser verschwindet aber, wenn ein genügender Grad der Vertrautheit mit den neuen Begriffen und der neuen Normphilosophie erreicht worden ist. Eine Honoraranpassung, begründet durch die Einführung der Norm SIA 160, ist nicht zu erwarten.

Hingegen ist es im Rahmen einer zukünftigen Revision der Honorarordnungen dringend erforderlich, die neuen Begriffe und Ordnungsmittel sowohl in SIA 103 als auch in SIA 102 und 108 vollumfänglich und koordiniert einzuführen. Im weiteren schlägt die BK SIA 160 vor, dass eine einheitliche, übergreifende Honorarordnung erstellt werden sollte.

*Aufgrund welcher Kriterien sollen bestehende Tragwerke nachgerechnet werden?*

Die Bedeutung dieser Frage wurde bereits innerhalb der früheren Normkommission SIA 160 erkannt und deshalb wurde die Bildung einer Arbeitsgruppe

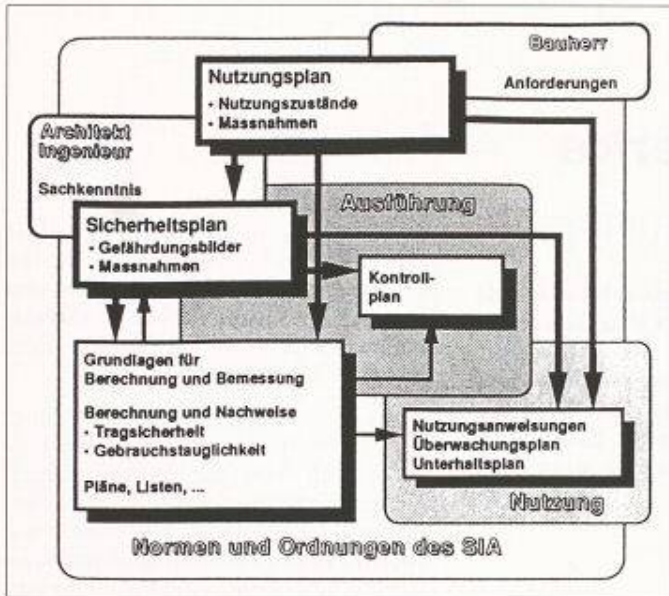


Bild 1. Schematische Darstellung der hierarchischen Folge von Ordnungsmitteln (aus [2])

< 2	
3-6	 KITTFUGE
7-12	
13-25	
26-50	
> 50	

Bild 2. Lebenserwartung einiger Bau- und Ausrüstungselemente in Jahren; Quelle: Amt für Bundesbauten, Abschreibungszeiten-Tabelle (aus [5])

angeregt. Die ersten Entwürfe zu einer entsprechenden SIA-Richtlinie lösten in Fachkreisen kontroverse Reaktionen aus. Anlässlich der Klausurtagung vom 6. bis 8. März 1991 in Luzern diskutierten Fachleute eingehend das Problem der Anwendung der neuen SIA-Normen auf bestehende Bauwerke und legten das weitere Vorgehen fest. Seit April 1992 liegt ein neuer Entwurf N 5286-6 der Richtlinie SIA 462 «Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Bauwerke» vor. Aufgrund der inzwischen eingegangenen Stellungnahmen wird eine weitere Überarbeitung erfolgen.

*Ist sichergestellt, dass die zukünftige europäische Norm nicht etwas völlig anderes bringen und damit eine neue Einarbeitungsphase notwendig werden wird?*

Das europäische Sub-Komitee SC 1 «Actions on structures» hat offiziell die Arbeiten erst Ende 1990 aufgenommen. Der SIA hat sich um das Führen des Sekretariates dieses Sub-Komitees bemüht und diese Aufgaben vom CEN (Comité Européen de Normalisation) auch zugeteilt erhalten. Als einer der beiden technischen Sekretäre des SC 1 konnte Dr. P. Lüchinger gewonnen werden. Weitere Schweizer Fachleute arbeiten in verschiedenen Arbeitsgruppen mit. Damit soll erreicht werden, dass unsere Vorstellungen auf europäischer Ebene zumindest zur Kenntnis ge-

bracht werden können. Im übrigen sei erwähnt, dass von Norm SIA 160 bereits eine englische Version besteht. Die Schweiz ist damit das einzige Land in Europa, welches über eine moderne Einwirkungsnorm verfügt, die überdies in vier Sprachen vorliegt.

### Kapitel 0: Geltungsbereich

*Ist gewährleistet, dass sämtliche Konstruktions- und Tiefbaunormen nach den Prinzipien der neuen Normen SIA 160 und 162 (1989) aufgebaut sein werden?*

Die Richtlinie SIA 460 (1990) zeigt in kurzer Form, in welcher Art die alten Konstruktionsnormen an die neue Normgeneration angepasst werden können.

In der Zwischenzeit ist die Revision der Norm SIA 161 (1990) «Stahlbauten» abgeschlossen worden, und die Norm ist erschienen. Die Anpassung an die neuen Grundsätze ist damit erfolgt. Die Norm SIA 177 (1991) «Mauerwerk» wird im Laufe von 1992 auch soweit sein. Hingegen ist für die entsprechende Anpassung der Norm SIA 164 (1981) «Holzbau» noch nichts unternommen worden.

In bezug auf die Normen des Tiefbaus (SIA 190 (1977) «Kanalisationen», SIA 191 (1977) «Boden- und Felsanker»,

SIA 192 (1975) «Pfaulfundationen», SIA 195 (1984) «Pressvortrieb») ist die Richtlinie 461 (1991) mit entsprechenden Anpassungsbestimmungen auf den 1. Juli 1991 in Kraft gesetzt worden.

*Die Einwirkungen auf ein Tragwerk sind nach der neuen Norm zu bestimmen. Diese dienen auch zur Bemessung der Fundationen. Im Grundbau gelten aber in der heutigen Praxis meistens andere Prinzipien. Wie ist sichergestellt, dass an den Nahstellen keine Fehler auftreten?*

Hierzu ist der Hinweis auf Ziffer 3 15 der Norm SIA 160 wichtig:

«Die Beanspruchungen müssen bei der Übergabe zwischen am Bau beteiligten Personen eindeutig definiert und in der Regel im Sicherheits- und Nutzungsplan festgehalten werden. Ohne ausdrückliche Definition sind für den Nachweis der Tragsicherheit die Beanspruchungen infolge der Kennwerte der Einwirkungen und für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit die Beanspruchungen infolge der Langzeit- beziehungsweise Kurzzeitwerte anzunehmen.»

Weitere Klärung, unter anderem auch zur Frage des in der Norm auf Wunsch der Grundbaufachleute bewusst kurzgehaltenen Abschnittes betreffend Einwirkungen aus dem Baugrund, hat die im November 1990 in Bern stattgefunden-

dene Grundbautagung gebracht [6]. Es hat sich dabei gezeigt, dass die noch offenen Probleme nicht mit der neuen Norm SIA 160 (1989) zusammenhängen, sondern mit der gegebenen Komplexität des Grundbaues, aber vor allem mit teilweise stark divergierenden Auffassungen unter den Fachleuten auf diesem Gebiet.

Im übrigen gelten auch für den Grundbau die Zielsetzungen der Gebrauchstauglichkeit und der Tragsicherheit.

*Gibt es zu den in Ziffer O 14 der Norm SIA 160 aufgeführten Gewächshäusern und Glasdächern zusätzliche Richtlinien?*

Die Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen (VKF) hat einen Richtlinienentwurf ausgearbeitet. Dieser soll in einer aus beteiligten Kreisen zusammengesetzten Kommission diskutiert und, falls nötig, überarbeitet werden. Eine Herausgabe durch die VKF ist frühestens 1992 zu erwarten.

