

Ersetzt zusammen mit der Norm SIA 269 die Richtlinie SIA 462, Ausgabe 1994

Maintenance des structures porteuses – Actions

Mantenimento di strutture portanti – Azioni

Existing structures – Actions

Erhaltung von Tragwerken – Einwirkungen

269/1

Referenznummer
SN 505269/1:2011 de

Gültig ab: 2011-01-01

Herausgeber
Schweizerischer Ingenieur-
und Architektenverein
Postfach, CH-8027 Zürich

Allfällige Korrekturen und Kommentare zur vorliegenden Publikation sind zu finden unter www.sia.ch/korrigenda.
Der SIA haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

2011-01 1. Auflage

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Vorwort	4	12 Schmalspurbahnverkehr	17
0 Geltungsbereich	5	12.1 Allgemeines	17
0.1 Abgrenzung	5	12.2 Aktualisierung	17
0.2 Verweisungen	5	13 Abschränkungen	18
0.3 Abweichungen	5	13.1 Allgemeines	18
1 Verständigung	6	13.2 Aktualisierung	18
1.1 Fachausdrücke	6	14 Anprall	18
1.2 Bezeichnungen	6	14.1 Allgemeines	18
2 Eigenlasten und Auflasten	7	15 Brand	19
2.1 Allgemeines	7	15.1 Allgemeines	19
2.2 Aktualisierung von Eigenlasten	7	15.2 Aktualisierung	19
2.3 Aktualisierung von Auflasten	7	16 Erdbeben	20
3 Vorspannung	8	16.1 Allgemeines	20
3.1 Allgemeines	8	17 Explosion	20
3.2 Aktualisierung	8	17.1 Allgemeines	20
4 Baugrund	8	Anhang	
4.1 Allgemeines	8	A Dynamische Beiwerte für Lastmodelle der Streckenklassen und Betriebszüge	21
4.2 Aktualisierung	8	Genehmigung und Gültigkeit	24
5 Schnee	9		
5.1 Allgemeines	9		
5.2 Aktualisierung	9		
6 Wind	9		
6.1 Allgemeines	9		
6.2 Aktualisierung	9		
7 Temperatur	10		
7.1 Allgemeines	10		
7.2 Aktualisierung	10		
8 Gebäudenutzung	10		
8.1 Allgemeines	10		
8.2 Aktualisierung	10		
9 Nichtmotorisierter Verkehr	11		
9.1 Allgemeines	11		
9.2 Aktualisierung	11		
10 Strassenverkehr	12		
10.1 Allgemeines	12		
10.2 Aktualisierung	12		
11 Normalspurbahnverkehr	14		
11.1 Allgemeines	14		
11.2 Aktualisierung	14		

VORWORT

Die Norm SIA 269/1 liefert die Angaben und die Vorgehensweise bei der Aktualisierung von Einwirkungen auf bestehende Tragwerke und richtet sich an die Fachleute der Erhaltung von Bauwerken sowie an Werkeigentümer.

Die Norm SIA 269/1 ist Bestandteil des SIA-Normenwerks auf dem Gebiet der Erhaltung der Tragwerke und wird durch die folgenden Normen ergänzt:

- Norm SIA 269 Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken
- Norm SIA 269/2 Erhaltung von Tragwerken – Betonbau
- Norm SIA 269/3 Erhaltung von Tragwerken – Stahlbau
- Norm SIA 269/4 Erhaltung von Tragwerken – Stahl-Beton-Verbundbau
- Norm SIA 269/5 Erhaltung von Tragwerken – Holzbau
- Norm SIA 269/6 Erhaltung von Tragwerken – Mauerwerksbau
- Norm SIA 269/7 Erhaltung von Tragwerken – Geotechnik.

Für die Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben gilt das Merkblatt SIA 2018 weiterhin. Es ist jedoch vorgesehen, die Erhaltungsnormen mit einer Norm SIA 269/8 *Erhaltung von Tragwerken – Erdbeben* zu ergänzen.

Die Norm SIA 269/1 regelt die Aspekte der Einwirkungen auf bestehende Tragwerke, die durch die Normen SIA 261 und SIA 261/1 nicht abgedeckt sind.

Projektleitung Erhaltung von Tragwerken und Arbeitsgruppe SIA 269/1

0 GELTUNGSBEREICH

0.1 Abgrenzung

- 0.1.1 Die Norm SIA 269/1 regelt die Grundsätze und die Aktualisierung von Einwirkungen auf bestehende Tragwerke aller Arten und Bauweisen.
- 0.1.2 Die vorliegende Norm gilt in Verbindung mit den Normen SIA 269 und SIA 269/2 bis SIA 269/8 sowie mit den Normen SIA 261 und SIA 261/1. Für Anwendungen ausserhalb dieser Normen sind die Grundsätze der Norm SIA 269/1 sinngemäss anzuwenden.
- 0.1.3 Bei Veränderungen sind in der Regel neue Tragwerksteile gemäss der Norm SIA 261 und bestehende Tragwerksteile gemäss den Normen SIA 269 und 269/1 zu behandeln. Von dieser Regel kann in Bezug auf die Festlegung der veränderlichen Einwirkungen abgewichen werden, wenn aufgrund von spezifischen Überlegungen andere Abgrenzungen angezeigt sind.
- 0.1.4 Die Norm SIA 269/1 darf für die Projektierung und Bemessung von neuen Tragwerken nicht angewendet werden.

0.2 Verweisungen

- 0.2.1 Auf die nachfolgend aufgeführten Regelwerke wird verwiesen. Diese sind im Sinne der Verweisung mitgeltend:
- Norm SIA 261/1 *Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen*
 - Merkblatt SIA 2018 *Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben*
 - SN EN 1991-2 *Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken.*
- 0.2.2 Zurückgezogene Normen und Richtlinien dürfen nicht als normbezogene Bestimmungen, sondern nur im Sinne der Verweisungen verwendet und nur zur Dokumentation ehemaliger Grundlagen in die Nutzungsvereinbarung und in die Projektbasis aufgenommen werden.

