

Ersetzt zusammen mit Norm SIA 261 die Ziffer 4 der Norm SIA 160, Ausgabe 1989

Actions sur les structures porteuses – Spécifications complémentaires
Azioni sulle strutture portanti – Indicazioni complementari
Actions on Structures – Supplementary Specifications

Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen

261/1

2003-04 1. Auflage
2003-12 2. Auflage, Nachdruck mit Korrekturen
2010-06 3. Auflage, unveränderter Nachdruck

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Vorwort	4	10 Strassenverkehr	18
0 Geltungsbereich	5	10.1 Ausnahmetransporte	18
0.1 Abgrenzung	5	10.1.1 Allgemeines	18
0.2 Verweisungen	5	10.1.2 Lastmodelle und charakteristische Werte	18
0.3 Ausnahmen	5	10.1.3 Einwirkungsgruppen	19
1 Verständigung	6	11 Kranbetrieb	20
2 Verweisungen	7	11.1 Allgemeines	20
3 Einwirkungen auf Schalungen	8	11.2 Lastmodelle und charakteristische Werte	20
3.1 Allgemeines	8	11.2.1 Kranlasten	20
3.2 Charakteristische Werte	8	11.2.2 Horizontale Kräfte	21
4 Rutschungen, Murgänge und Hochwasser	9	11.2.3 Einwirkungsgruppen	22
4.1 Allgemeines	9	11.3 Beiwerte	22
4.2 Einwirkungen	10	11.3.1 Seitenkraftbeiwert	22
5 Schnee- und Lawinendruck	11	11.3.2 Dynamischer Beiwert	23
5.1 Allgemeines	11	11.4 Ermüdung	23
5.2 Einwirkungen	11	11.4.1 Allgemeines	23
6 Hagel	12	11.4.2 Ermüdungslastmodell	24
6.1 Allgemeines	12	12 Reibungs- und Rückstellkräfte von Lagern	25
6.2 Hagelschutz	12	12.1 Allgemeines	25
6.3 Einwirkungen	12	12.2 Charakteristische Werte	25
7 Stein-, Block- und Eisschlag	14	12.2.1 Reibungskraft	25
7.1 Allgemeines	14	12.2.2 Rückstellkräfte	26
7.2 Einwirkungen	14	13 Silo- und Behälternutzung	27
8 Wind	15	Anhang	28
8.1 Dynamisches Verhalten von Tragwerken	15	Genehmigung und Inkrafttreten	32
8.2 Dynamischer Faktor	15	Übergangsbestimmungen	32
9 Ortstemperatur	17		

VORWORT

Die vorliegende Norm SIA 261/1 ergänzt die Norm SIA 261 *Einwirkungen auf Tragwerke*.

Im Gegensatz zur Norm SIA 261, die längerfristig Bestand haben sollte, wird es wegen der laufenden Arbeiten an den europäischen Normen erforderlich sein, die Norm SIA 261/1 in verhältnismässig kurzen Abständen den neuen Gegebenheiten anzupassen.

Projektleitung Swisscodes und Sachbearbeitung Norm SIA 261

0 GELTUNGSBEREICH

0.1 Abgrenzung

Die vorliegende Norm gilt in Verbindung mit der Norm SIA 261 *Einwirkungen auf Tragwerke* und ergänzt sie in Bezug auf besondere Einwirkungen und Tragwerke.

0.2 Verweisungen

Auf die nachfolgend aufgeführten Normen und Empfehlungen wird verwiesen. Diese sind ganz oder in Teilen im Sinne des Verweises mitgeltend.

SIA D0188	Wind
SN EN 1991-1-2:2003	Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Einwirkungen im Brandfall
SN EN 1991-1-3:2003	Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten
prEN 1991-1-4 (02.02)	Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Wind
prEN 1991-2 (01.02)	Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 2: Allgemeine Einwirkungen – Verkehrslasten auf Brücken
prEN 1991-4 (08.01)	Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 4: Einwirkungen auf Silos und Behälter
Empfehlung VU-7503-D BRP/BWW/BUWAL	Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten
Empfehlung VU-7505-D BWW/BRP/BUWAL	Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten

0.3 Ausnahmen

- 0.3.1 Ausnahmen von der vorliegenden Norm sind zulässig, wenn sie durch Theorie oder Messungen ausreichend begründet werden oder wenn neue Entwicklungen und Erkenntnisse dies rechtfertigen.
- 0.3.2 Einwirkungen, die in dieser Norm nicht oder für eine spezifische Nutzung nicht genügend erfasst werden, sind entsprechend den vorliegenden Bestimmungen sinngemäss festzulegen. Das zwischen Projektierenden, Bauherrschaft und allfälligen Genehmigungsinstanzen abgesprochene Vorgehen ist stufengerecht in der Nutzungsvereinbarung und in der Projektbasis zu dokumentieren.
- 0.3.3 Abweichungen von der Norm sind in den Bauwerksakten nachvollziehbar und mit Begründung zu dokumentieren.

1 VERSTÄNDIGUNG

- 1.1 In der vorliegenden Norm werden Fachausdrücke und Bezeichnungen verwendet, die in den Normen SIA 260 und SIA 261 definiert sind.
- 1.2 In den Normen SIA 260 und SIA 261 nicht aufgeführte Bezeichnungen werden in der vorliegenden Norm am Ort ihres Auftretens direkt erläutert.