**Kapitel 1: Verständigung**

*Warum wurden neue Bezeichnungen gewählt, und wo kommen diese her?*

Diese Bezeichnungen wurden aufgrund der international vereinbarten technischen Harmonisierung eingeführt [7]. Damit soll der zukünftige Übergang zu europäischen Normen erleichtert werden.

**Kapitel 2: Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit**

*Gibt es eine vorgegebene Form für die verschiedenen Pläne? Wenn nicht, könnte der SIA Beispiele veröffentlichten?*

Es ist weder vorgesehen, noch wäre es sinnvoll, für den Nutzungs- und den Sicherheitsplan eine bestimmte Form vorzugeben. Es gibt ja auch keine «SIA-Standard-Statik».

Einige Beispiele			
A	Fläche	Area	(e)
F	Kraft allgemein	Force	(e, f)
P	Spannkraft	Prestressing	(e)
		Précontrainte	(f)
R	Tragwiderstand	Résistance	(e, f)
S	Beanspruchung	Stress	(e)
		Sollicitation	(f)
acc	aussergewöhnlich	accidental	(e)
		accidentel	(f)
adm	zulässig	admissible	(e, f)
fat	Ermüdung	fatigue	(e, f)
ser	Gebrauch	service	(e, f)

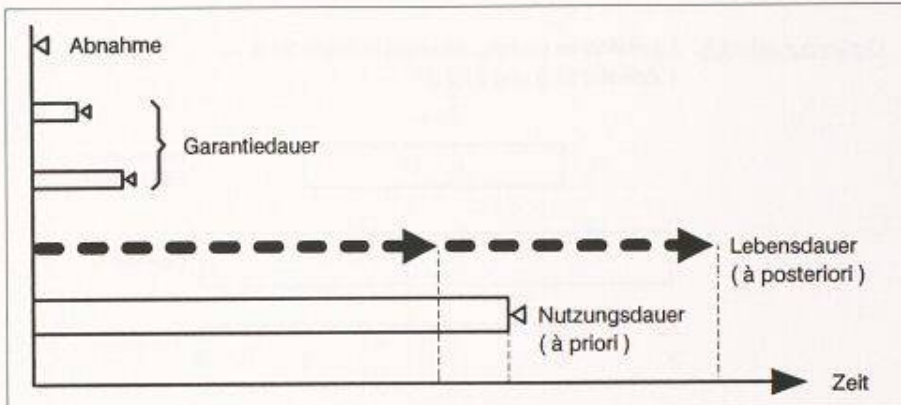


Bild 3. Zeitlicher Vergleich der Begriffe Nutzungsdauer, Lebensdauer und Garantiedauer

Hingegen können Beispiele solcher Pläne hilfreich sein. Ein ausführliches Beispiel anhand eines Industriegebäudes ist in den SIA-Dokumentationen [1], [2] und [5] enthalten. Weitere konkrete Beispiele aus der Praxis sind unter redaktioneller Koordination der BK SIA 160 im Schweizer Ingenieur und Architekt veröffentlicht worden, [8]–[12]. Die Reihe wird fortgesetzt.

Im übrigen enthält die Norm SIA 160 in den Ziffern 2 23 3 und 2 33 3 wichtige Hinweise zum Inhalt der Pläne.

*Im Zusammenhang mit der in den Ziffern 2 32 1 und 2 33 3 aufgeführten geplanten Nutzungsdauer ergaben sich verschiedene Fragen:*

- Gibt es Kriterien zu deren Festlegung?
- Was ist der Zusammenhang zwischen der Nutzungsdauer, Lebensdauer und Garantiedauer?
- Welche Zusammenhänge gibt es zwischen einer festgelegten Nutzungsdauer und den zu deren Erreichung erforderlichen Massnahmen? Dazu gehören auch Fragen des Einflusses von Änderungen in der Nutzung, in den äusseren Einwirkungen sowie durch die Art des Unterhaltes.

Das Festlegen der geplanten Nutzungsdauer dient beispielsweise bei Gebäuden und Hallen dazu, Überlegungen bezüglich möglicher Nutzungsänderungen anzustellen. Ist innerhalb der geplanten Nutzungsdauer eine grosse Anpassungsfähigkeit des Tragwerks an beliebige Nutzlasten gefordert, oder sind Erweiterungsbauten oder Aufstockungen vorgesehen, dann können diese Anforderungen einen grossen Einfluss auf Konstruktionsart und Kosten ausüben. Der Entscheid für die jeweilige Lösung kann aufgrund einer Kosten-Nutzen-Analyse getroffen werden, wobei die geplante Nutzungsdauer mit der Zeitspanne für die Abschreibung der Baukosten gleichgesetzt werden kann.

Im Brückenbau hat das Bundesamt für Strassenbau im Rahmen der Bearbeitung der Norm SIA 160 für die zum National- und Hauptstrassennetz gehörenden Objekte eine Nutzungsdauer von 70 Jahren festgelegt. Für die Brücken der SBB gilt eine solche von 100 Jahren. Diese Zeitspannen werden bei der Bemessung auch dazu benötigt, die Ermüdungssicherheit nachzuweisen.

Im weiteren können aufgrund der Nutzungsdauer Überlegungen bezüglich der Anforderungen an die Dauerhaftigkeit der Tragwerke angestellt werden (z.B. Wahl von Schutzsystemen).

Die geplante Nutzungsdauer wird also vorher (a priori) festgelegt. Die Lebensdauer hingegen kann nur hinterher (a posteriori) festgestellt werden. In Bild 2 sind aufgrund gemachter Erfahrungen die Lebenserwartungen einiger Bau- und Ausrüstungselemente aufgeführt.

Wichtig ist der Hinweis, dass zwischen Nutzungs- und Lebensdauer, Überwachung, Unterhalt und eventueller Erneuerung ein Zusammenhang besteht, der eine weitere Planungsgrundlage bildet.

Die Garantiedauer hat mit der Nutzungsdauer und der Lebensdauer in der Regel nichts zu tun. Sie wird durch die Festlegungen im Obligationenrecht und im Zivilgesetzbuch bestimmt. Bild 3 zeigt die zeitlichen Zusammenhänge unter den verschiedenen Begriffen.

Abschliessend sei noch erwähnt, dass zwischen der geplanten Nutzungsdauer und den für einzelne Einwirkungen festgelegten Wiederkehrperioden keine Beziehung besteht.

**Kapitel 3: Berechnung, Bemessung und Nachweise**

Anlässlich der Einführungskurse wurden zu diesem wichtigen Kapitel eine ganze Anzahl von Fragen gestellt. Diese ergaben sich allerdings vor allem dar-

