

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 129 (2003)
Heft: Dossier (29-30/03): Swisscodes : die neuen Tragwerksnormen der SIA

Artikel: Norm SIA 261 : Einwirkungen
Autor: Lüchinger, Paul
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-108790>

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: 29.03.2025

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

Norm SIA 261 • Einwirkungen

Die Bemessung von Tragwerken anhand von Grenzzuständen hat sich bereits vor geraumer Zeit durchgesetzt. Während sich anfänglich in den Konstruktionsnormen neben dem Nachweis von zulässigen Spannungen der sogenannte Bruchnachweis durchgesetzt hat, wurde Ende der Achtzigerjahre im Rahmen der letzten Normengeneration des SIA die Betrachtungsweise anhand von Grenzzuständen integral und systematisch im gesamten Regelwerk ausformuliert. Insbesondere wurden in der Norm SIA 160:1989 auch international zum ersten Mal die Einwirkungen auf das neue Konzept abgestimmt. Damit öffnete diese Norm neue Wege, welche später auch von den europäischen Normen beschrritten wurden.

Der Eurocode EN 1991 weist eine, zumindest im Grundansatz, analoge Struktur auf, wie die Norm SIA 160:1989. Nach den einführenden Kapiteln der Norm SIA 160:1989, welche die Grundlagen der Tragwerksanalyse und der Bemessung darlegten, folgte eine Reihe von Beschreibungen der wichtigsten Einwirkungen. Während in den Anfängen die Brücken und hier allen voran die Bahnbrücken im Zentrum des normativen Normenwerkes standen, erstreckte sich die Norm SIA 160:1989 auf eine Vielzahl von Bauwerken.

Architektur der Norm für Einwirkungen

Die für diese Bauwerke relevanten Einwirkungen folgten in einer Art von Schubladen geordnet kapitelweise den einführenden Regeln zur Bemessung. Die Gliederung orientiert sich an der Quelle der verschiedenen Einwirkungen. Nach den Eigenlasten und Auflasten folgen die klimatischen und anschliessend die infolge der Nutzung bedingten Einwirkungen.

Dieser Reihenfolge ordnet sich auch die neue Norm SIA 261 «Einwirkungen auf Tragwerke» unter. Sie unterscheidet sich von der Vorgängerin jedoch insofern, als die einleitenden Kapitel herausgeschält und in die Norm SIA 260 gepackt wurden. Grundsätze des Entwurfs, der Analyse und der Bemessung von Tragwerken stehen gesondert vom reinen Beschrieb der Einwirkungen. Zudem differenziert die Norm SIA 261 die häufigsten und gewichtigsten Einwirkungen auf die Mehrzahl von Tragwerken gegenüber den ergänzenden Informationen zu speziellen Einwirkungen oder Einwirkungen auf spezielle Tragwerke.

Neu aufgenommene Einwirkungen

Es fällt schon beim ersten Einblick in die Norm SIA 261 auf, dass neben den herkömmlichen einerseits

neue Einwirkungen ins Normenwerk Eingang finden und andererseits alt bekannten Einwirkungen ihrer Bedeutung entsprechend ein breiteres Wirkungsfeld eingeräumt wird.

Zu den neu behandelten Einwirkungen gehören diejenigen aus dem Bereich der sogenannten Naturgefahren. Die Begründung liegt im häufigeren Auftreten solcher Naturgefahren. Ebenso erfahren solche Ein-



wirkungen eine vertiefte Bedeutung durch die Art und Bauweise sowie die Positionierung neuer Bauwerke. Herausragendes Beispiel dafür ist der Hagelschlag, der Jahr für Jahr neben Flurschäden auch grosse Bauschäden verursacht. Nicht minder ins Rampenlicht gerückt sind Stein- und Blockschlag, Lawinen und Murgänge. Auch gegenüber diesen Einwirkungen gilt es schon in der Phase der Projektierung von Bauwerken die gebührende Beachtung zu schenken. Vorderhand sind für die Bemessung relevante Informationen dieser neu aufgenommenen Einwirkungen in den Ergänzungen der Norm SIA 261/1 aufgelistet.