2 VERWEISUNGEN

Tabelle 1: Verweisungen der Norm SIA 261

Ziffer der Norm SIA 261	Stichwort/Thema	Weiterführende Angaben	Bemerkungen
5.3.5	Lastanordnung bei Gebäuden mit abgestuften Dächern	SN EN 1991-1-3	
5.3.6	Lastanordnung: Einfluss der Dachaufbauten auf die Windverfrachtung von Schnee	SN EN 1991-1-3	
6.1.6	Interferenzeffekte bei Reihen oder Gruppen von Bauwerken	SIA D0188	
6.1.8	Dynamisches Verhalten von Hochhäusern, Kabeln, Masten, Kaminen, schlanken Brücken und ähnlichen Bauwerken	SIA D0188	
6.2.3.2 6.2.3.3 6.3.5	Dynamischer Faktor zur Ermittlung der Windkräfte	SIA D0188	
15.3.1	Wärmefreisetzung bei Brand, Temperaturzeitkurven	SN EN 1991-1-2	

3 EINWIRKUNGEN AUF SCHALUNGEN

3.1 Allgemeines

- 3.1.1 Die Einwirkungen auf Schalungen umfassen die Belastung durch den Beton unter Berücksichtigung des Bauablaufs und des Betoniervorgangs. Sie sind als ortsfeste veränderliche Einwirkungen zu behandeln.
- 3.1.2 Der durch den frischen Beton auf die Schalungsfläche ausgeübte Druck hängt von den Frischbetoneigenschaften wie Raumgewicht, Konsistenz und Temperatur sowie von der Stärke des Bauteils und von der Höhe des Frischbetonkörpers ab. Die Fallhöhe und Einfüllgeschwindigkeit des Frischbetons sind dabei ebenfalls zu berücksichtigen.
- 3.1.3 Schalungen und Rüstungen sind nach den Bestimmungen der Normen SIA 262 bis 265 zu projektieren, konstruktiv durchzubilden und auszuführen.
- 3.1.4 Spezifische Angaben zur Projektierung von Schalungen und Rüstungen sind der Norm SIA 262 zu entnehmen.

3.2 Charakteristische Werte

- 3.2.1 Der charakteristische Wert q_{kv} des vertikalen Betondrucks ist als oberer Wert auf Grund der planmässig festgelegten Bauteilabmessungen und der Raumlast zu ermitteln. Die zu berücksichtigenden Imperfektionen und Massabweichungen der Schalung sind in Norm SIA 262 angegeben.
- 3.2.2 Die während des Betonierens auftretenden Lastkonzentrationen werden durch eine gleichzeitig mit dem vertikalen Betondruck, an beliebiger Stelle wirkende Einzellast $Q_k = 20 \text{ kN}$ berücksichtigt. Diese ist auf einer quadratischen Fläche von 1,5 m Seitenlänge in ungünstigster Stellung wirkend anzunehmen.
- 3.2.3 Der charakteristische Wert des Horizontaldrucks des Betons q_{kh} auf vertikale Schalungen ist in Abhängigkeit der Konsistenz des Frischbetons zu ermitteln. Für steifen bis plastischen Beton ist in der Regel $q_{kh} = 40 \text{ kN/m}^2$ anzunehmen. Bei der Verwendung von Fließbeton ist der Druck angemessen zu erhöhen.
- 3.2.4 Bei der Verwendung von selbstverdichtendem Beton, und solange keine spezifischen Untersuchungen unternommen werden, ist für den Schalungsdruck der grösste Wert zwischen $q_{kh} = 40 \text{ kN/m}^2$ und dem vorzusehenden Wert des hydrostatischen Drucks anzunehmen.

4 RUTSCHUNGEN, MURGÄNGE UND HOCHWASSER

4.1 Allgemeines

4.1.1 Rutschungen, Murgänge und Hochwasser sind als aussergewöhnliche Einwirkungen zu behandeln.

4.1.2 Es sind folgende Arten von Rutschungen möglich:

- flachgründige Rutschung
- mittelgründige Rutschung
- tiefgründige Rutschung gleichförmiger geringer Geschwindigkeit
- tiefgründige Rutschung ungleichförmiger hoher Geschwindigkeit.

4.1.3 Murgänge können das Bauwerk um- oder überfliessen.

4.1.4 Folgende Arten von Einwirkungen infolge Hochwasser sind möglich:

- statische Überschwemmung des Bauwerks
- dynamische Überschwemmung des Bauwerks
- Einwirkungen infolge Ufererosion oder -rutschung.

4.1.5 Art und Grösse der Einwirkung hängen von der Topographie, dem Standort des Bauwerks, dem lokalen Klima, der Boden- und Felsstruktur und den hydrogeologischen Verhältnissen ab. Orte mit hoher Gefährdung und Orte ohne Gefährdung können dabei sehr nahe liegen.

4.1.6 Nach Möglichkeit sind vorbeugende Massnahmen zu treffen, mit denen die Gefahr oder die Einwirkung eliminiert oder vermindert werden kann, beispielsweise durch die Anordnung von Schutzbauwerken oder durch eine schadenunempfindliche Bauweise. Die Wirksamkeit der Schutzbauwerke ist nachzuweisen. Mögliche Massnahmen für Neubauten und bestehende Bauten sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

4.1.7 Mögliche Schutzkonzepte sind anhand einer Risikobeurteilung zu bewerten, zu überprüfen und zu vergleichen.

4.1.8 Die Schutzziele sind in der Nutzungsvereinbarung zu umschreiben. Das Schutzkonzept ist in der Projektbasis festzuhalten.