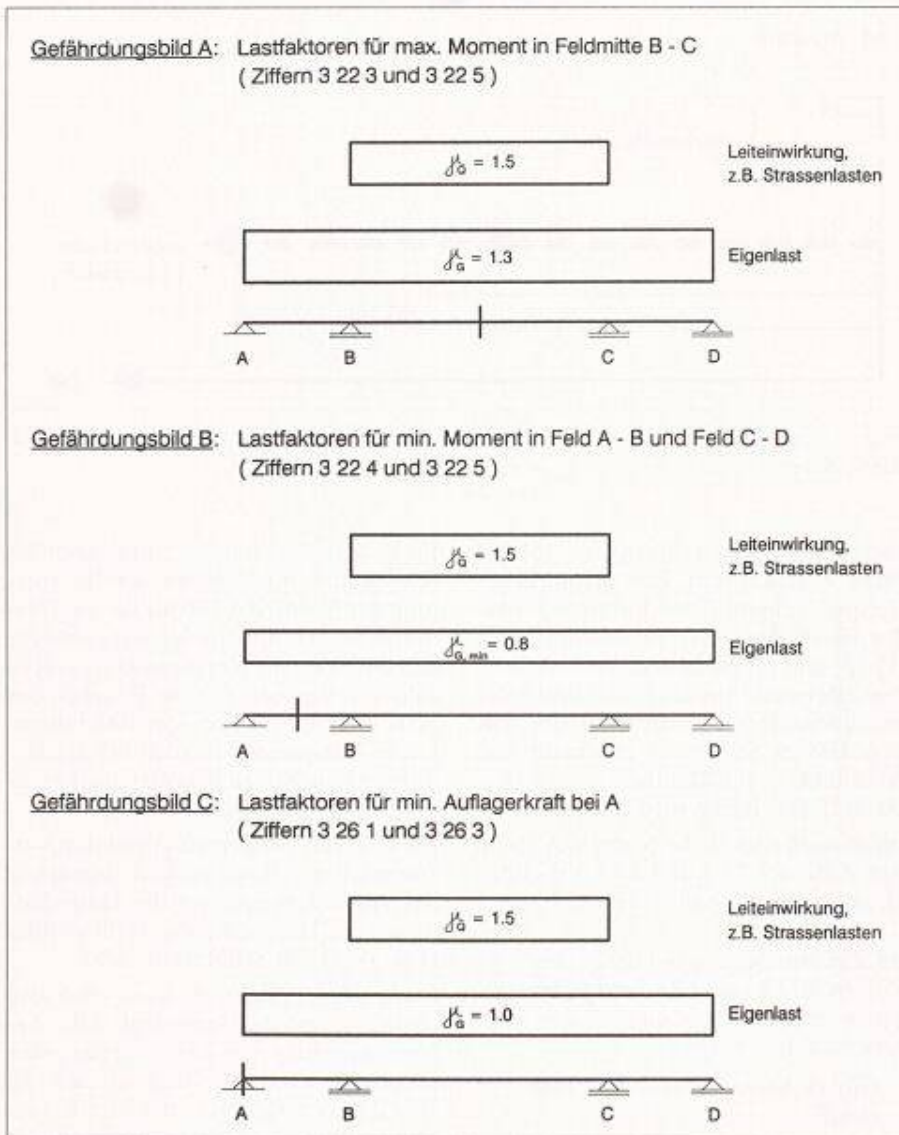


Bild 4. Beispiel der Anwendung der Lastfaktoren  $\gamma_G$ ,  $\gamma_{G, \min}$  und  $\gamma_{G, \psi}$  gemäss Kapitel 3 der Norm SIA 160: Dreifeldträger mit kurzen Randspanweiten

aus, dass die Fragesteller zum damaligen Zeitpunkt mit dem Normtext noch ungenügend vertraut waren.

Einige dieser Fragen betrafen die *Verformungen*. Hierzu sei darauf hingewiesen, dass die Dokumentationen [1], [2], [17] und [18] zu diesem Thema weitere hilfreiche Erläuterungen enthalten. Es sei auch nochmals festgehalten, dass die in Tabelle 3 der Norm SIA 160 aufgeführten Durchbiegungen nur als *Richtwerte* zu betrachten sind. Diese gelten dann als *Grenzwerte*, wenn im Nutzungsplan keine abweichenden Werte vereinbart worden sind. Abweichende Werte können sich aus den verschiedensten Gründen ergeben. Es sei in diesem Zusammenhang erwähnt, dass in diesem Bereich Forschungsbedarf besteht, denn die in der Norm angegebenen Richtwerte der Durchbiegungen basieren nur teilweise auf klar begründeten Herleitungen.

In Ziffer 3 25 2 der Norm SM 160 wird ausgesagt, dass sich die Summe der

*Begleiteinwirkungen aus allen ständigen sowie in der Regel einer veränderlichen Einwirkung ergibt. Führt dies gegenüber den bisherigen Normen nicht zu einer Unterbemessung?*

Die Norm sagt klar, dass *in der Regel* nur eine veränderliche Einwirkung zu berücksichtigen ist. Dies bedeutet, dass es trotzdem Fälle geben kann, bei denen mehr als eine veränderliche Einwirkung in die Rechnung eingehen soll. Hier hilft das Denken in Gefährdungsbildern. Als Beispiel sei auf die Bemessung eines Brückenpfeilers hingewiesen. Hier sind als veränderliche Begleiteinwirkungen möglicherweise Wind, Temperatur und Reibungs- oder Rückstellkräfte von Lagern gleichzeitig zu berücksichtigen.

*In welchen Fällen ist  $\gamma_{G, \min}$  anzuwenden?*

Es ist durchaus vorstellbar, dass Eigenlasten vom Mittelwert nicht nur nach oben, sondern auch nach unten abweichen können. Diese Abweichungen

können sich beispielsweise aus der Streuung der Tragwerksabmessungen und der Dichte ergeben. Mögliche Auswirkungen solcher Abweichungen sind unter anderem in [13] beschrieben.

Der Lastfaktor für Eigenlasten des Tragwerks beträgt in der Regel 1.3. Wenn die Tragsicherheit durch die Eigenlasten günstig beeinflusst wird, muss sie auch mit einem Mindestwert der Eigenlasten nachgewiesen werden. Der Lastfaktor wird in diesem Fall mit 0.8 in Rechnung gestellt. Für den Nachweis der Gesamtstabilität eines Tragwerks (z.B. Gleiten, Umkippen, Abheben) sind die stabilisierenden Eigenlasten – genauere Untersuchungen vorbehalten – mit einem Lastfaktor von 1.0 in Rechnung zu stellen (SIA 160, Abschnitt 3 26). In Bild 4 ist die Anwendung der Lastfaktoren  $\gamma_G$  und  $\gamma_{G, \min}$  zusammen mit einer Leiteinwirkung  $\gamma_{G, \psi}$  an einem einfachen Beispiel dargestellt.

An dieser Stelle ist ein ergänzender Hinweis auf die Wirkungsweise von Auflasten sinnvoll. In den Ziffern 4 01 23 und 4 01 24 der Norm SIA 160 wird erwähnt, dass Streuungen und Überschreitungen von plangemässen Schütthöhen auftreten können. Das Wort *Streuung* deutet zwar an, dass diese Abweichungen sowohl nach oben wie nach unten auftreten können, hingegen fehlt im Normtext die Unterschreitung als Pendant zur Überschreitung. Wenn eine Auflast die Beanspruchung, bzw. die Tragsicherheit günstig beeinflusst, dann sind die entsprechenden Nachweise mit  $\Psi = 0.8$  zu führen. Im weiteren ist es auch möglich, dass die Auflast gar nicht vorhanden ist. In bezug auf die zusätzliche Wirkung von Auflasten kann Bild 4 wie folgt ergänzt werden:

Fall A:  $\Psi = 1.3$

Fall B:  $\Psi_{\min} = 0.8$  oder 0

Fall C:  $\Psi = 1.0$  oder 0

Im weiteren sind im Sicherheitsplan und gegebenenfalls auch im Überwachungsplan entsprechende Massnahmen zur Einhaltung der getroffenen Festlegungen aufzuführen.

Es ist auch auf Ziffer 3 23 3 der Norm SIA 160 hinzuweisen, in der festgehalten wird, dass Eigenlasten des Tragwerks nur ausnahmsweise Leiteinwirkung sind. In einem solchen Fall, wie beispielsweise beim Freivorbau, führen die Normlastfaktoren nicht zum Ziel, d.h. diese Baumethode wäre nicht mehr möglich, wenn diese Faktoren angewendet werden müssten. Es sind vielmehr Kontrollmassnahmen vorzusehen, die eine Reduktion der Faktoren rechtfertigen.

In der Literatur sind dazu Hinweise zu finden, z.B. in [14]. In der Regel gehen

die Vorschläge dahin, beim einen Kragarm 2 bis 5% der Eigenlast mehr und beim anderen 2 bis 5% weniger anzunehmen. Aus einer solchen Festlegung errechnet sich ein Biegemoment, welches durch die Unterstüzung aufgenommen werden muss.