0.3 Abweichungen

- 0.3.1 Abweichungen von der vorliegenden Norm sind zulässig, wenn sie durch Theorie oder Versuche ausreichend begründet werden oder wenn neue Entwicklungen und Erkenntnisse dies rechtfertigen.
- 0.3.2 Abweichungen von der Norm sind in den Bauwerksakten nachvollziehbar und mit Begründung zu dokumentieren.

1 VERSTÄNDIGUNG

1.1 Fachausdrücke

In der vorliegenden Norm werden die in den Normen SIA 260, SIA 261, SIA 261/1 und SIA 269 definierten Fachausdrücke verwendet.

1.2 Bezeichnungen

1.2.1 Lateinische Grossbuchstaben

$E_{act,LC}$	aktualisierte Auswirkungen infolge Normalspurbahnverkehr einer bestimmten Streckenklasse
$E(Q_{k,LM1})$	Auswirkungen des Normlastmodells 1 für Normalspurbahnverkehr der Norm SIA 261
G	vorgesehenes künftiges Verkehrsvolumen pro Jahr und Gleis
$G_{k,act}$	aktualisierter charakteristischer Wert von Eigenlasten und Auflasten
K_0	Erdruhedruck-Beiwert
N_0	Anzahl Fahrzeuge > 3,5 t pro Jahr und Fahrtrichtung
N_{obs}	vorgesehenes künftiges Verkehrsvolumen
$P_{k,act}$	aktualisierter charakteristischer Wert der Vorspannung
Q_{act}	nominelle Achslast
$Q_{k,act}$	aktualisierter charakteristischer Wert
$QA_{k,act}$	aktualisierter charakteristischer Wert der Anfahrkraft
$QB_{k,act}$	aktualisierter charakteristischer Wert der Bremskraft
$QS_{k,act}$	aktualisierter charakteristischer Wert der Schlingerkraft infolge Normalspurbahnverkehrs
T_{tot}	gesamte Nutzungsdauer

1.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben

l	Länge, Distanz
l_{ϕ}	massgebende Länge zur Bestimmung des dynamischen Beiwerts
$q_{k,act}$	aktualisierter charakteristischer Wert einer verteilten Last oder Kraft
q_{k1}	charakteristischer Wert der verteilten Belastung auf dem fiktiven Fahrstreifen 1
q_{p0}	charakteristischer Wert des Staudrucks
s	Spurweite
s_k	charakteristischer Wert für die Schneelast auf horizontalem Gelände
v_{max}	höchste zulässige Geschwindigkeit für Bahnverkehr

1.2.3 Griechische Buchstaben

$\alpha_{Qi,act}$ $\alpha_{qi,act}$ α_{qract}	} Aktualisierungsbeiwerte für Strassenverkehr
$\lambda_1 \dots \lambda_4$	Betriebslast-Teilfaktoren
$1 + \varphi$	dynamischer Beiwert für Bahnverkehr
Φ	dynamischer Beiwert gemäss Norm SIA 261

2 EIGENLASTEN UND AUFLASTEN

2.1 Allgemeines

- 2.1.1 Für die Festlegung des aktualisierten charakteristischen Werts von Eigenlasten und Auflasten sind die massgebenden geometrischen Grössen und Raumlasten des Tragwerks zu ermitteln. Dies erfolgt in der Regel bei der Zustandserfassung. Die Methode zur Ermittlung dieser Grössen ist entsprechend dem erforderlichen Detaillierungsgrad zu wählen.
- 2.1.2 Eigenlasten sind gesamthaft anzuordnen mit oberen oder unteren Überprüfungswerten je nachdem, ob die Gesamtwirkung ungünstig oder günstig ist. Bei Auflasten ist je nach Gegebenheiten eine gesamthafte Anordnung oder eine Anordnung nach Einflusszonen anzunehmen.
- 2.1.3 Bei der Ausführung einer Instandsetzung oder Veränderung ist zu kontrollieren, ob die zur Festlegung eines aktualisierten charakteristischen Werts von Eigenlasten und Auflasten aufgenommenen geometrischen Grössen und Raumlasten korrekt sind.
- 2.1.4 Bei einem Umbau oder einer Erweiterung eines Tragwerks sind die Eigenlasten neuer Tragwerksteile und neue Auflasten gemäss Norm SIA 261 zu behandeln.

2.2 Aktualisierung von Eigenlasten

Der aktualisierte charakteristische Wert $G_{k,act}$ von Eigenlasten ist aufgrund der ermittelten geometrischen Grössen und Raumlasten als Mittelwert zu bestimmen.

2.3 Aktualisierung von Auflasten

- 2.3.1 Der aktualisierte charakteristische Wert $G_{k,act}$ von Auflasten ist aufgrund der ermittelten geometrischen Grössen sowie Raum- und Flächenlasten als Mittelwert zu bestimmen.
- 2.3.2 Der aktualisierte charakteristische Wert $G_{k,act}$ von Auflasten, wie Erdauflasten, Aufschüttungen, Belägen oder Gleisschotter, ist mit Massnahmen zu gewährleisten. Diese Massnahmen sind in der Projektbasis, in den Nutzungsanweisungen und im Überwachungsplan aufzuführen.
- 2.3.3 Es ist festzustellen, ob ein Entfernen oder Erhöhen einer Auflast möglich oder vorgesehen ist. Die Wirkungen eines möglichen Entfernens oder Erhöhens der Auflast sind zu untersuchen.

3 VORSPANNUNG

3.1 Allgemeines

Für die Aktualisierung des charakteristischen Werts der Geometrie und der Spannkraft sind die Angaben in den Bauwerksakten auszuwerten und Verformungen des Tragwerks, die auf Spannkraftverluste während der bisherigen Nutzungsdauer zurückzuführen sind, aufzunehmen. Dies erfolgt in der Regel bei der Zustandserfassung.

3.2 Aktualisierung

Der aktualisierte charakteristische Wert $P_{k,act}$ der Vorspannung berücksichtigt die bei der Zustandserfassung ermittelten Spannkraftverluste.