Tabelle 2: Bauwerks-Schutzmassnahmen gegen Rutschungen, Murgänge und Hochwasser

Gefahr	Bauwerk	Schutzmassnahmen
Rutschung	neu	<ul style="list-style-type: none"> – Terraingestaltung, Standortwahl, Anpassung der Bauwerkssteifigkeit – Anpassung des Tragwerks (Lastabtragung, Steifigkeit, Stabilisierung, Verstärkung)
	bestehend	<ul style="list-style-type: none"> – flexible Leitungsanschlüsse, Abführung Meteorwasser – Stabilisierung der Rutschmasse, Gebäudeausrichtung
Murgang	neu	<ul style="list-style-type: none"> – Formgebung, Anpassung der Lage der Öffnungen im Bauwerk (Orientierung, Höhe), Tragwerksverstärkung – Dammkonstruktion, erhöhte Lage, Abschirmung durch den Bau eines Spaltkeils
	bestehend	<ul style="list-style-type: none"> – Verstärkung von Aussenwänden, besonders im Bereich von Öffnungen – Dammkonstruktion, Abschirmung durch den Bau eines Spaltkeils
Hochwasser	neu	<ul style="list-style-type: none"> – erhöhte Lage des Bauwerks und der Bauwerksöffnungen, geeignete Anordnung der Nutzflächen – Standortwahl auf Anschüttung, Damm oder Stützbauwerk
	bestehend	<ul style="list-style-type: none"> – Rückstauschutz für die Kanalisation – Verankerung von Behältern (z.B. Ölbehälter) – Bau von Lichtschächten in erhöhter Lage, von Dämmen und Stützbauwerken – Abdichtung von Öffnungen und Aussenwänden

4.2 Einwirkungen

- 4.2.1 Einwirkungen infolge gravitativer Naturgefahren werden gemäss den in Ziffer 0.2 aufgeführten mitgeltenden Empfehlungen und Richtlinien des Bundes erfasst und im Allgemeinen mittels Gefahren- und Intensitätskarten dargestellt. Wenn keine solchen Grundlagen zur Verfügung stehen, ist die Grösse der Einwirkung in Zusammenarbeit mit einer Fachperson zu ermitteln.
- 4.2.2 In den Gefahrenkarten werden fünf Gefahrengrade unterschieden: erhebliche Gefährdung, mittlere Gefährdung, geringe Gefährdung, Restgefährdung und keine Gefährdung.
- 4.2.3 In den Intensitätskarten wird die zu erwartende Grösse der Einwirkung in Abhängigkeit der Wiederkehrperiode dargestellt. In der Regel werden Wiederkehrperioden von 30, 100 und 300 Jahren betrachtet.
- 4.2.4 Es werden im Allgemeinen drei Intensitätsstufen unterschieden. Ihre Einteilung für Rutschung, Murgänge und Hochwasser ist in Tabelle 3 festgelegt. Dabei bezeichnet h_f die Fliess- bzw. Abflusshöhe und v_f die Fliess- bzw. Abflussgeschwindigkeit.

Tabelle 3: Intensitätsstufen von Rutschungen, Murgängen und Hochwasser

Intensität	schwach	mittel	stark
Rutschung	$v_f < 0,02$ m/Jahr	$0,02 \leq v_f \leq 0,10$ m/Jahr ¹⁾	$v_f > 0,10$ m/Jahr ¹⁾
Murgang	nicht vorkommend	$h_f < 1,0$ m oder $v_f < 1,0$ m/s	$h_f \geq 1,0$ m und $v_f \geq 1,0$ m/s
Hochwasser	$h_f < 0,5$ m oder $v_f h_f < 0,5$ m ² /s	$0,5 \leq h_f < 2,0$ m oder $0,5 \leq v_f h_f < 2,0$ m ² /s	$h_f \geq 2,0$ m oder $v_f h_f \geq 2,0$ m ² /s
¹⁾ Im Fall von starken differenziellen Bewegungen ist die Intensität auch bei $v_f < 0,10$ m/Jahr als stark einzustufen.			

5 LAWINEN- UND SCHNEEDRUCK

5.1 Allgemeines

- 5.1.1 Einwirkungen infolge grosser Schnee- und Eismassen in Bewegung sind als aussergewöhnliche Einwirkungen zu behandeln.
- 5.1.2 Es sind folgende Arten von Einwirkungen infolge Lawinen und anderer Schneemassen in Bewegung möglich:
- Fließlawine, Bauwerk umflossen
 - Fließlawine, Bauwerk überflossen
 - Staublawine
 - Schneegleiten und Schneekriechen.
- 5.1.3 Die Angaben der Ziffern 4.1.5 bis 4.1.8 gelten auch für Lawinen. Mögliche Schutzmassnahmen für Neubauten und bestehende Bauten sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4: Bauwerks-Schutzmassnahmen gegen Lawinen

Gefahr	Bauwerk	Schutzmassnahmen
Lawine	neu	<ul style="list-style-type: none">– Formgebung, Anpassung der Lage der Öffnungen im Bauwerk (Orientierung, Höhe), Tragwerksverstärkung– Dammkonstruktion, erhöhte Lage, Abschirmung durch den Bau eines Spaltkeils
	bestehend	<ul style="list-style-type: none">– Verstärkung von Aussenwänden, besonders im Bereich von Öffnungen– Dammkonstruktion, Abschirmung durch den Bau eines Spaltkeils

5.2 Einwirkungen

Die Angaben der Ziffern 4.2.1 bis 4.2.3 gelten auch für Einwirkungen infolge Lawinen. Die Einteilung der Intensitätsstufen ist Tabelle 5 zu entnehmen. q_k bezeichnet dabei den charakteristischen Wert des Lawinendrucks auf eine äussere Oberfläche des Bauteils oder Bauwerks.