Im Fall der Gateway-Brücke in Brisbane, Australien, wurden max. zulässige Abweichungen der Fahrbahnplatten- und Druckplatten-Dicke von  $\pm 20$  mm und der Stegstärken von  $\pm 10$  mm angenommen [15]. Dies entspricht Lastfaktoren von ungefähr 1.03 und 0.97. Die bei der Ausführung in jedem Freivorbaustritt bestimmten Abweichungen von den festgelegten Tragwerksdicken erwiesen sich als bedeutend kleiner. Bild 5 zeigt den effektiven Verlauf des Biegemoments über der Stütze, verglichen mit den Annahmen im Projekt und dem Vorschlag aus [14].

#### Kapitel 4: Einwirkungen

In den Dokumentationen zu den Einführungskursen sind zu den verschiedenen Einwirkungen zusätzliche Informationen enthalten.

#### Abschnitt 4 02: Einwirkungen aus dem Baugrund

Die gestellten Fragen lassen den Schluss zu, dass die Praxis in diesem Kapitel gerne präzisere Angaben hätte.

Der Wunsch ist durchaus verständlich. Immerhin sei darauf hingewiesen, dass der Normtext die wichtigsten Bestimmungen zu den Baugrundeinwirkungen enthält. Die Zusammenhänge zwischen Tragwerk und Grundbau in bezug auf Normung sind in Bild 6 schematisch und vereinfachend dargestellt. Ausserdem hat die Studientagung «Anwendung der neuen Tragwerksnormen des SIA auf den Grundbau» viele nützliche Hinweise für die Praxis ergeben [6].

Im weiteren hat im Herbst 1991 die Normkommission «Geotechnik» des SIA die Arbeit als Begleitung der europäischen Normung aufgenommen. Es wird allerdings einige Jahre dauern, bis konkrete Resultate vorhanden sein werden. In der Zwischenzeit ist die Fachliteratur oder, bei einer besonderen Aufgabe, ein Grundbauspezialist zu konsultieren.

In Ziffer 4 02 21 der Norm SIA 160 wird festgelegt, dass als Leiteinwirkung die Baugrundlast in extremer Grösse und in ungünstiger Wirkung in Rechnung zu stellen ist. Muss nun diese Leiteinwirkung noch mit einem Lastfaktor  $\gamma_0$  multipliziert werden?

In der erwähnten Ziffer 4 02 21 der Norm SIA 160 heisst es auch, dass Be-

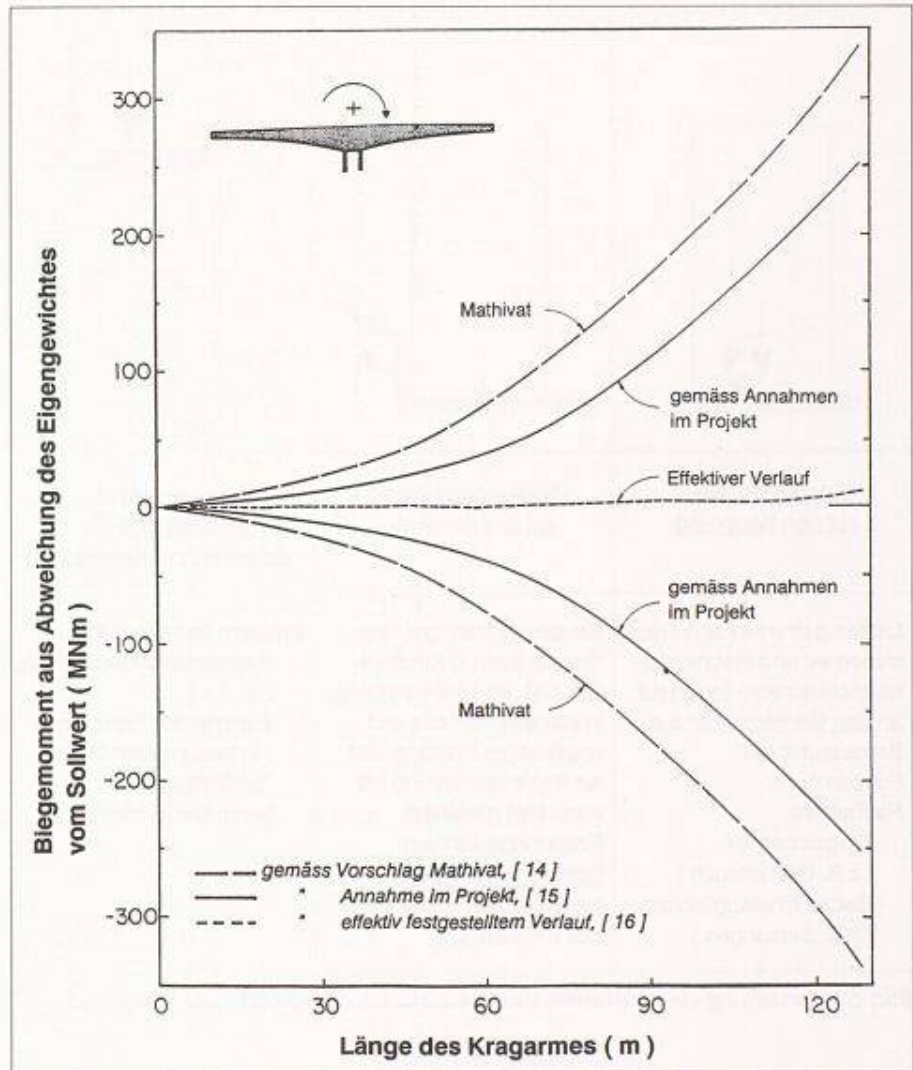


Bild 5. Gateway-Brücke in Brisbane, Australien (im Freivorbau erstellte Spannbe- tonbrücke mit einer Hauptspannweite von 260 m). Vergleich der Biegemomente aus ungleichmässig verteilten Eigenlasten (aus [16])

messungswerte festzulegen sind. Gemäss Definition des Bemessungswertes  $Q_d$  in den Ziffern 3 21 6 und 3 21 7 ist dieser nicht noch mit einem Lastfaktor zu multiplizieren, sondern er geht über den Bemessungswert der Beanspruchung direkt in den Tragsicherheitsnachweis ein.

#### Abschnitt 4 03: Vorspannung

Warum ist bei der Norm SIA 160 die Wirkung der Vorspannung auf der Lastseite, währenddem sie bei der Norm SIA 162 «Betonbauten» der Widerstandseite zugeordnet ist?

Die Frage beruht einerseits darauf, dass die entsprechenden Texte der beiden Normen nicht genau gelesen wurden; andererseits zeigt es sich immer wieder, dass über die verschiedenen Wirkungen der Vorspannung oft Unklarheit besteht. Dies ist der Grund dafür, dass auf diese Thematik nachfolgend näher eingegangen wird.

Es ist richtig, dass die Norm SIA 162 die Vorspannung beim Nachweis der Trag-

sicherheit dem Widerstand zuordnet. Dies wird in SIA 160, Ziffer 4 03 21 ebenfalls bekräftigt. In SIA 162, Ziffer 3 13 25 wird aber auch auf diejenigen Fälle hingewiesen, bei denen die Vorspannung zwingend als äussere Einwirkung zu berücksichtigen ist, nämlich dann, wenn durch das Aufbringen der Vorspannkraft eine lokale Zerstörung oder ein Versagen des Tragwerks verursacht werden kann. Nur für diese Fälle sind die entsprechenden Angaben in SIA 160, Kapitel 4 03 und in den Tabellen 1 und 2 gemacht worden.