4 BAUGRUND

4.1 Allgemeines

Die Einwirkungen aus dem Baugrund sind unter Berücksichtigung

- der aktualisierten Baugrundwerte
- des aktualisierten Baugrund- und Tragwerksmodells
- der aktualisierten hydrogeologischen Verhältnisse
- der aktualisierten hydrologischen Situation
- des aktualisierten Tragwerksverhaltens und
- allfällig auftretender Kriechströme oder besonderer chemischer oder biologischer Einflüsse festzulegen.

4.2 Aktualisierung

Es gelten die Bestimmungen der Norm SIA 269/7.

5 SCHNEE

5.1 Allgemeines

- 5.1.1 Grundsätzlich gelten die Bestimmungen der Norm SIA 261. Lokale Verhältnisse sind zu berücksichtigen.
- 5.1.2 Die Schneelast darf unter sinngemässer Anwendung der Beobachtungsmethode ermittelt werden. Die Schneelast darf dabei angemessen reduziert werden, sofern ergänzende Sicherheitsmassnahmen das Einhalten der maximalen Schneelast gewährleisten.

5.2 Aktualisierung

- 5.2.1 Der charakteristische Wert für die Schneelast auf horizontalem Gelände s_k gemäss Norm SIA 261 darf aktualisiert werden, falls entsprechende Messreihen und deren Auswertung in genügender Qualität dies rechtfertigen.
- 5.2.2 Bei der Ermittlung des charakteristischen Werts der Schneelast auf Dächern dürfen der Dachformbeiwert, der Expositionsbeiwert und der thermische Beiwert aufgrund von dokumentierten, langjährigen objektspezifischen Informationen aktualisiert werden.
- 5.2.3 Der Überprüfungswert der Auswirkungen infolge Schneelast auf Dächern darf mit dem Verfahren gemäss Anhang C der Norm SIA 269 ermittelt werden.

6 WIND

6.1 Allgemeines

Grundsätzlich gelten die Bestimmungen der Norm SIA 261. Lokale Verhältnisse sind zu berücksichtigen.

6.2 Aktualisierung

- 6.2.1 Der charakteristische Wert des Staudrucks q_{p0} gemäss Norm SIA 261 darf aktualisiert werden, falls entsprechende Messreihen und deren Auswertung in genügender Qualität dies rechtfertigen.
- 6.2.2 Bei der Ermittlung der charakteristischen Werte der Winddrücke und Windkräfte, die auf Bauteilflächen wirken, dürfen die Druck- und Kraftbeiwerte anhand von Windkanalversuchen aktualisiert werden.
- 6.2.3 Der Überprüfungswert der Auswirkungen infolge Wind darf mit dem Verfahren gemäss Anhang C der Norm SIA 269 ermittelt werden.

7 TEMPERATUR

7.1 Allgemeines

Grundsätzlich gelten die Bestimmungen der Norm SIA 261. Lokale Verhältnisse sind zu berücksichtigen.

7.2 Aktualisierung

Die charakteristischen Werte der Temperaturänderung für Tragwerke gemäss Norm SIA 261 dürfen aktualisiert werden, falls dokumentierte objektspezifische Informationen, entsprechende Messreihen und deren Auswertung in genügender Qualität dies rechtfertigen.

8 GEBÄUDENUTZUNG

8.1 Allgemeines

Als charakteristische Werte der Nutzlasten in bestehenden Gebäuden gelten für die Kategorien A – D sowie F und G die Angaben gemäss Norm SIA 261.

8.2 Aktualisierung

8.2.1 Die charakteristischen Werte der Kategorien E und H sind entsprechend der vorgesehenen Nutzung festzulegen.

8.2.2 Die Nutzlasten in bestehenden Gebäuden dürfen durch ergänzende Sicherheitsmassnahmen begrenzt werden. Diese ergänzenden Sicherheitsmassnahmen müssen in der Nutzungsvereinbarung sowie im Überwachungsplan und in den Nutzungsanweisungen aufgeführt werden.

9 NICHTMOTORISierter VERKEHR

9.1 Allgemeines

9.1.1 Grundsätzlich gelten die Bestimmungen der Norm SIA 261.

9.1.2 Falls das Befahren des Bauwerks nicht durch eine permanente Absperreinrichtung verhindert wird, ist das unvorhergesehene Befahren mit schweren Fahrzeugen als aussergewöhnliche Einwirkung anzunehmen. Das anzuwendende Lastmodell und die charakteristischen Werte sind unter Berücksichtigung der lokalen Verhältnisse festzulegen und in der Projektbasis festzuhalten.

9.2 Aktualisierung

Der aktualisierte charakteristische Wert zu Lastmodell 2 darf verwendet werden, wenn sichergestellt wird, dass Unterhaltsfahrzeuge eingesetzt werden, die geringere Belastungsauswirkungen verursachen als das Lastmodell 2. Die Aktualisierung ist projektspezifisch festzulegen und in der Nutzungsvereinbarung sowie in der Projektbasis festzuhalten. Der Mindestwert von $Q_{k,act} = 7$ kN darf jedoch nicht unterschritten werden.

10 STRASSENVERKEHR

10.1 Allgemeines

- 10.1.1 Die Lastmodelle für Strassenverkehr gemäss den Normen SIA 261 und 261/1 dürfen aktualisiert werden.
- 10.1.2 Im Allgemeinen besteht die Aktualisierung der Einwirkungen infolge Strassenverkehr darin, die Beiwerte zur Kalibrierung der Strassenlasten gemäss Norm SIA 261 durch die Aktualisierungsbeiwerte $\alpha_{Q1,act}$, $\alpha_{Q2,act}$ und $\alpha_{qi,act}$ zu ersetzen. Alle übrigen Bestimmungen der Norm SIA 261 bleiben gültig.
- 10.1.3 Für Spannweiten ausserhalb der unter Ziffer 10.2 angegebenen Bereiche sowie für Bogen-, Hänge- oder Schrägseilbrücken ist die Aktualisierung in Absprache mit dem Eigentümer oder der Aufsichtsbehörde festzulegen.
- 10.1.4 Bei strassenpolizeilich signalisierten Lastbeschränkungen darf die Aktualisierung unter Berücksichtigung der nominellen Achslasten und geometrischen Eigenschaften des zugelassenen Strassenverkehrs erfolgen. Das aktualisierte Lastmodell ist in Absprache mit dem Eigentümer oder der Aufsichtsbehörde festzulegen.