Tabelle 5: Intensitätsstufen von Lawinen

Intensität	schwach	mittel	stark
Lawine	$q_k < 3,0 \text{ kN/m}^2$	$3,0 \leq q_k < 30 \text{ kN/m}^2$	$q_k \geq 30 \text{ kN/m}^2$

6 HAGEL

6.1 Allgemeines

- 6.1.1 Hagel ist als aussergewöhnliche Einwirkung zu behandeln.
- 6.1.2 Form und Grösse der Eiskörner sowie Art und Intensität der Hageleinwirkung werden beeinflusst durch das Klima, die Topographie und die Windverhältnisse. Die Form und der Standort des Bauwerks, die Beschaffenheit seiner Oberflächen sowie die Dachneigung bestimmen die Einwirkung mit.
- 6.1.3 Den örtlichen Verhältnissen, dem Entwässerungssystem und der Möglichkeit einer lokalen Anhäufung der Eiskörner ist Rechnung zu tragen.
- 6.1.4 Die Einwirkungen infolge Hagel werden durch statische Ersatzkräfte gemäss Norm SIA 261, Ziffer 14.1.5 bis 14.1.7, modelliert. Die kinetische Energie der Hagelkörner ist gemäss Ziffer 6.3.4 zu berechnen.
- 6.1.5 Die Nachweise der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit für die Bemessungssituation Hagel können wahlweise auf folgende Arten erfolgen:
- durch versuchsabgestützte Berechnung
 - durch Hagelbeschussversuche.
- Der Alterung von Baustoffen ist dabei Rechnung zu tragen.

6.2 Hagelschutz

- 6.2.1 Die in der Nutzungsvereinbarung zu umschreibenden Hagelschutzziele betreffend Personen, akzeptierter Folgeschäden, Anforderungen an Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit sind mit einem geeigneten Hagelschutzkonzept umzusetzen. Dieses ist in der Projektbasis festzuhalten.
- 6.2.2 Das Hagelschutzkonzept ist durch aufeinander abgestimmte bauliche, technische und organisatorische Massnahmen umzusetzen.
- 6.2.3 Die Hagelschutzvorschriften der Kantone sind verbindlich.
- 6.2.4 Für den Hagelschutz geeignete und zugelassene Baustoffe sind im Schweizerischen Elementarschutzregister der VKF aufgeführt und in Hagelwiderstandsklassen eingeteilt.

6.3 Einwirkungen

- 6.3.1 Die Hageleinwirkung hängt von der Kornverteilung, von der Intensität der Gefährdung und von der Fallgeschwindigkeit der Hagelkörner ab.
- 6.3.2 Die Kornverteilung und die Korngrössenwahrscheinlichkeit für ein Hagelereignis mit einem Grösstkorn-durchmesser von 40 mm sind Tabelle 6 zu entnehmen. Der Grösstkorndurchmesser von 40 mm wird in der Schweiz jährlich bei 3 bis 10 Ereignissen überschritten.
- 6.3.3 Die Fallgeschwindigkeit v der Hagelkörner ist wie folgt zu berechnen:

$$v = \sqrt{\frac{4 \rho_H d g}{3 \rho_L c_W}} \approx 140 \sqrt{d} \quad (1)$$

Dabei bezeichnen ρ_H die Dichte des Hagelkorns (900 kg/m^3), d den Korndurchmesser, g die Erdbeschleunigung ($9,81 \text{ m/s}^2$), ρ_L die Dichte der Luft ($1,2 \text{ kg/m}^3$) und c_W den Strömungswiderstand eines Korns (0,46, dimensionslos).

Tabelle 6: Hagelkorndurchmesser d und Hagelhäufigkeit

d [mm]	Wahrscheinlichkeit [%]	Kumulierte Häufigkeit [%]
5–9	65	65
9–13	23	88
13–17	8	96
17–21	2	98
21–25	1	99
25–40	< 1	99,9

6.3.4

Die Intensität der Gefährdung ist durch die gesamte kinetische Energie E der auftreffenden Hagelkörner pro Oberflächen- und Zeiteinheit gegeben, die anhand der in Ziffer 6.3.3 angegebenen Fallgeschwindigkeit v und Dichte ρ_H der Hagelkörner zu ermitteln ist. Der Einfluss der örtlichen Verhältnisse ist gemäss Figur 1 in Rechnung zu stellen.

Figur 1: Hagelgefährdung.
 Ohne Markierung: geringe bis mittlere Gefährdung
 Mit Markierung: hohe Gefährdung



7 STEIN-, BLOCK- UND EISSCHLAG

7.1 Allgemeines

- 7.1.1 Stein-, Block und Eisschlag sind aus Naturgefahren resultierende Einwirkungen infolge von Anprall. Sie sind als aussergewöhnliche Einwirkungen zu behandeln.
- 7.1.2 Es sind folgende Arten von Stein-, Block- und Eisschlag möglich:
- Sturzkomponenten rollen oder gleiten auf das Bauwerk zu
 - Sturzkomponenten springen bis zur Bauwerkshöhe
 - Sturzkomponenten fallen oder springen über die Bauwerkshöhe.
- 7.1.3 Die allgemeinen Bestimmungen zu den Einwirkungen infolge Anprall sind Norm SIA 261, Ziffer 14.1.3, 14.1.4 und 14.1.7, zu entnehmen. Mögliche Schutzmassnahmen für Neubauten und bestehende Bauten sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7: Bauwerks-Schutzmassnahmen gegen Stein-, Block- und Eisschlag

Gefahr	Bauwerk	Schutzmassnahmen
Stein-, Block- und Eisschlag	neu	<ul style="list-style-type: none">– Anpassung der Lage der Öffnungen im Bauwerk, geeignetes Nutzungskonzept für die Umgebung– Verschalung und Verstärkung von Aussenwänden– Schutztragwerk in Form von Netz, Wand oder dämmender Konstruktion
	bestehend	<ul style="list-style-type: none">– Verschalung und Verstärkung von Aussenwänden– Schutztragwerk in Form von Netz, Wand oder dämmender Konstruktion

7.2 Einwirkungen

Die Einwirkungen infolge Stein-, Block- und Eisschlag werden gemäss Tabelle 8 in drei Intensitätsstufen unterteilt. E bezeichnet dabei die kinetische Energie des anprallenden Körpers.