Der bisherige Gebrauch des Begriffs der Einwirkungen fokussierte vornehmlich auf mechanische Einwirkungen, also Kräfte und Lasten. Im Hinblick auf eine gesamtheitliche Betrachtungsweise muss die Anwendung auch für andere Arten von Einwirkungen des Tragwerks geöffnet werden. Es betrifft dies sowohl weitere physikalische Einwirkungen, wie etwa Temperatureinwirkungen und zwar nicht nur klimabedingte sondern auch solche infolge Brand, ebenso wie chemische und biologische Einwirkungen.

Auswirkungen sind als Antwort des Tragwerks auf Einwirkungen zu verstehen. Je nach Art der Einwirkungen kann es sich dabei um mechanische Auswirkungen handeln, also Reaktionen, Spannungen und Schnittgrößen, um geometrische Auswirkungen, wie beispielsweise Verschiebungen, Verformungen und Risse, um chemische Auswirkungen, beispielsweise in Form von Korrosion, oder letztlich auch biologische Auswirkungen, wie beispielsweise Fäulnis. Verschiedene Auswirkungen sind für eine spezielle Bauweise spezifisch, wie etwa Risse im Beton- und Mauerwerksbau, Korrosion im Beton- und Stahlbau oder Fäulnis im Holzbau.

Infolgedessen ist einschränkend zu bemerken, dass der erweiterte Fächer von Einwirkungen nicht nur in der Norm SIA 261 Spuren hinterlässt, sondern vor allem auch in den einzelnen Konstruktionsnormen.

Numerische Form von Einwirkungen

Die physikalisch verträgliche Anordnung von simultan auftretenden Einwirkungen formt den Lastfall für einen bestimmten rechnerischen Nachweis, sei es in Bezug auf die Tragsicherheit oder in Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit. Jede Bemessungssituation und damit auch jeder Lastfall wird geprägt durch eine dominante Einwirkung, die sogenannte Leiteinwirkung. Alle kompatiblen, gleichzeitig auftretenden Einwirkungen werden Begleiteinwirkungen genannt.

Im Zentrum des Bemessungsvorganges steht die Frage der Zuverlässigkeit eines Tragwerkes mit Blick auf die grundlegenden Anforderungen. Und zwar beziehen sich diese Anforderungen sowohl auf den Grenz-zustand der Tragsicherheit als auch auf den Grenz-zustand der Gebrauchstauglichkeit.

Die Zuverlässigkeit wird nach heutiger Bemessungspraxis mit Hilfe probabilistischer Methoden quantifiziert. Als Mass für die Zuverlässigkeit gilt die Wahrscheinlichkeit, ob die Anforderungen an ein Tragwerk innerhalb einer gegebenen Zeitspanne erfüllt werden. Die Zuverlässigkeit gegenüber einer Anforderung ist ausreichend, wenn diese mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit in der vorgegebenen Zeitspanne eingehalten bleibt.

Die Nachweise sowohl der Tragsicherheit als auch der Gebrauchstauglichkeit erfolgen auf der Basis von Bemessungswerten. Das Format der Bemessungswerte stützt sich auf das Konzept der Partialfaktoren. Mit den Partialfaktoren werden die Unschärfen an den Variablen behandelt, welche als massgebende Einflussgrößen in eine Bemessungssituation eingehen. Sie beinhalten aber auch die Unschärfen der Relationen zwischen den Einwirkungen und Auswirkungen, das heisst also die Unschärfen am Tragwerksmodell.

Einwirkungen werden für die Bemessung mit Hilfe von rechnerisch einfach erfassbaren Modellen erfasst, welche der Wirkungsweise, der geometrischen Konfiguration und der Intensität Rechnung tragen. In diesen Modellen werden Einwirkungen durch eine oder mehrere skalare Angaben bestimmt, welche je nach Art des Nachweises verschiedene sogenannte repräsentative Werte Q_{rep} annehmen können. Die Grundlage zur rechnerischen Bestimmung aller repräsentativen Werte bildet der charakteristische Werte Q_k , welcher in seiner Definition materiell dem Kennwert Q_r der Norm SIA 160:1989 entspricht.