10.2 Aktualisierung

10.2.1 Lastmodell 1

- 10.2.1.1 Die Aktualisierungsbeiwerte gemäss Tabelle 1 gelten für Brücken mit Gegenverkehr und Brückenbreiten von 6 bis 9 m sowie für zweispurige Autobahnbrücken mit einer Fahrbahnbreite von 9 bis 12 m. Sie gelten für den nach dem Gesetz zugelassenen Strassenverkehr ohne Lastbeschränkung und berücksichtigen dynamische Effekte und andere Radlastvergrösserungen sowie die voraussehbare Verkehrsentwicklung bis ins Jahr 2025.
- 10.2.1.2 Der Betriebszustand auf Autobahnen mit vier Fahrstreifen im Falle einer Baustelle, wovon zwei für Schwerverkehr zugänglich sind, ist abgedeckt.
- 10.2.1.3 Das aktualisierte Lastmodell 1 deckt Ausnahmetransporte des Typs I und II gemäss Norm SIA 261/1 nicht ab.

Tabelle 1: Aktualisierungsbeiwerte der Strassenverkehrslasten (Lastmodell 1) für Brücken

Brückentyp		Spannweite [m]	$\alpha_{Q1,act}$	$\alpha_{Q2,act}$	$\alpha_{qi,act}$, $\alpha_{qr,act}$
Balken	Kasten	20–80	0,70 ^{1) 2)}	0,50 ^{1) 2)}	0,50 ¹⁾ (0,70 ²⁾)
	zweistegig	20–80			0,40 ¹⁾ (0,70 ²⁾)
	mehrstegig	15–35			
Platten	Platten	10–30			
Plattenbrücken und übrige Brückentypen		5,3–10	0,60	0,40	0,40
		< 5,3	0,50	0,40	0,40

¹⁾ Die Überfahrt von Kranwagen mit einem Gesamtgewicht von maximal 60 t ist berücksichtigt.
²⁾ Gilt für Ausnahmetransporte Typ III gemäss Norm SIA 261/1 und Kranwagen mit einem Gesamtgewicht bis maximal 96 t.

- 10.2.1.4 Bei Tragwerken für Strassen von untergeordneter Bedeutung mit einer Fahrbahnbreite bis 6 m dürfen die Aktualisierungsbeiwerte gemäss Tabelle 1 in Absprache mit dem Eigentümer oder der Aufsichtsbehörde reduziert werden. Die Aktualisierungsbeiwerte $\alpha_{Q1,act} = 0,50$, $\alpha_{Q2,act} = 0,40$ und $\alpha_{qi,act} = 0,40$ dürfen jedoch nicht unterschritten werden.

- 10.2.1.5 Für einspurige Brücken mit einer Fahrbahnbreite $b < 5,4$ m ist einzig der fiktive Fahrstreifen 1 mit den aktualisierten Einwirkungen in ungünstigster Laststellung anzusetzen.
- 10.2.1.6 Im Bereich von Fahrbahnübergängen sind die Achslasten im Unterschied zur Regelung in der Norm SIA 261 nicht durch einen dynamischen Beiwert zu vergrössern.

10.2.2 Anfahr- und Bremskräfte

Die aktualisierten, charakteristischen Werte der Anfahrkraft $QA_{k,act}$ und der Bremskraft $QB_{k,act}$ setzen sich aus Anteilen zusammen, die zu den Lasten des Lastmodells 1 auf dem fiktiven Fahrstreifen 1 proportional sind:

$$QA_{k,act} = QB_{k,act} = 0,8 Q_{k1} + 0,07 q_{k1} b_1 l \leq 600 \text{ kN} \quad (1)$$

mit b_1 Breite des fiktiven Fahrstreifens 1
 l Länge des Tragwerks bzw. Distanz zwischen den Dilatationsfugen des untersuchten Tragwerksabschnitts.

10.2.3 Ermüdung

10.2.3.1 Bei der Ermittlung der Ermüdungsbeanspruchungen darf die mittragende Wirkung von Konsolköpfen oder Leitmauern berücksichtigt werden.

10.2.3.2 Bei lokalen Ermüdungseinwirkungen (Fahrbahnplatten und -träger, Querträger) darf die Ermüdungssicherheit mit der Dauerfestigkeit nachgewiesen werden. Für den Nachweis der Dauerfestigkeit sind die aktualisierten Achslasten $\alpha_{Q1,act} Q_{k1}$ in der Mitte des fiktiven Fahrstreifens 1 anzusetzen. Bei zweispurigen Autobahnbrücken befindet sich dieser fiktive Fahrstreifen in Fahrtrichtung auf der rechten Fahrspur.

10.2.3.3 Der Nachweis der Betriebsfestigkeit ist mit dem Ermüdungslastmodell gemäss Norm SIA 261 zu erbringen. Es gelten folgende Angaben für die Betriebslast-Teilfaktoren:

- Betriebslast-Teilfaktoren λ_1 und λ_4 : wie für neue Tragwerke
- Betriebslast-Teilfaktor λ_2 , der das vorgesehene künftige Verkehrsvolumen berücksichtigt:

$$\lambda_2 = \left(\frac{N_{obs}}{N_0} \right)^{1/5} \quad (2)$$

mit N_0 Anzahl Fahrzeuge $> 3,5$ t pro Jahr und Fahrtrichtung gemäss Norm SIA 261, Tabelle 12
 N_{obs} vorgesehene künftige Verkehrsvolumen bis zum Ende der Restnutzungsdauer in Anzahl Fahrzeuge $> 3,5$ t pro Jahr und Fahrtrichtung.