Tabelle 8: Intensitätsstufen von Stein-, Block- und Eisschlag

Intensität	schwach	mittel	stark
Stein-, Block- und Eisschlag	$E < 30 \text{ kJ}$	$30 < E < 300 \text{ kJ}$	$E \geq 300 \text{ kJ}$

8 WIND

8.1 Dynamisches Verhalten von Tragwerken

- 8.1.1 Das dynamische Verhalten von Hochhäusern, Kabeln, Masten, Kaminen, schlanken Brücken und ähnlichen Tragwerken ist im Allgemeinen gemäss SIA D0188 zu untersuchen. Die dynamischen Eigenschaften des Bauwerks werden dabei durch die Eigenfrequenz, die Schwingungsform, die äquivalente Masse und den mechanischen Dämpfungsbeiwert beschrieben.
- 8.1.2 Die dynamischen Eigenschaften des Bauwerks sind mit rechnerischen Modellen oder anhand von Versuchen zu erfassen. Es sind dabei anerkannte Verfahren der Baudynamik zu verwenden.
- 8.1.3 Für Bauwerke mit üblichen und einfachen Formen können die dynamischen Eigenschaften des Bauwerks mit Näherungsformeln, die auf vereinfachten Modellen oder Erfahrungswerten basieren, ermittelt werden. Die verwendeten Formeln müssen ausreichend verifiziert werden.

8.2 Dynamischer Faktor

- 8.2.1 Der dynamische Faktor c_d ist im Allgemeinen gemäss SIA D0188 zu ermitteln.
- 8.2.2 Der dynamische Faktor c_d kann gleich 1,0 gesetzt werden, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\frac{m \xi}{\rho d^2} > 1,9 \quad (2)$$

Dabei bezeichnet m die mittlere Masse pro Einheitslänge (in kg/m) und d den Durchmesser (in m) des als Stab idealisierten Tragwerks, ρ die Luftdichte ($1,2 \text{ kg/m}^3$) und ξ den mechanischen Dämpfungsbeiwert gemäss Tabelle 9.

Tabelle 9: Mechanischer Dämpfungsbeiwert ausgewählter Bauwerkstypen. Für Kamine bezeichnet h die Bauwerkshöhe und b den mittleren äusseren Durchmesser

Bauwerkstyp		ξ
Gebäude in Stahlbeton		0,015
Gebäude in Stahl		0,008
Gebäude in Stahl-Beton-Verbundbau		0,013
Stahlbetontürme und -kamine		0,005
Stahlkamin, ohne Innenrohr und äussere Isolation		0,002
Stahlkamin, ohne Innenrohr, mit äusserer Isolation		0,003
Stahlkamin, mit thermischer Isolation	$h/b > 18$	0,003
	$20 < h/b < 24$	0,006
	$h/b < 26$	0,002
Stahlkamin, mit zwei oder mehr isolierten Innenrohren	$h/b > 18$	0,003
	$20 < h/b < 24$	0,006
	$h/b < 26$	0,004
Stahlkamin, ausgemauertes Rohr		0,01
Stahlkamin, gunitiertes Rohr		0,005
Stahlkamin, gekoppelte Rohre, Ohne Innenrohr und Isolation		0,002
Stahlkamin, abgespanntes Rohr, ohne Isolation		0,006
Stahlfachwerkbrücken und -türme	geschweisst	0,003
	mit HV-Schrauben	0,005
	ohne HV-Schrauben	0,008
Verbundbrücken		0,006
Stahlbetonbrücken	vorgespannt, ungerissen	0,006
	gerissen	0,015
Holzbrücken		0,01...0,02
Kabel	Paralleldrahtbündel	0,001
	Litzenbündel	0,003

9 ORTSTEMPERATUR

- 9.1 Der Jahresmittelwert der Ortstemperatur ist gestützt auf die Messwerte einer langjährigen Messreihe anzunehmen. Die Messwerte ausgewählter Stationen sind Tabelle 10 zu entnehmen.
- 9.2 Genauere Angaben zur örtlichen Witterung, wie beispielsweise jährliche Maximal- und Minimalwerte der Ortstemperatur, sind den Jahreswitterungsberichten der MeteoSchweiz zu entnehmen.

Tabelle 10: Ausgewählte Jahresmittelwerte der Ortstemperatur

Station	Höhe [m ü.M.]	Lufttemperatur [°C]
Adelboden	1320	5,2
Altdorf	449	8,6
Basel-Binningen	316	9,0
Bern-Liebefeld	565	7,7
La Chaux-de-Fonds	1018	5,3
Chur	555	8,1
Davos-Dorf	1590	2,6
Engelberg	1035	5,4
Fahy-Boncourt	596	7,5
Genève-Cointrin	420	9,2
Glarus	515	7,5
Interlaken	580	7,4
Lugano	273	11,3
Luzern	456	8,3
Montana	1508	4,6
Neuchâtel	485	8,9
Payerne	490	8,2
Pully	461	9,5
Samedan	1705	0,2
Schaffhausen	437	7,8
Sion	482	8,5
St. Gallen	779	6,8
Zürich-Kloten	436	7,6