Im Nachweis der Tragsicherheit wird der Bemessungswert der Leiteinwirkung wie bisher mit dem Beiwert γ_f multipliziert. Die gleichzeitig auftretenden Begleiteinwirkungen bestimmen sich mit dem Reduktionsbeiwert ψ_0 . Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit unterscheidet je nach Anforderung, Bemessungskriterium und Art der Auswirkungen im Tragwerk zwischen häufigen und quasi-ständigen Einwirkungen. Sie bestimmen sich wiederum aus dem charakteristischen Wert



1

**Folgen des Hagelgewitters vom 24.6.2002
an einem Werkstattgebäude
(Bild: Gebäudeversicherung Kanton Zürich)**

mit Hilfe der Reduktionsbeiwerte ψ_1 beziehungsweise ψ_2 . Diese repräsentativen Werte $\psi_1 Q_k$ beziehungsweise $\psi_2 Q_k$ der Einwirkungen entsprechen in ihrem Inhalt den bisherigen Werten $Q_{ser, kurz}$ und $Q_{ser, lang}$. Wenn schon im Gebrauchszustand irreversible Auswirkungen zu erwarten sind, wie beispielsweise plastische Verformungen, dann ist im Nachweis der Gebrauchstauglichkeit die massgebende Einwirkung mit ihrem seltenen Wert $\psi_0 Q_k$ in Rechnung zu stellen.

Genau besehen hat sich also inhaltlich an der gewohnten Bemessungspraxis wenig verändert, hingegen wurde die formale Ausgestaltung der Nachweise, insbesondere derjenigen der Gebrauchstauglichkeit, verfeinert und an die Bedürfnisse der verschiedenen Bauweisen angepasst.

Wesentliche Änderungen gegenüber Bekanntem

Die Auflistung der Änderungen erhebt nicht den Anspruch der Vollständigkeit. Die Aufmerksamkeit fokussiert sich vielmehr auf einzelne erwähnenswerte Blickpunkte.

Klimatische Einwirkungen Schnee und Wind

Die klimatischen Einwirkungen Schnee und Wind werden in ihren Grundzügen in gleicher Weise behandelt. Während die Karte der Schneelasten keiner materiellen Anpassung bedurfte, wurde die Karte für den Staudruck infolge Wind vollständig überarbeitet. Gegenüber der Norm SIA 160:1989 resultieren leicht höhere Referenzwerte für den Staudruck bedingt durch die Anpassung der Auftretenswahrscheinlichkeit.

Einwirkungen aus Gebäudenutzung

Hinsichtlich der Einwirkungen aus Gebäudenutzung orientierte sich der Eurocode EN 1991-1-1 eng an der Norm SIA 160:1989. So ist es denn nicht verwunderlich, dass auch der neue Swisscode dem ursprünglichen Konzept gleicht. Die Gliederung der Kategorien von Nutzflächen hat eine Verfeinerung erfahren. Neben den verteilten Nutzlasten müssen neu auch konzentrierte Einzellasten berücksichtigt werden. Allerdings müssen sie nicht als gleichzeitig wirkend angenommen werden. Auffällig im Bereich der Gebäudenutzung ist die Neuorientierung und teilweise prägnante Erhöhung der Kräfte auf Abschränkungen und Geländer. Zahlreiche Unfälle mit tragischem Ausgang veranlassten die nationalen und internationalen Fachgremien im Normen-Bereich trotz Widerstand verantwortungsvoll darauf zu antworten.

Strassenlasten

Die Strassenlasten erfuhren eine rege und jahrelange Diskussion innerhalb der verantwortlichen europäischen Normengremien. Letztlich fand sich ein Konsens auf einheitlichen Lastmodellen. In Anlehnung an das Resultat im Eurocode EN 1991-2 wurde auch der Swisscode aufgearbeitet. Ein einziges Lastmodell ersetzt die bisherigen Lastmodelle 1 bis 3. Mit diesem Lastmodell wird die Wirkung von Personenwagen- und Lastwagenverkehr mittels Achslasten und verteilten Lasten erfasst. Als markantester Unterschied fällt auf, dass nicht

nur eine Lastgruppe sondern zwei Gruppen gleichzeitig im Querschnitt wirkend anzunehmen sind. Die Grundlage für die numerische Festlegung der Lastgrößen bildeten Verkehrsdaten auf Hochleistungsstrassen in einem mitteleuropäischen Industriegebiet mit hohem Anteil an Schwerverkehr. Um den regionalen Verkehrsaufkommen Rechnung zu tragen, sind diese Lastgrößen mit einem Beiwert α zu kalibrieren.