- Betriebslast-Teilfaktor λ_3 , der die gesamte Nutzungsdauer berücksichtigt:

$$\lambda_3 = \left(\frac{T_{tot}}{100} \right)^{1/5} \quad (3)$$

mit T_{tot} gesamte Nutzungsdauer in Jahren, d.h. Summe der bisherigen Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der Ziffer 10.2.3.4 und der Restnutzungsdauer.

10.2.3.4 Ermüdungsbeanspruchungen, die vor 1960 stattgefunden haben, dürfen in der Regel vernachlässigt werden.

11 NORMALSPURBAHNVERKEHR

11.1 Allgemeines

11.1.1 Die nachfolgenden Bestimmungen gelten für Lasten und Kräfte, die aus der normalen Nutzung durch Bahnverkehr der Streckenklassen C3, C4, D3, D4, E4 und E5 des internationalen Eisenbahnverbandes (UIC) hervorgerufen werden. Die Zuordnung von Bauwerken zu einer bestimmten Streckenklasse erfolgt durch den Infrastrukturbetreiber im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde.

11.1.2 In besonderen Fällen können Belastungsversuche zur Ermittlung des Tragverhaltens zweckmässig sein. Diese sind im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde zu planen und durchzuführen.

11.2 Aktualisierung

11.2.1 Vertikale Bahnverkehrslasten

11.2.1.1 Die aktualisierten Einwirkungen sind unter Verwendung der Lastmodelle (Musterfahrzeuge) der Streckenklassen C3, C4, D3, D4, E4 und E5 zu bestimmen. Die Musterfahrzeuge der zu berücksichtigenden Streckenklasse sind in unbeschränkter Anzahl und mit den in Figur 1 dargestellten geometrischen Eigenschaften in ungünstigster Stellung wirkend anzunehmen. Achslasten, die entlastend wirken, sind zu vernachlässigen.

Figur 1: Aktualisierte Lastmodelle

Streckenklasse	Nominelle Achslast Q_{act} [kN]	Geometrische Eigenschaften der Musterfahrzeuge, Abmessungen in m	
		Q_{act} Q_{act}	Q_{act} Q_{act}
C3	200		
C4	200		
D3	225		
D4	225		
E4	250		
E5	250		

11.2.1.2 Zur Berücksichtigung von Achslastüberschreitungen infolge unsachgemässer Beladung ist die nominelle Achslast der Musterfahrzeuge um 10% zu erhöhen. Bei Tragwerksteilen, deren Haupttragrichtung parallel zum Gleis verläuft und deren Spann- bzw. Stützweite mehr als 20 m beträgt, darf auf die Erhöhung der nominellen Achslast verzichtet werden.

- 11.2.1.3 Die dynamischen Effekte infolge von Unregelmässigkeiten in Gleis und Rollmaterial sind mit den geschwindigkeitsabhängigen dynamischen Beiwerten gemäss Anhang A zu berücksichtigen.
- 11.2.1.4 Für Reisezüge mit $v_{max} > 200$ km/h ist die Notwendigkeit einer dynamischen Tragwerksanalyse abzuklären. Das Vorgehen richtet sich dabei nach SN EN 1991-2.

11.2.2 Horizontale Bahnverkehrslasten

- 11.2.2.1 Die aktualisierten charakteristischen Bremskräfte sind mithilfe von Tabelle 2 zu bestimmen.

Tabelle 2: Aktualisierte charakteristische Werte der Bremskräfte für Normalspur
(l : Länge in m, auf der die Bahnverkehrslasten wirken)

Streckenklasse	$QB_{k,act}$ [kN]
C3/D3	$18l \leq 5400$
C4/D4/E4	$20l \leq 6000$
E5	$22l \leq 6600$

- 11.2.2.2 Die Anfahrkraft ist gemäss Norm SIA 261 zu berücksichtigen.
- 11.2.2.3 Die Zentrifugalkraft wird sinngemäss nach Norm SIA 261 mit den Achslasten der Musterfahrzeuge gemäss Figur 1 aktualisiert. Für Strecken mit einer Geschwindigkeit von $v_{max} \geq 120$ km/h darf die aktualisierte Zentrifugalkraft mit dem Reduktionsbeiwert η gemäss Norm SIA 261 ermittelt werden.
- 11.2.2.4 Der aktualisierte charakteristische Wert $QS_{k,act}$ der Schlingerkraft beträgt 80 kN.

11.2.3 Ermüdung

- 11.2.3.1 Bei der Ermittlung der Ermüdungsbeanspruchungen darf die mittragende Wirkung von Randabschlüssen und anderen steifigkeitserhöhenden Ausrüstungen sowie die günstige Wirkung des Oberbaus mit durchgehend lückenlos verschweissten Schienen berücksichtigt werden.
- 11.2.3.2 Der Nachweis der Dauerfestigkeit ist mit den aktualisierten Einwirkungen gemäss Ziffer 11.2.1 und dem dynamischen Beiwert gemäss Anhang A zu führen.
- 11.2.3.3 Der Nachweis der Betriebsfestigkeit ist gemäss Norm SIA 261 mit dem Lastmodell 1 und dem dynamischen Beiwert Φ zu erbringen.

Beim Nachweis der Betriebsfestigkeit gelten folgende Angaben für die Betriebslast-Teilfaktoren:

- Betriebslast-Teilfaktor λ_1 : wie für neue Tragwerke
- Betriebslast-Teilfaktor λ_2 zur Berücksichtigung des vorgesehenen künftigen Verkehrsvolumen ist wie folgt zu bestimmen:

$$\lambda_2 = \left(\frac{G}{25} \right)^{1/5} \quad (4)$$

Dabei bezeichnet G das vorgesehene künftige Verkehrsvolumen in 10^6 t pro Jahr und Gleis bis zum Ende der Restnutzungsdauer.

- Betriebslast-Teilfaktor λ_3 zur Berücksichtigung der vorgesehenen gesamten Nutzungsdauer ist wie folgt zu bestimmen:

$$\lambda_3 = \left(\frac{T_{tot}}{100} \right)^{1/5} \quad (5)$$

Dabei bezeichnet T_{tot} die gesamte Nutzungsdauer in Jahren, d.h. die Summe der bisherigen Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der Ziffer 11.2.3.4 und der Restnutzungsdauer.