Die Gefahr einer lokalen Zerstörung besteht beim Aufbringen der Vorspannkraft im Kräfteeinleitungsbereich von Verankerungen und bei konzentrierten Umlenkungen der Spannglieder (siehe Bilder 7 und 8). Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass im Kräfteeinleitungsbereich von Spannverankerungen noch zwei Zonen zu unterscheiden sind. Die Zone I umfasst den Bereich direkt hinter der Verankerung (Bild 7). Gemäss SIA 162, Ziffer 5 42 5 ist die zuverlässige Übertragung der

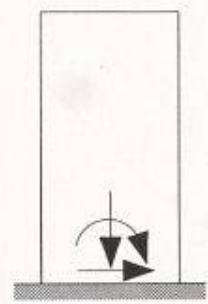
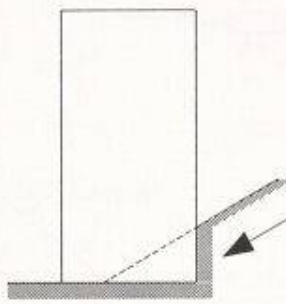
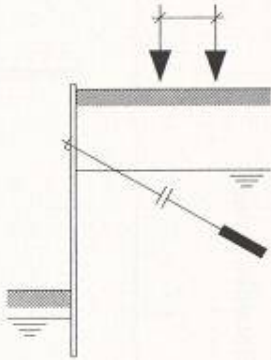
		
<b>Wirkung Bauwerk auf den Baugrund</b>	<b>Wirkung Baugrund auf das Bauwerk</b>	<b>Wirkung Baugrund auf Bauwerk und umgekehrt ( Interaktion )</b>
<p>Lasten getrennt nach Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit vom <u>Ingenieur an den Geotechniker</u> zur Bemessung der Fundamente.</p> <p>Nachweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tragsicherheit ( z.B. Grundbruch )</li> <li>- Gebrauchstauglichkeit ( z.B. Setzungen )</li> </ul>	<p>Baugrundlasten gemäss Grundsätzen in Kapitel 4, SIA 160, als Leiteinwirkung in extremer Grösse und ungünstiger Wirkung und als Begleiteinwirkung als vorsichtig gewählter Erwartungswert vom <u>Geotechniker an den Ingenieur</u> zur Bemessung des Bauwerks.</p>	<p>Problem des <u>Grundbaus</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachliteratur Geotechnik, z.B. [ 6 ]</li> <li>- Experte der Geotechnik ( in besonderen Fällen )</li> <li>- Zukünftige SIA Norm Geotechnik</li> </ul>

Bild 6. Darstellung der Zusammenhänge zwischen Tragwerk und Baugrund

Ankerkräfte auf den Beton sicherzustellen. Die Spannverfahrensfirma hat dies mittels Versuchen an Betonkörpern gemäss SIA 162/1, Ziffer 4 32 1 nachzuweisen. Neben der zweckmässigen Ausbildung der Verankerung selbst, müssen die zum Spannsystem gehörenden Spiralbewehrungen ausreichend bemessen sein.

In der Zone II findet die Ausbreitung der Spannkraft in das Tragwerk in allen Richtungen statt. Die Bemessung der erforderlichen Kräfteinleitungsbewehrung (oft auch Spaltzugbewehrung genannt) erfolgt aufgrund der Leiteinwirkung:

$$Q_d = \gamma_Q \cdot Q_r = 1.5 \cdot \sigma_p \cdot A_p$$

mit  $\sigma_p = 0.75 f_{tk}$  (SIA 162, Ziffer 5 41 1) ergibt sich:

$$Q_d = 1.5 \cdot 0.75 \cdot f_{tk} \cdot A_p = 1.125 P_{tk}$$

wobei  $P_{tk}$  die nominelle Bruchkraft des Spannstahls bezeichnet.

Es mag verwundern, dass die Bewehrung auf eine Kraft ausgelegt werden muss, die grösser ist als die nominelle Bruchkraft des Spannstahls. Einerseits sind die Werte für  $\gamma_Q = 1.5$  und  $\sigma_p = 0.75 f_{tk}$  vorgegeben und andererseits ist mit diesem Vorgehen auch das Gefährdungsbild «Spannen der Spannglieder» abgedeckt. Es ist denkbar, und in der

Praxis auch schon vorgekommen, dass ein Spannglied irrtümlicherweise bis zu dessen Bruch gespannt wird. Im weiteren ist es nicht auszuschliessen, dass der dabei verwendete Spannstahl sowohl in bezug auf die Zugfestigkeit als auch auf die Querschnittsflächen Plustoleranzen aufweist. Auch in einem solchen Fall soll das Tragwerk lokal nicht versagen (u.a. auch Gefährdung des Baustellenpersonals).

Vergleichsrechnungen haben im übrigen gezeigt, dass durch diesen Tragsicherheitsnachweis auch die Gebrauchstauglichkeit (Risseverhalten) normalerweise gewährleistet ist.

Die Gefahr eines Tragwerkversagens infolge globaler Wirkung der Vorspannung besteht in der Regel bei vorfabrizierten Balken, bei denen die gesamte Vorspannkraft bei der Fertigung aufgebracht wird. Ein Versagen der Druckzone soll verhindert werden. Gemäss Norm SIA 160 gelten hier die folgenden Lastfaktoren:

- globale Wirkung der Vorspannung gemäss Tabelle I:  $\gamma_Q = 1.2$
- günstig wirkende Eigenlast gemäss Ziffer 3 22 4:  $\gamma_{G,min} = 0.8$

Grundsätzlich ist in diesem Fall der Nachweis mit den angegebenen Werten

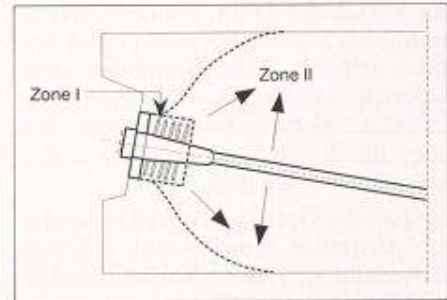


Bild 7. Kräfteinleitungsbereiche bei Spannverankerungen

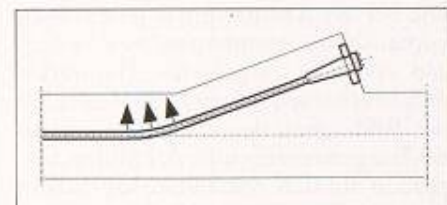


Bild 8. Umlenkkräfte bei konzentrierten Krümmungen von Spanngliedern

zu führen. Es ist durchaus denkbar, dass die normalerweise geringe Anzahl von Spanngliedern in einem solchen Balken alle irrtümlicherweise zu hoch vorgespannt werden und dass die Eigenlast gleichzeitig nicht günstig wirkt. Dabei entsteht der grösste Einfluss nicht einmal so sehr durch zu geringe Tragwerksabmessungen und Betondichte, sondern viel eher durch dynamische Wirkungen beim Transport durch Krane und Fahrzeuge, wobei ungünstige Auflagerbedingungen (z.B. kürzere Spannweite) noch verschärfend sein können.

Bei Tragwerken mit einer Vielzahl von Spanngliedern, wie beispielsweise Hochbaudecken, ist es hingegen wenig wahrscheinlich, dass alle zu hoch vorgespannt werden und gleichzeitig eine um 20% zu geringe Eigenlast vorhanden ist. Im Gefährdungsbild «Spannen der Spannglieder» sind daher die Anzahl Kabel, auf die der Lastfaktor  $\gamma_Q = 1.2$  anzuwenden ist, entsprechend dem Spannvorgang und den vorhandenen Kontrollen zu reduzieren.

Im übrigen ist gemäss Ziffer 2 23 2 das Vorhalten eines ausreichenden Tragwiderstandes durch Berechnung und Bemessung nur eine der Massnahmen, um Gefahren zu begegnen. Wie bereits früher gezeigt, kann die Kontrolle von Tragwerksabmessungen ein angepasstes  $\gamma_{G,min}$  rechtfertigen.

Abschliessend sei noch der Hinweis gemacht, dass es im Grunde keine Rolle spielt, ob die Vorspannung allgemein als äussere Kraft oder als Widerstand berücksichtigt wird; es ist aber wichtig, es in beiden Fällen korrekt zu tun, d.h. die Systeme sind im Sinne der Mechanik korrekt abzugrenzen.