10 STRASSENVERKEHR

10.1 Ausnahmetransporte

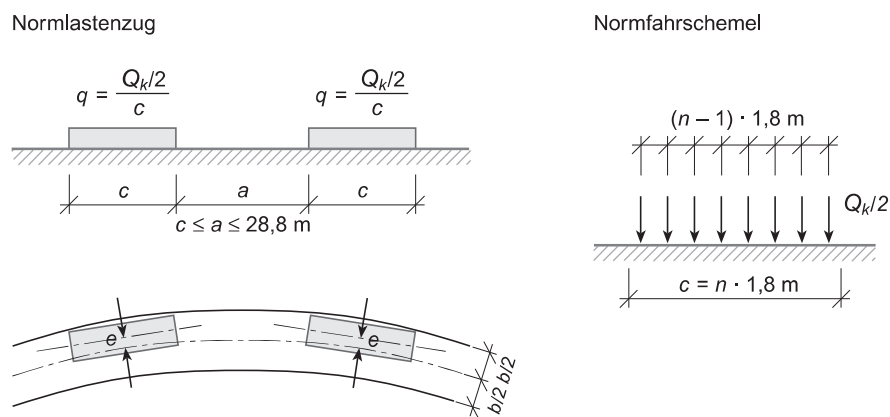
10.1.1 Allgemeines

- 10.1.1.1 Ausnahmetransporte sind nur auf den in der Landeskarte der Schweiz 1:100 000 «Ausnahmetransporte» definierten Routen zu berücksichtigen.
- 10.1.1.2 Ausnahmetransporte sind als freie veränderliche Einwirkungen zu behandeln und in ungünstigster Stellung wirkend anzunehmen.
- 10.1.1.3 Bauwerke auf Routen für Ausnahmetransporte des Typs I und II sind während der Überfahrt des Ausnahmetransports für den übrigen Verkehr zu sperren.
- 10.1.1.4 Bei Routen für Ausnahmetransporte des Typs III sind Einwirkungen des Ausnahmetransports in Kombination mit den Einwirkungen aus dem Strassenverkehr gemäss Norm SIA 261 zu berücksichtigen.
- 10.1.1.5 Die Fahrvorschriften für Ausnahmetransporte sind den «Transportvorschriften» der Baudirektorenkonferenz zu entnehmen.

10.1.2 Lastmodelle und charakteristische Werte

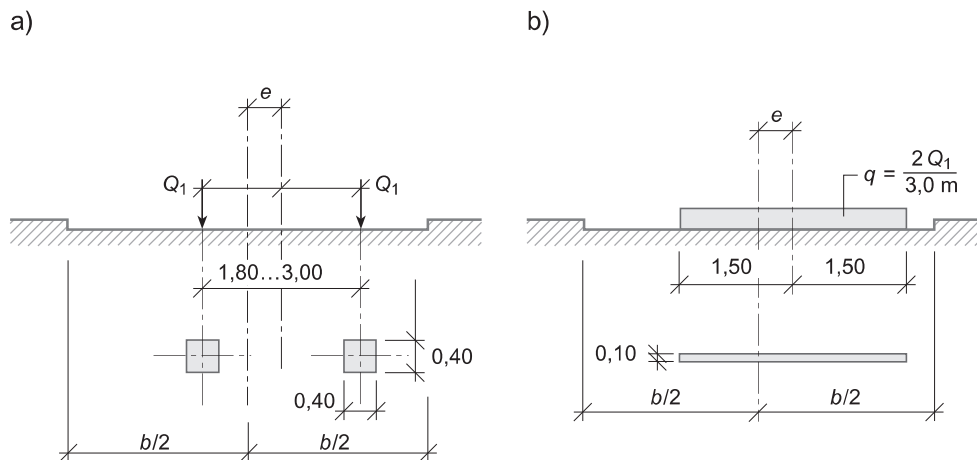
- 10.1.2.1 Das Lastmodell für Ausnahmetransporte (Lastmodell 3 gemäss Norm SIA 261, Ziffer 10.2.3) beinhaltet konzentrierte und gleichmässig verteilte Lasten, welche die Einwirkungen von Normlastenzügen abdecken.
- 10.1.2.2 Das Lastmodell für Ausnahmetransporte ist gemäss Figur 2 auf der Fahrbahn anzuordnen. Dabei bezeichnet b die für den Strassenverkehr zugängliche Breite der Fahrbahn. Eine maximale Exzentrizität zwischen der Fahrbahnachse und der Achse des Normfahrstemsels $e = b/10 \leq 1,0$ m ist dabei zu berücksichtigen.

Figur 2: Anordnung des Lastmodells für Ausnahmetransporte



- 10.1.2.3 Die lokale Wirkung der Achslasten ist mit der ungünstigeren der Lastverteilungen gemäss Figur 3 zu berücksichtigen. Dabei bezeichnet $Q_1 = 0,5 Q_k / (2n)$ die halbe Achslast, und n ist die Anzahl der Achsen pro Normfahrtschemel.

Figur 3: Alternative Lastverteilungen für die Achslasten des Normfahrtschemels



- 10.1.2.4 Der charakteristische Wert Q_k der Gesamtlast und die Anzahl der Achsen pro Normfahrtschemel sind für jeden Routentyp gemäss Tabelle 11 in Rechnung zu stellen.

Tabelle 11: Charakteristische Werte der Gesamtlast eines Ausnahmetransports

Routen für Ausnahmetransporte	Anzahl Achsen n pro Normfahrtschemel	Q_k [kN]
Typ I	8	4800
Typ II	6	2400
Typ III	4	900

- 10.1.2.5 Entlastend wirkende Achslasten der Normalfahrtschemel sind zu vernachlässigen.

10.1.3 Einwirkungsgruppen

- 10.1.3.1 Bei Routen für Ausnahmetransporte des Typs I und II sind neben dem Lastmodell für Ausnahmetransporte keine weiteren Einwirkungen aus dem Strassenverkehr zu berücksichtigen.
- 10.1.3.2 Bei Routen für Ausnahmetransporte vom Typ III ist zusammen mit dem Lastmodell für Ausnahmetransporte eine gleichmässig verteilte Last $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$ auf der übrigen Fahrbahnfläche zu berücksichtigen, die in ungünstigster Stellung wirkt.