- Betriebslast-Teilfaktor λ_4 : wie für neue Tragwerke.

- 11.2.3.4 Ermüdungsbeanspruchungen, die vor dem Jahr 1940 stattgefunden haben, dürfen vernachlässigt werden.

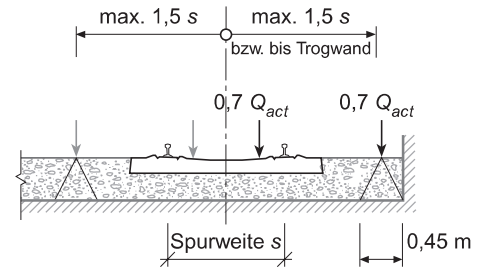
11.2.4 Entgleisung

11.2.4.1 Das Entgleisen von Schienenfahrzeugen ist als aussergewöhnliche Überprüfungssituation zu betrachten. Die aktualisierten Lasten entgleister Schienenfahrzeuge sind mit den in Figur 2 dargestellten Entgleisungslastmodellen zu berücksichtigen. Im Übrigen gelten die diesbezüglichen Bestimmungen der Norm SIA 261 sinngemäss.

Figur 2: Entgleisungslastmodelle

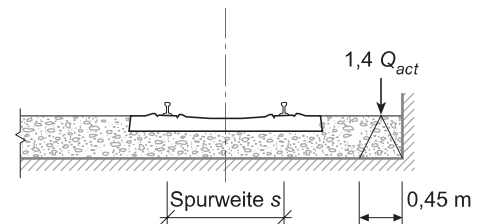
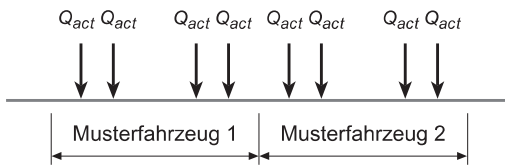
Entgleisungslastmodell 1

In Längsrichtung ist eine unbeschränkte Anzahl Musterfahrzeuge mit den in Figur 1 dargestellten geometrischen Eigenschaften in ungünstigster Stellung wirkend zu berücksichtigen. Achslasten, die entlastend wirken, sind zu vernachlässigen.



Entgleisungslastmodell 2

In Längsrichtung sind zwei Musterfahrzeuge mit den in Figur 1 dargestellten geometrischen Eigenschaften in ungünstigster Stellung wirkend zu berücksichtigen.



12 SCHMALSPURBAHNVERKEHR

12.1 Allgemeines

- 12.1.1 Es gelten grundsätzlich die Angaben gemäss Norm SIA 261.
- 12.1.2 In besonderen Fällen können Belastungsversuche zur Ermittlung des Tragverhaltens zweckmässig sein. Diese sind im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde zu planen und durchzuführen.

12.2 Aktualisierung

12.2.1 Vertikale Bahnverkehrslasten

- 12.2.1.1 Für Verhältnisse mit wenigen Zugtypen darf die Aktualisierung unter Berücksichtigung der nominellen Achslasten und den geometrischen Eigenschaften der auf dem Streckennetz zugelassenen Züge erfolgen. Achslasten, die entlastend wirken, sind zu vernachlässigen. Die Lastmodelle der Züge sind mit dem Infrastrukturbetreiber und im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde festzulegen.
- 12.2.1.2 Die dynamischen Effekte infolge von Unregelmässigkeiten in Gleis und Rollmaterial sind mit den geschwindigkeitsabhängigen dynamischen Beiwerten gemäss Anhang A zu berücksichtigen.

12.2.2 Horizontale Bahnverkehrslasten

- 12.2.2.1 Die aktualisierte charakteristische Bremskraft darf aus den vertikalen Lasten des massgebenden Zuges bestimmt werden. Anfahr- und Schlingerkräfte sind gemäss Norm SIA 261 zu berücksichtigen.
- 12.2.2.2 Die Zentrifugalkraft wird sinngemäss nach Norm SIA 261 mit den nominellen Achslasten und den geometrischen Eigenschaften des massgebenden Zuges aktualisiert.

12.2.3 Ermüdung

- 12.2.3.1 Bei der Ermittlung der Ermüdungsbeanspruchungen darf die mittragende Wirkung von Randabschlüssen und anderen steifigkeitserhöhenden Ausrüstungen sowie die günstige Wirkung des Oberbaus mit durchgehend lückenlos verschweissten Schienen berücksichtigt werden.
- 12.2.3.2 Der Nachweis der Dauerfestigkeit ist mit den nominellen Achslasten und den geometrischen Eigenschaften des massgebenden Zuges sowie dem dynamischen Beiwert gemäss Anhang A zu führen.
- 12.2.3.3 Der Nachweis der Betriebsfestigkeit wird mit dem Lastmodell 4 oder 5 und dem dynamischen Beiwert Φ gemäss Norm SIA 261 geführt.

Beim Nachweis der Betriebsfestigkeit gelten folgende Angaben für die Betriebslast-Teilfaktoren:

- Betriebslast-Teilfaktor λ_1 : wie für neue Tragwerke
- Betriebslast-Teilfaktor λ_2 : 1,0
- Betriebslast-Teilfaktor λ_3 : gemäss Ziffer 11.2.3.3
- Betriebslast-Teilfaktor λ_4 : wie für neue Tragwerke.

12.2.4 Entgleisung

Das Entgleisen von Schienenfahrzeugen ist als aussergewöhnliche Überprüfungssituation zu betrachten. Die Aktualisierung erfolgt mit den nominellen Achslasten des massgebenden Zuges und sinngemäss nach Ziffer 11.2.4.

13 ABSCHRANKUNGEN

13.1 Allgemeines

- 13.1.1 Die Einwirkungen durch Menschengedränge und die dadurch verursachten Kräfte auf Abschränkungen sind in Abhängigkeit der Konsequenzen eines Tragwerksversagens festzulegen. Die Konsequenzen eines Tragwerksversagens werden gemäss Anhang B der Norm SIA 269 abgeschätzt.
- 13.1.2 Die vorhandenen Massnahmen (bauliche oder betriebliche Art) zur Aufnahme von Kräften auf Abschränkungen sind zu beurteilen.