#### Abschnitt 4 04: Nutzlasten in Gebäuden

Ziffer 4 04 21, Kategorie B: Gelten bei privaten Bürogebäuden die gleichen Kennwerte wie in solchen, die öffentlich sind?

Ja; bei einem Neudruck der Norm wird das Wort «öffentlich» weggelassen werden.

#### Abschnitt 4 05: Schnee

Ziffer 4 05 22: Auf welcher Wiederkehrperiode beruht die Festlegung der Schneelast  $s$ ?

Für die Festlegung der Schneelast  $s$  und der Schneekarte standen unterschiedliche Messwertreihen von 14 bis 60 Jahren zur Verfügung. Statistische Untersuchungen für einige Stationen sowie persönliche Erfahrungen haben gezeigt, dass die Angaben in der Norm einer Wiederkehrperiode von ungefähr 30 bis 50 Jahren entsprechen. Um in Zukunft über bessere Grundlagen zu verfügen, versucht die Arbeitsgruppe Schnee der BK SIA 160 ein Forschungsprogramm in die Wege zu leiten.

#### Abschnitt 4 06: Wind

Zum Thema Wind haben sich Fragen zu den Grundlagen (z.B. Wiederkehrperiode, Windkarte), zu einzelnen Windwirkungen und zu den Windtabellen ergeben.

Die Arbeitsgruppe Wind der BK SIA 160 hat einen eingehenden Kommentar verfasst, der neben der Darstellung von Grundlagen und der Präsentation zusätzlicher Windtabellen auch auf die gestellten Fragen eingeht. Dieser Kommentar wird im Verlaufe des Jahres 1992 als SIA-Dokumentation erscheinen.

Im Abschnitt Wind wird es bei einem Neudruck der Norm SIA 160 zu einigen Anpassungen kommen, auf zwei davon sei nachfolgend kurz hingewiesen:

□ Tabelle 10 und Figur 10: es fällt auf, dass die mechanischen Dämpfungswerte  $\xi$  in Tabelle 10 von 0.005 bis 0.015 variieren; dies ist aber in der Figur 10 nur ein kleiner Bereich.

Begründung: Das Nomogramm berücksichtigt im Gegensatz zur Tabelle die starke Zunahme der Dämpfung bei wachsender Amplitude. Von dieser Annahme darf in der Regel aber nicht ausgegangen werden, weshalb die Figur 10 angepasst werden wird. Im übrigen stellen die dynamischen Windwirkungen ein komplexes Problem dar. Es ist im Einzelfall zu überlegen, ob der Beizug eines Fachmannes erforderlich ist.

□ Tabelle 63 im Anhang A2 (Beiwerte für Brückenüberbauten): bei einer

Überprüfung wurden Unstimmigkeiten gefunden. Die korrigierte Tabelle wird mit dem Kommentar und den Normänderungen veröffentlicht werden.

#### Abschnitt 4 09: Strassenlasten

Wie sieht ein Vergleich der Strassenlasten in den Normen SIA 160 (1970) und SIA 160 (1989) aus?

Das Bundesamt für Strassenbau hat eine Studie in Auftrag gegeben mit dem Ziel, die aus den Angaben in den Normfassungen 1956, 1970 und 1989 resultierenden Beanspruchungen miteinander zu vergleichen. Es ist geplant, die wichtigsten Resultate im Verlaufe des Jahres 1992 zu veröffentlichen.

Decken die Lastwerte der neuen Norm auch die Beanspruchungen ab, welche sich durch die 40t-Lastwagen der EG ergeben würden?

Die Achslasten der 40t-Lastwagen der EG sind gleich gross wie diejenigen unserer 28t-Lastwagen. In bezug auf die lokalen Lasteinwirkungen ergeben sich deshalb keine Unterschiede. Messungen haben gezeigt, dass auch die Extremwerte der Lasten pro Laufmeter der EG und der Schweizer Fahrzeuge ungefähr gleich sind. Die Norm SIA 160 deckt also auch die Einwirkung eines 40t-Lastwagens ab.

Hingegen decken die Lastmodelle der Norm nicht alle Gefährdungsbilder ab, welche durch eine Anhäufung von EG-Lastwagen auftreten können (z.B. Stausituationen oder langsamer, sehr dichter Verkehr sowie Gegenverkehr). Um die gleiche Tragsicherheit wie bei 28t-Lastwagen zu erreichen, müsste eventuell ein zweites Lastmodell 1 in der Lastanordnung für den Nachweis der Tragsicherheit (gemäss Figur 14, Norm SIA 160) eingeführt werden [19].

Es zeigt sich, dass der Einfluss von 40t-Lastwagen in bezug auf die Tragsicherheit von Brücken sehr klein ist. Anders wäre hingegen der Einfluss einer grossen Anzahl solcher Fahrzeuge auf die Dauerhaftigkeit und die Ermüdungssicherheit. Zur Beantwortung dieser Fragestellung wären weitergehende Untersuchungen erforderlich.

Müssen für Brücken in Grenzgebieten höhere Lasten angenommen werden?

Die Art des Strassenverkehrs in Grenzregionen liegt zwischen den schweizerischen und den ausländischen Gegebenheiten. Die relativ kleinen Unterschiede werden durch die in der Norm SIA 160 vorgeschriebenen Lastmodelle abgedeckt. Aus diesem Grund enthält die Norm keine besonderen Bestimmungen zum Sonderfall der Grenzregionen.

Bei aussergewöhnlichen Fällen hat der Bauherr oder die Aufsichtsbehörde die Möglichkeit, im Nutzungsplan höhere Verkehrslasten festzulegen. Solche Fälle in Grenzregionen können sein:

- Zonen mit Verladeeinrichtungen für schwere Lastwagen
- Zufahrten zu Zollabfertigungsanlagen
- Warteräume bei Lichtsignalanlagen mit hohem Lastwagenanteil.

Hierbei genügt es, ein zweites Lastmodell 1 auf einer zweiten Spur zu berücksichtigen. Im übrigen ist auch die Antwort auf die vorhergehende Frage zu beachten.

Ziffer 4 09 3: Warum ist kein  $q_{\text{ser,lang}}$  festgelegt?

Der Wert  $q_{\text{ser,lang}}$  einer veränderlichen Einwirkung dient einerseits zur Berechnung der Langzeitverformungen und andererseits ist er gegebenenfalls zusammen mit aussergewöhnlichen Einwirkungen zu berücksichtigen. Er ergibt sich als Mittelwert der Einwirkung über die Zeit, beispielsweise als mittlerer Jahreswert. Die Untersuchungen bei Brücken haben gezeigt, dass dieser Wert für Verkehrslasten vernachlässigbar klein ist, verglichen mit dem Extremwert und mit der ständigen Last. Deshalb ist es gerechtfertigt  $q_{\text{ser,lang}} = 0$  zu setzen.

Eine andere Festlegung von  $q_{\text{ser,lang}}$  könnte sich bei Parkhausdecken ergeben. In Ziffer 4 04 09 der Norm SIA 160 ist erwähnt, dass für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit die Nutzlasten entsprechend den Nutzungszuständen und den Anforderungen an das Verhalten des Tragwerks festzulegen sind. Bei einer normalerweise dauernd belegten Parkhausdecke sind deren Langzeitverformungen mit  $q_{\text{ser,lang}} \leq q_{\text{ser,kurz}}$  zu berechnen. Dabei ist  $q_{\text{ser,lang}}$  nur auf den Parkflächen wirkend anzunehmen.

Ziffer 4 09 5, dynamischer Beiwert  $\Phi_1$ :

Gibt es beim Lastmodell 1 Fälle, bei denen dieser Beiwert nicht berücksichtigt werden muss?