11 KRANBETRIEB

11.1 Allgemeines

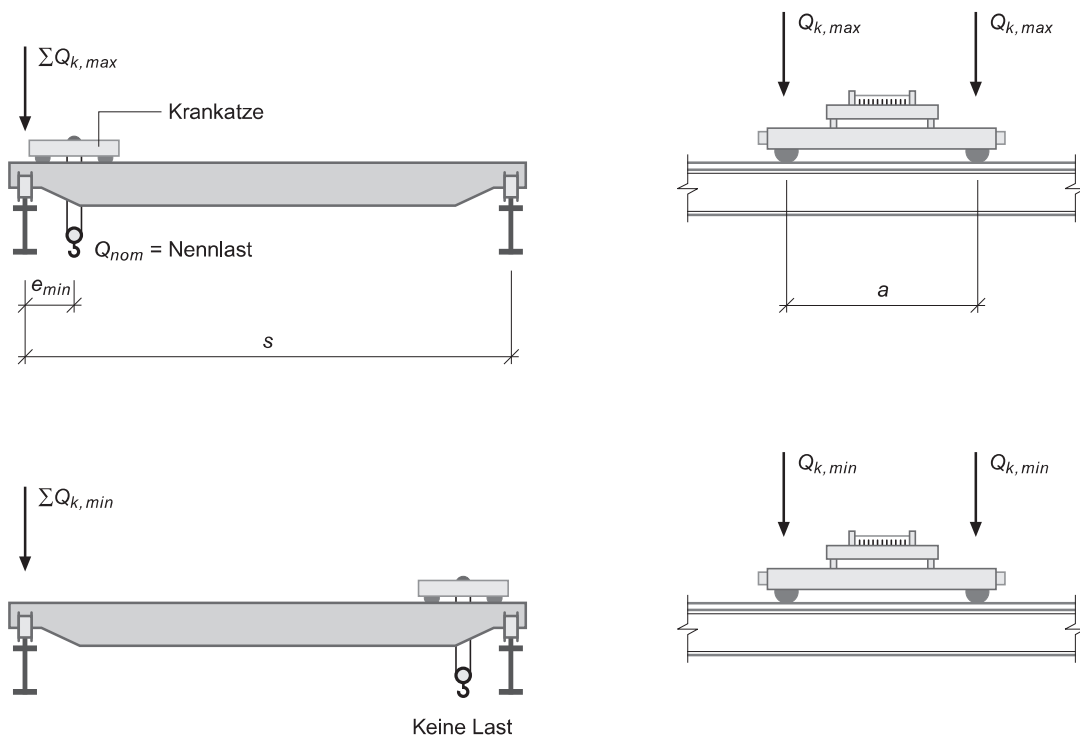
- 11.1.1 Die nachfolgenden Bestimmungen gelten für Lasten und Kräfte, die aus der normalen Nutzung von Laufkranen auf deren Kranbahnen wirken. Sie sind als freie veränderliche Einwirkungen zu behandeln.
- 11.1.2 Für andere Kranarten wie beispielsweise Konsolkranen oder Portalkranen sind die Bestimmungen dieser Ziffer sinngemäss anzupassen.
- 11.1.3 Die dynamischen Wirkungen, die während des Hebens der Lasten und in geringerem Masse auch beim Kranfahren entstehen, sind mit dem dynamischen Beiwert gemäss Ziffer 11.3.2 in Rechnung zu stellen.
- 11.1.4 Die Nutzungszustände für Kranbahnen, Kranbahnstützen und Verbände in ein- oder mehrschiffigen Hallen mit mehreren Kranbahnen sind in Absprache mit der Bauherrschaft unter Beachtung des Endausbaus zu definieren und in der Nutzungsvereinbarung festzuhalten.
- 11.1.5 Der Nachweis der Tragsicherheit für Grenzzustände des Typs 1 ist in der Regel unter Berücksichtigung der Kranlasten sämtlicher Krane zu führen.
- 11.1.6 Für den Nachweis der Tragsicherheit für Grenzzustände des Typs 2 und für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist es bei mehrschiffigen Hallen mit mehreren Kranbahnen oder mehreren Kranen pro Kranbahn im Normalfall ausreichend, zwei unabhängig fahrende Krane zu berücksichtigen.
- 11.1.7 Die Reduktionsbeiwerte und Richtwerte für Durchbiegungen und Auslenkungen für Kranbahnen sind Anhang A zu entnehmen.
- 11.1.8 Die Pufferanprallkraft oder die Kraft am Bremsschuh ist als aussergewöhnliche Einwirkung zu betrachten. Die charakteristischen Werte dieser Kräfte sind von den Kranherstellenden in Abhängigkeit der maximalen Krangeschwindigkeit anzugeben.

11.2 Lastmodelle und charakteristische Werte

11.2.1 Kranlasten

- 11.2.1.1 Die charakteristischen Werte der Kranlasten, dargestellt in Figur 4, sind auf Grund der Nennlast Q_{nom} und des Eigengewichts des Krans aus den folgenden Belastungsbedingungen zu ermitteln:
- $Q_{k,max}$ Eigengewicht und Nennlast am Kranhaken, Krankatze in nächster Stellung zum betrachteten Kranbahnträger
 - $Q_{k,min}$ Eigengewicht und leerer Kranhaken, Krankatze in entferntester Stellung zum betrachteten Kranbahnträger.
- 11.2.1.2 Die charakteristischen Werte der Kranlasten sind mit dem dynamischen Beiwert gemäss Ziffer 11.3.2 zu multiplizieren.