13.2 Aktualisierung

- 13.2.1 Bei grossen Konsequenzen eines Tragwerksversagens entsprechen die charakteristischen Werte der horizontalen, durch Personen bei normaler Nutzung verursachten Kräfte auf Abschränkungen jenen der Norm SIA 261.
- 13.2.2 Bei mittleren und geringen Konsequenzen eines Tragwerksversagens dürfen die charakteristischen Werte der horizontalen, durch Personen bei normaler Nutzung verursachten Kräfte auf Abschränkungen gemäss Norm SIA 261 um 50% reduziert werden.
- 13.2.3 Bei Menschengedränge und grossen Konsequenzen eines Tragwerksversagens beträgt der Überprüfungs- wert der horizontalen Kraft auf Abschränkungen $q_{k,act} = 3,0$ kN/m. Bei moderaten und geringen Konsequenzen eines Tragwerksversagens beträgt $q_{k,act} = 2,0$ kN/m.

14 ANPRALL

14.1 Allgemeines

- 14.1.1 Die aussergewöhnlichen Einwirkungen infolge Anpralls von Strassen- und Schienenfahrzeugen sowie von Schiffen sind in Abhängigkeit der Konsequenzen eines Tragwerkversagens und in Absprache mit dem Eigentümer oder der Aufsichtsbehörde festzulegen.
- 14.1.2 Die vorhandenen Massnahmen (baulicher oder betrieblicher Art) zur Aufnahme von Kräften infolge Anpralls sind beurteilen.

15 BRAND

15.1 Allgemeines

- 15.1.1 Die aktualisierten aussergewöhnlichen Einwirkungen im Brandfall sind aufgrund möglicher Brandsituationen festzulegen. Die Konsequenzen eines Tragwerkversagens sind bei der Beurteilung der Verhältnismässigkeit zu berücksichtigen.
- 15.1.2 Bei der Überprüfung sind die vorhandenen aktiven und passiven Brandschutzmassnahmen zu beurteilen.
- 15.1.3 Der Einfluss hoher Temperaturen auf die Baustoffeigenschaften und die geometrischen Tragwerkeigenschaften ist gemäss den Angaben in den Normen SIA 269/2 bis SIA 269/6 zu berücksichtigen.
- 15.1.4 Die Angaben zum Brandschutz der Norm SIA 261 gelten für bestehende Tragwerke sinngemäss. Jedoch dürfen Brandschutzmassnahmen aufgrund einer Risikoanalyse festgelegt werden.
- 15.1.5 Der Nachweis mit Naturbränden und die aufgrund einer Risikoanalyse festgelegten Brandschutzmassnahmen setzen die Zustimmung der Behörden voraus.

15.2 Aktualisierung

- 15.2.1 Die thermische Einwirkung darf als Wärmefreisetzung, Temperaturzeit- oder Brandkurve unter Berücksichtigung der im gegebenen Fall zu erwartenden Brandlast aktualisiert werden.
- 15.2.2 Bei der Festlegung von parameterabhängigen Temperaturzeitkurven, sogenannten Naturbrandkurven, sind die Art und Menge des brennbaren Materials, die Ventilationsverhältnisse im Raum, die thermischen Eigenschaften der Umfassungsbauteile und allenfalls die Löschmassnahmen zu berücksichtigen.

16 ERDBEBEN

16.1 Allgemeines

Bis zur Publikation der Norm SIA 269/8 gilt für die Überprüfungssituation Erdbeben das Merkblatt SIA 2018.

17 EXPLOSION

17.1 Allgemeines

- 17.1.1 Die aussergewöhnlichen Einwirkungen infolge Explosion sind in Abhängigkeit der Konsequenzen eines Tragwerksversagens festzulegen.
- 17.1.2 Bei der Überprüfung ist die Bauwerkskategorie gemäss SIA 261 festzustellen, und es sind die Eintretenswahrscheinlichkeit einer Explosion und deren Auswirkungen anhand von Risikoüberlegungen zu analysieren und zu beurteilen.
- 17.1.3 Massnahmen zur Minderung der Wahrscheinlichkeit einer Explosion dürfen aufgrund einer Risikoanalyse festgelegt werden. Die Angaben zu den Massnahmen gemäss Norm SIA 261 gelten für bestehende Tragwerke sinngemäss.
- 17.1.4 Die infolge einer Explosion entstehenden Drücke und Temperaturen werden als aussergewöhnliche Leiteinwirkung behandelt. Sie dürfen objektspezifisch aktualisiert werden.

ANHANG A DYNAMISCHE BEIWERTE FÜR LASTMODELLE DER STRECKEN- KLASSEN UND BETRIEBSZÜGE

Tabelle 3: Dynamische Beiwerte $1+\varphi$ gemäss SN EN 1991-2, Anhang C, für den Nachweis der Tragsicherheit im Grenzzustand Typ 2 und für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