Der dynamische Beiwert  $\Phi_1$  ist beim Lastmodell 1 immer zu berücksichtigen.

Wenn nicht, warum ist  $\Phi_1$  nicht direkt in den Werten für Lastmodell 1 eingeschlossen?

Der Einfluss soll sichtbar bleiben. Damit ist auch der Zusammenhang zwischen den Normlasten und den wirklichen Verkehrslasten noch erkennbar.

Gilt  $\Phi_1$  auch für die Bemessung von Fundationen?

Ja; der Einfluss dieser Festlegung auf die Gesamtbeanspruchung ist in der Regel sehr klein. Ein Verzicht auf  $\Phi_1$



## Literatur

- [1] SIA Documentation D 040: Nouvelles normes de structures de la SIA, 1989.
- [2] SIA Dokumentation D 041: Einführung in die Norm SIA 160 «Einwirkungen auf Tragwerke», 1989.
- [3] SIA Dokumentation D 044: Die Erdbebenbestimmungen der Norm SIA 160, 1989.
- [4] Briner, H.: Rechtliche Fragen und Antworten zur Norm SIA 160 (1989), Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 26/92, S. 525–527 und 35/92, S. 633–637.
- [5] SIA Dokumentation D 072: Die Rolle des Architekten in den neuen Tragwerksnormen des SIA, 1991.
- [6] SIA Dokumentation D 064: Anwendung der neuen Tragwerksnormen des SIA auf den Grundbau, 1990.
- [7] ISO/DIS 8930: General principles for reliability of structures – list of equivalent terms, und ISO 3898: Bases for design of structures – Notations – General symbols.
- [8] Hirt, M. A.: Nutzungs-/Sicherheits-/Kontrollplan, Einleitung, Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 1–2/92, S. 2–5.
- [9] Streich, W.: Nutzungs-/ Sicherheits-/ Kontrollplan, Eine Hilfestellung zur Bearbeitung der Nutzungs- und Sicherheitspläne, Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 1–2/92, S. 5–7.
- [10] Huber, K.: Nutzungs-/ Sicherheits-/ Kontrollplan, Beispiel: Werkerweiterung eines Stahlbaubetriebs, Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 1–2/92, S. 8–12.
- [11] Schleich, B., et al.: Nutzungs-/ Sicherheits-/ Kontrollplan, Beispiel: Baugrube, Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 7/92, S. 122–124.
- [12] Stiefel, U. G.: Nutzungs-/ Sicherheits-/ Kontrollplan, Beispiel: Sicherheit von der ersten Skizze bis zur Inbetriebnahme; Lager- und Büroneubau der Firma Antibakteria AG Rheinfelden, Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 7/92, S. 125–129.
- [13] Lüchinger, P. et al.: Lastanordnung und Tragwiderstand, Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 7/83, S. 85–87.
- [14] Mathivat, J.: The Cantilever Construction of Prestressed Concrete Bridges, John Wiley and Sons, Chichester, 1983, S. 341 ff.
- [15] Matt, P. et al.: Main River Span Structure of the Gateway Bridge, Concrete International, May 1988, Vol. 10, No. 5, S. 34–43.
- [16] VSL International AG: interner Bericht, 1987.
- [17] SIA Dokumentation D 042: Einführung in die Norm SIA 162 «Betonbauten», 1989.
- [18] SIA Dokumentation D 069: Einführung in die neuen Normen SIA 161 und 161/1 «Stahlbauten», 1991.
- [19] Bez, R.: Modélisation des charges dues au trafic routier: analyse probabiliste de la sécurité structurale et de l'aptitude au service, EPFL, thèse no. 793, 1989.
- [20] Cantieni, R.: Dynamische Belastungsversuche an der Bergspurbrücke Deibüel, Teil A, Bericht Nr. 116/4A, EMPA, Dezember 1988.
- [21] SZS, B1: Berechnungsgrundlagen für Kranbahnen, 1979.
- [22] Heierli, W. et al.: Schutz gegen Steinschlag, VSS-Forschungsbericht Nr. 107 (2. Auflage), November 1985.
- [23] Riera, J. D.: Basic Concepts and Load Characteristics in Impact Problems, Introductory Report RILEM-CEB-LABSE-IASS-Interassociation Symposium on «Concrete Structures under Impact and Impulsive Loading», Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin, (Ed.: G. Plank), pp. 7–29, June 1982.
- [24] Labra, J. J.: Protective Structure Response to Vehicle Impact. ASCE Journal of the Structural Division, pp. 991–1005, June 1979.
- [25] Eibl J., Block K.: Zur Beanspruchung von Balken und Stützen bei hartem Stoss (Impact), Bauingenieur, 56, S. 369–377, 1981.
- [26] Priestley, M. J. N. et al.: Seismic Design of Storage Tanks, Bulletin of the New Zealand National Society for Earthquake Engineering, December 1986.

aus einer Zusammenarbeit der BK SIA 160 mit dem Bundesamt für Genie und Festungen und dem ASB ein Merkblatt «Nachrechnung von Brücken für Panzerlasten» im Entstehen.

**Abschnitt 4 12: Kranbahnlasten**

Ziffer 4 12 32: Warum muss neu beim Nachweis der Gebrauchstauglichkeit der dynamische Beiwert  $\Phi_1$  berücksichtigt werden?

Die Normkommission war der Auffassung, dass ein einheitlicher Einbezug der dynamischen Beiwerte für Bahn-, Strassen- und Kranbahnlasten sinnvoll ist.

Ziffer 4 12 13: Ist die dynamische Wirkung auch bei den Horizontalkräften gemäss Ziffer 4 12 206 einzubeziehen?

Nein; es muss nur mit dem Kennwert  $Q_{c,max}$  gerechnet werden. In Anlehnung an die frühere Veröffentlichung B1 der SZS [21] wäre es besser, die Norm würde dies klar sagen; wird bei einem Neudruck geändert werden.

**Abschnitt 4 15: Anprall**

Wie bestimmt man bei Galerien zum Schutz gegen Steinschlag die Einwirkungen aus aufprallenden Felsblöcken?

Die Vielfalt von Parametern wie Fallhöhe, Fallbahn, Zwischenaufprall, sowie Form, Masse und Brüchigkeit des Fallkörpers und nicht zuletzt die Oberflächengestaltung des betroffenen Tragwerks verunmöglichen beim heutigen Wissensstand eine Normbehandlung. Im Einzelfall können Literaturhinweise weiterhelfen, u.a. [22].

Ziffer 4 15 33: Gilt der Bemessungswert von 50 kN auch im Bauzustand, wenn beispielsweise Lastwagen eingesetzt werden?

Dieser Wert gilt nur für Fahrzeuge der Kat. E bis zu 3,5 t Gesamtgewicht. Bei Lastwagenverkehr im Bauzustand sind sinnvollerweise andere Massnahmen wie beispielsweise die Anordnung von Schutzvorrichtungen zu treffen.

Ziffer 4 15 34: Wie sind Bemessungswerte für Anprall zu bestimmen?

Grundsätzlich mit dem Energiesatz. Mögliche Aufprallgeschwindigkeit, aufprallwirksame Masse und Verformbarkeit des Fahrzeugs und des Tragwerks lassen sich fallweise aufgrund der Situation ermitteln. Weitere Hinweise dazu sind in [23] bis [25] enthalten.

**Abschnitt 4 19: Erdbeben**

Bei Erdbeben als Leitgefahr liegen die Lastfaktoren  $\Psi_{acc}$  der Begleiteinwir-

ist dann gerechtfertigt, wenn dazu genauere Kenntnisse vorliegen.

Warum ist  $\Phi_1$  nicht mehr wie in der alten Norm abhängig von der Spannweite?

Umfangreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass die Eigenfrequenz des Brückenüberbaus und nicht dessen Spannweite massgebend ist [20]. Aus Gründen der Vereinfachung ist  $\Phi_1$  konstant gewählt worden.