In zweiter Linie fällt auf, dass das neue Lastmodell für Strassenlasten im Gegensatz zur Norm SIA 160:1989 die dynamische Wirkung implizit schon enthält. Die Multiplikation wie bis anhin mit dem dynamischen



Beiwert entfällt. Wenn auch jeder einzelne Anwendungsfall unterschiedlich auf diese neuen Lastmodelle reagiert, kann summarisch festgehalten werden, dass eine mässige Erhöhung der Auswirkungen infolge Strassenlasten resultiert.

Einwirkungen infolge Anprall

Einwirkungen infolge Anprall werden im Regelfall wie bis anhin mit Hilfe von statischen Ersatzkräften beschrieben. Die Anprallkräfte wurden jedoch einer Prüfung unterzogen und angepasst. Neue Einwirkungsmodelle für Fahrzeugaufbauten und Ladungen wurden



2

Vollbesetztes Stadion Meazza in Mailand
(Bild: IFA Bilderteam)

3

Stau vor dem Gotthardtunnel
(Bild: N. Frei, Comet Photoshopping)

aufgenommen. Die statischen Ersatzkräfte infolge Anprall entlang von offenen Strassen sowohl ausserorts als auch innerorts wurden leicht reduziert. Für Park- und Verkehrsflächen in Gebäuden sind je nach Nutzung unterschiedliche Kräfte zu berücksichtigen. Im allgemeinen sind die statischen Ersatzkräfte auf solchen Flächen höher in Rechnung zu stellen als bisher.

Folgen von Erdbeben

Die Folgen von Erdbeben auf Bauwerke sind in Anbetracht des riesigen Schadenspotenzials ein zentrales Thema nationaler und internationaler Forschung. Die Diskussion ist auch verknüpft mit der Fragestellung nach dem gewünschten beziehungsweise erforderlichen Schutzziel, welche letztlich eine politische Gesellschaft gesamtheitlich und gemeinsam beantworten muss. In Reflexion dieser Fragestellung wurde denn auch der Schutzgrad, welcher dem Bemessungsbeben zu Grunde liegt, in der neuen Norm verschärft. Die Wiederkehrperiode für das Bemessungsbeben wurde entsprechend generell für alle Zonen erhöht. Hinzu kommt, dass einzelne Regionen neu in höheren Gefährdungszonen eingestuft wurden.

Auf der Ebene der Tragwerksanalyse findet die konstruktive Durchbildung die berechnete erhöhte Aufmerksamkeit. Die statischen Ersatzkräfte werden für alle Bauweisen aufgrund der in einem Tragwerk inhärent vorhandenen Duktilität abgestuft.

Brand

Die bisherige Norm SIA 160:1989 sprach im Wesentlichen mechanische Einwirkungen an. Allerdings werden für das Gefährdungsbild auch verschiedene Massnahmen zitiert, die nicht nur der Bemessung entsprechen. Die wenigen aufgelisteten Massnahmen dienen der Reduktion des Schadenspotenzials.

Im neuen Normenwerk wird der Gefährdung Brand ein viel breiteres Feld eingeräumt. Wenn auch nur in geraffter Form wird doch über Brandschutzkonzepte gesprochen. Sie umfassen einerseits Schutzziele und andererseits einen Massnahmenkatalog, welcher die baulichen, technischen und organisatorischen Möglichkeiten umfasst.

Der Beschrieb der Einwirkungen reflektiert nicht nur die mechanischen Kräfte, die für den Nachweis der Tragsicherheit im Brandfall zu berücksichtigen sind. Ganz im Sinne der Öffnung der Norm auf andere Arten von Einwirkungen, werden für den Brandfall auch Angaben gemacht zu den thermischen Einwirkungen. Die Wärmefreisetzung bei einem Brand kann mit nominellen Temperaturzeitkurven untersucht werden, unter welchen die ISO-Normbrandkurve die wohl bekannteste darstellt. Daneben sind auch parameterabhängige Temperaturzeitkurven zugelassen, die den objektspezifischen Rahmenbedingungen besser Rechnung tragen.

Dr. Paul Lüchinger
Dr. Lüchinger+Meyer Bauingenieure AG
Zürich