l_ϕ [m]	Erlaubte Höchstgeschwindigkeit der Streckenklasse bzw. der Betriebszüge [km/h]														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
1	1,06	1,11	1,17	1,23	1,28	1,34	1,40	1,46	1,48	1,49	1,54	1,60	1,66	1,73	1,80
2	1,06	1,12	1,18	1,24	1,30	1,36	1,42	1,48	1,50	1,51	1,54	1,59	1,65	1,72	1,79
4	1,06	1,12	1,18	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,50	1,52	1,54	1,57	1,62	1,69	1,76
6	1,06	1,12	1,18	1,24	1,30	1,36	1,42	1,47	1,48	1,49	1,52	1,54	1,58	1,64	1,72
8	1,05	1,11	1,16	1,22	1,27	1,33	1,38	1,44	1,45	1,46	1,48	1,50	1,53	1,60	1,67
10	1,05	1,10	1,15	1,20	1,24	1,29	1,34	1,39	1,40	1,41	1,43	1,45	1,48	1,55	1,62
15	1,04	1,07	1,11	1,14	1,18	1,21	1,25	1,28	1,29	1,30	1,32	1,35	1,41	1,48	1,55
20	1,03	1,05	1,08	1,10	1,13	1,15	1,18	1,20	1,21	1,22	1,27	1,32	1,39	1,45	1,53
25	1,02	1,04	1,05	1,07	1,09	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19	1,24	1,29	1,34	1,40	1,46
30	1,02	1,03	1,05	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,22	1,26	1,31	1,36	1,42
40	1,01	1,03	1,04	1,06	1,07	1,09	1,10	1,12	1,13	1,15	1,19	1,23	1,27	1,31	1,35
50	1,01	1,02	1,04	1,05	1,06	1,08	1,09	1,11	1,12	1,14	1,17	1,20	1,24	1,27	1,31
60	1,01	1,02	1,03	1,05	1,06	1,07	1,08	1,10	1,11	1,12	1,15	1,18	1,22	1,25	1,28
70	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,07	1,08	1,09	1,10	1,12	1,14	1,17	1,20	1,23	1,26
80	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,09	1,10	1,11	1,13	1,16	1,19	1,22	1,25
100	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,12	1,14	1,17	1,19	1,22

l_ϕ massgebende Länge gemäss Norm SIA 261

Tabelle 4: Dynamische Beiwerte $1+\varphi$ gemäss SN EN 1991-2, Anhang D, für den Nachweis der Tragsicherheit im Grenzzustand Typ 4 (Dauerfestigkeit)

l_ϕ [m]	Erlaubte Höchstgeschwindigkeit der Streckenklasse bzw. der Betriebszüge [km/h]														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
1	1,03	1,06	1,08	1,11	1,14	1,17	1,20	1,23	1,24	1,25	1,27	1,30	1,33	1,36	1,40
2	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,25	1,26	1,27	1,29	1,33	1,36	1,39
4	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,19	1,22	1,25	1,25	1,26	1,27	1,29	1,31	1,34	1,38
6	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,24	1,25	1,26	1,27	1,29	1,32	1,36
8	1,03	1,05	1,08	1,11	1,14	1,16	1,19	1,22	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,30	1,33
10	1,02	1,05	1,07	1,10	1,12	1,15	1,17	1,20	1,20	1,20	1,21	1,23	1,24	1,28	1,31
15	1,02	1,04	1,05	1,07	1,09	1,11	1,12	1,14	1,15	1,15	1,16	1,17	1,21	1,24	1,27
20	1,01	1,03	1,04	1,05	1,06	1,08	1,09	1,10	1,11	1,11	1,13	1,16	1,19	1,23	1,26
25	1,01	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,08	1,09	1,10	1,12	1,14	1,17	1,20	1,23
30	1,01	1,02	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,11	1,13	1,16	1,18	1,21
40	1,01	1,01	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,11	1,13	1,15	1,18
50	1,01	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16
60	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,06	1,08	1,09	1,11	1,12	1,14
70	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	1,09	1,10	1,12	1,13
80	1,00	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,07	1,08	1,09	1,11	1,12
100	1,00	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,10	1,11

l_ϕ massgebende Länge gemäss Norm SIA 261

Abkürzungen der in der Kommission SIA 261 vertretenen Organisationen

ASTRA	Bundesamt für Strassen
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAV	Bundesamt für Verkehr
EPFL	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
VKF	Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen
WSL/SLF	Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Institut für Schnee- und Lawinenforschung

Projektleitung Erhaltung von Tragwerken

Dr. Paul Lüchinger, dipl. Ing. ETH, Zürich (Vorsitz)
Prof. Dr. Eugen Brühwiler, dipl. Ing. ETH, Lausanne
Thomas P. Lang, dipl. Ing. ETH, Bern
Prof. Thomas Vogel, dipl. Ing. ETH, Zürich

Arbeitsgruppe SIA 269/1

Erhaltung von Tragwerken – Einwirkungen

Dr. Pierino Lestuzzi, dipl. Ing. ETH, Lausanne (Vorsitz)
Dr. Thomas Egli, dipl. Ing. ETH, St. Gallen
Dr. Armand Fürst, dipl. Ing. ETH, Wolfwil
Fritz Ruchti, dipl. Ing. HTL, Bern

Kommission SIA 261 «Einwirkungen auf Tragwerke»

Präsident	Dr. Pierino Lestuzzi, dipl. Ing. ETH, Lausanne	EPFL
Vizepräsident.	Dr. Rudolf Vogt, dipl. Ing. ETH, Zürich Dr. Thomas Wenk, dipl. Ing. ETH, Zürich	Projektierung Projektierung
Mitglieder	Dr. Andrea Bassetti, dipl. Ing. ETH, Zürich Dr. Manuel Alvarez, dipl. Ing. ETH, Bern Blaise Duvernay, dipl. Ing. ETH, Bern Dr. Thomas Egli, dipl. Ing. ETH, St. Gallen Dr. Armand Fürst, dipl. Ing. ETH, Wolfwil Andreas Keller, dipl. Ing. ETH, Bern Dr. Olivier Lateltin, dipl. Geol., Bern Roland Meister, dipl. Ing. ETH, Davos Prof. Dr. Alain Nussbaumer, dipl. Ing. ETH, Lausanne Fritz Ruchti, dipl. Ing. HTL, Bern Andreas Steiger, dipl. Ing. ETH, Luzern Prof. Dr. Bruno Zimmerli, dipl. Ing. ETH, Horw Dr. Vincent Labiouse, dipl. Ing. MER, Lausanne	Projektierung ASTRA BAFU Projektierung Projektierung Projektierung VKF WSL/SLF EPFL BAV Projektierung Fachhochschule EPFL

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen und Ordnungen des SIA hat die vorliegende Norm SIA 269/1 am 23. November 2010 genehmigt.

Sie ist gültig ab 1. Januar 2011.

Sie ersetzt zusammen mit der Norm SIA 269 *Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken* die Richtlinie SIA 462 *Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Bauwerke*, Ausgabe 1994.

Copyright © 2011 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie, CD-ROM usw.), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und das der Übersetzung, sind vorbehalten.