Muss bei der Durchfahrt von Lastwagen durch ein Gebäude mit einer max. erlaubten Geschwindigkeit von 30 km/h der dynamische Beiwert berücksichtigt werden?

In der Regel gilt  $\Phi_1 = 1.8$  auch bei Geschwindigkeitsbegrenzungen.

Als Präzisierung zu Ziffer 4 04 404 sei erwähnt, dass für die Kategorien E und F, als Vereinfachung im Hochbau,  $\Phi_1$  in den angegebenen Nutzlasten bereits eingeschlossen wurde.

Sind mit den in Abschnitt 4 09 angegebenen Strassenlasten auch die Einwirkungen durch Militärfahrzeuge und insbesondere durch Panzerlasten abgedeckt?

Es gehörte nicht zum Pflichtenheft der Normkommission SIA 160, die Wirkung von Militärfahrzeugen mitzuberechnen. In der Zwischenzeit ist

*kung zwischen 0 und 1.0. Damit wäre der Tragwiderstand nach neuer Norm kleiner als nach der alten Norm: Ist dies so beabsichtigt?*

Die Vergleichsrechnungen der zuständigen Arbeitsgruppe zeigen, dass die neuen Festlegungen je nach Fall sowohl zu grösseren als auch zu kleineren Tragwiderständen führen, Hinweise dazu enthält [3].

*Ziffer 4 19 16: Bauwerksklassen (BWK):*

*Überlässt der Ingenieur dem Bauherrn die Wahl der BWK, auch wenn dieser nicht fachkundig ist?*

Der Ingenieur ist Berater des nicht fachkundigen Bauherrn, d.h. er schlägt die ihm richtig erscheinende BWK vor.

*Was ist zu tun, wenn der Bauherr eine tiefere BWK bestimmt, als dies der Auffassung des Ingenieurs entspricht?*

Die detaillierte Antwort hiezu ist in [4] enthalten. Es muss unterschieden werden zwischen wirtschaftlichen und strafrechtlich relevanten Risiken. Im ersten Fall hat der Ingenieur in beweissichernder Form (Protokoll, eingeschriebener Brief, schriftliche Empfangsbestätigung) abzumachen und im Sicherheitsplan darauf hinzuweisen, dass der Bauherr die Gefahr ausdrücklich akzeptiert hat.

Beim Vorliegen strafrechtlich relevanter Risiken soll der Ingenieur, falls es ihm nicht gelingt, den Bauherrn von seinem Vorhaben abzubringen, vom Ingenieurvertrag zurücktreten.

*Was sind die Auswirkungen bei einem Wechsel von einer BWK in eine andere in bezug auf Bemessung, Konstruktion und insbesondere auf die Kosten?*

Diese Frage kann nur mit Vergleichsrechnungen und fallweise beantwortet werden.

*Inwieweit sind die Angaben in der Norm verbindlich?*

Die Normen des SIA stellen die anerkannten Regeln der Baukunde dar und bilden damit eine wichtige Grundlage bei Gerichtsentscheiden.

*Ist zu erwarten, dass Bund und/oder Kantone als Gesetzgeber hierzu noch Vorschriften machen werden?*

Bis heute sind ausser einem versuchsweisen Ansatz im Kanton Freiburg keine solchen Absichten bekannt geworden.

*Tabelle 30: Hier wird auf Behälter mit umweltgefährdendem Inhalt hingewiesen – wie berücksichtigt man das Erdbeben bei solchen Bauwerken?*

Die Berechnung und Bemessung von Flüssigkeitsbehältern auf Erdbebenein-

wirkung ist eine Aufgabe für Spezialisten. Im weiteren sei auf ausländische Normen und Fachliteratur hingewiesen, u.a. [26].

## Zusammenfassung

Der vorliegende Aufsatz hat zum Ziel, die anlässlich der Einführungskurse gestellten Fragen zur Norm SIA 160, soweit sie von allgemeiner Bedeutung sind, zusammenfassend zu beantworten, um damit den Normanwendern eine ergänzende Grundlage zu geben. Dieses Vorgehen ermöglichte der BK SIA 160 auch, einige wenige Unzulänglichkeiten im Text der Norm zu erkennen. Es ist vorgesehen, die Normkorrekturen in geeigneter Form zu veröffentlichen.

Sollten sich in der Zwischenzeit in der Normanwendung beim Leser neue Fragen ergeben haben, so sind diese an das Generalsekretariat des SIA zuhanden der BK SIA 160 zu adressieren.

Abschliessend sei erwähnt, dass die Einführung der Norm SIA 160 in die Praxis ohne grössere Schwierigkeiten vonstatten gegangen ist, und dass sie sich in der Anwendung bewährt hat.

Adresse der Verfasser: P. Matt, dipl. Bauing. ETH/SIA/ASIC, Ingenieur-Beratung, Talweg 21, 3063 Ittigen, und Prof. Dr. M. A. Hirt, Präsident der Normkommission SIA 160, ICOM-Constructions Métalliques, EPF-Lausanne, 1015 Lausanne.

## Kunstmuseum und Architektur

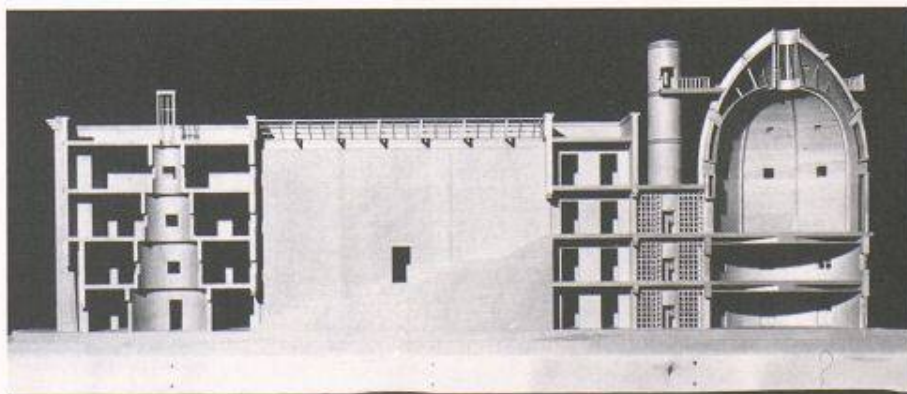
### Eine Architekturausstellung in Lugano

Das Museo Cantonale d'Arte Lugano eröffnete kürzlich eine Ausstellung zu einem Thema, das in der Öffentlichkeit im Zeichen einer breiteren Architekturdiskussion – so ist zu hoffen – auf grosses Interesse stossen dürfte. Dass die Architektur Gastrecht in einem staatlichen Kunstmuseum erhält, ist ein durchaus bemerkenswertes Faktum – im vorliegenden Fall so ganz ungewöhnlich vielleicht doch wieder nicht: Der kulturelle Boden im Tessin dürfte zumindest in dieser Sparte dem unsrigen einiges voraus haben, auch wenn die kreativen Impulse der in den siebziger Jahren so strahlungskräftigen «Tendenza» etwas flügelahm geworden sind und mittlerweile eher – auch nicht so schlechte – Nacherzählungen den Urtext zu relativieren drohen... Mit der heutigen Ausstellung bekundet das Mu-

seum seine Absicht, künftig neben den in der Vergangenheit gepflegten Disziplinen – Malerei, Plastik usw. – regelmässig auch der Baukunst sowohl im historischen Bezug wie im Umfeld der

Gegenwart Raum zu geben – eine löbliche Absicht in der Tat, die sich eigentlich auch andere vergleichbare Institute zu eigen machen können....

Museen im Museum also: Der Gründe sind viele, die das Vorhaben rechtfertigen. Der Museumsbau ist zur Vorzeigedisziplin der heutigen Architektengeneration geworden. Nie hat sich die Baukunst in früherer Zeit dieser Spar-



Aldo Rossi: Bonnefanten Museum, Maastricht