Figur 4: Kranlasten



11.2.2 Horizontale Kräfte

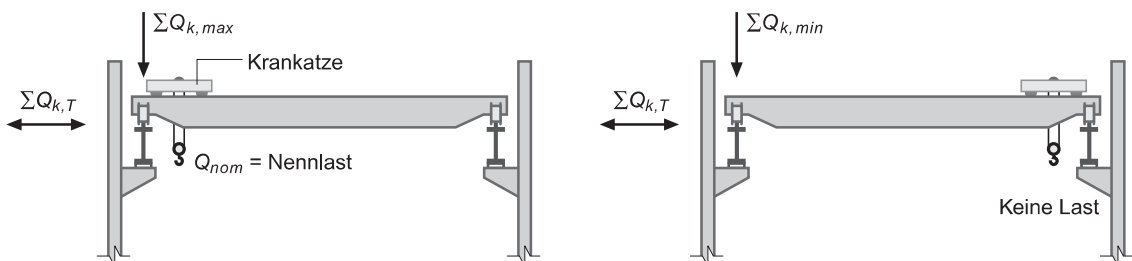
11.2.2.1 Die horizontalen Kräfte sind auf der Höhe der Schienenoberkante wirkend anzunehmen.

11.2.2.2 Quer zur Kranbahn wirkende Kräfte werden durch Beschleunigen und Bremsen der Krankatze, schrägen Seilzug, Schräglauf des Krans und Ungelmässigkeiten der Kranbahn verursacht. Ihr charakteristischer Wert ist mit Hilfe des Seitenkraftbeiwerts λ gemäss Ziffer 11.3.1.1 durch

$$Q_{k,T} = \lambda Q_{k,max} \quad (3)$$

zu berechnen. $Q_{k,T}$ ist unabhängig von der Stellung der Krankatze entweder auf dem einen oder dem andern Kranbahnträger anzunehmen, siehe Figur 5.

Figur 5: Quer zur Kranbahn wirkende Horizontalkräfte

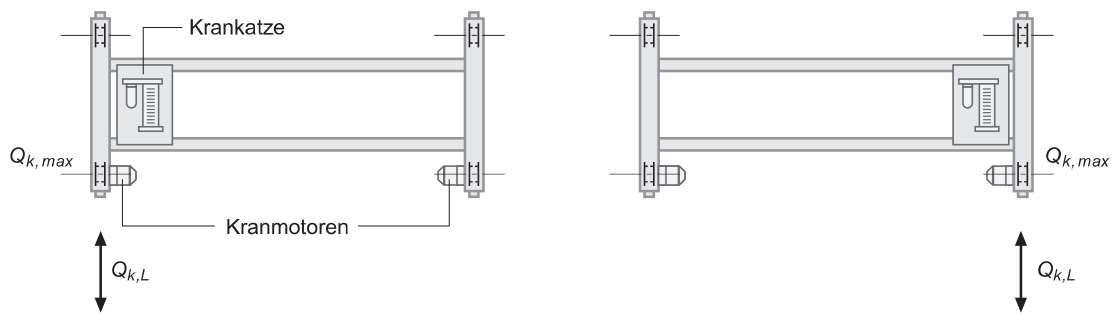


11.2.2.3 Horizontale Kräfte längs zur Kranbahn werden durch Beschleunigen und Bremsen der Krankatze und durch schrägen Seilzug verursacht. Sie wirken nur bei angetriebenen oder gebremsten Rädern und sind durch

$$Q_{k,L} = 0,2 Q_{k,max} \quad (4)$$

proportional zu den Kranlasten anzunehmen, siehe Figur 6.

Figur 6: Längs zur Kranbahn wirkende Horizontalkräfte



11.2.3 Einwirkungsgruppen

11.2.1.1 Horizontale Kräfte sind mit den Kranlasten als gleichzeitig wirkend anzunehmen.

11.2.1.2 Es sind zwei Einwirkungsgruppen zu berücksichtigen:

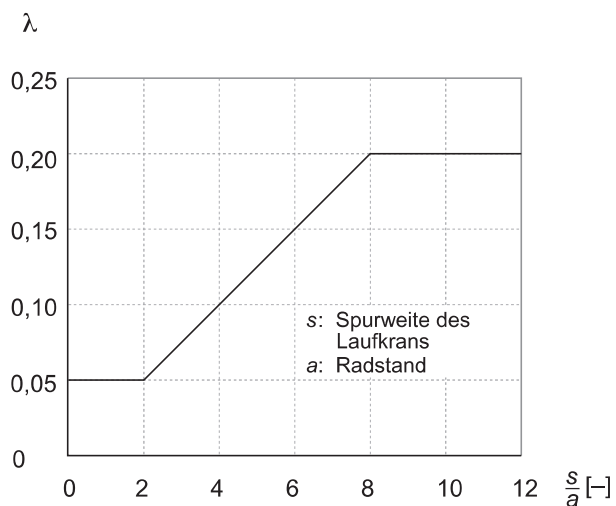
- die Horizontalkräfte in Längsrichtung der Kranbahn zusammen mit den Kranlasten und 60% der Horizontalkräfte in Querrichtung
- die Horizontalkräfte in Querrichtung der Kranbahn zusammen mit den Kranlasten und 60% der Horizontalkräfte in Längsrichtung.

11.3 Beiwerte

11.3.1 Seitenkraftbeiwert

Der Seitenkraftbeiwert dient der Festlegung der horizontalen Kräfte quer zur Kranbahn und ist gemäss Figur 7 in Rechnung zu stellen.

Figur 7: Seitenkraftbeiwert



11.3.2 Dynamischer Beiwert

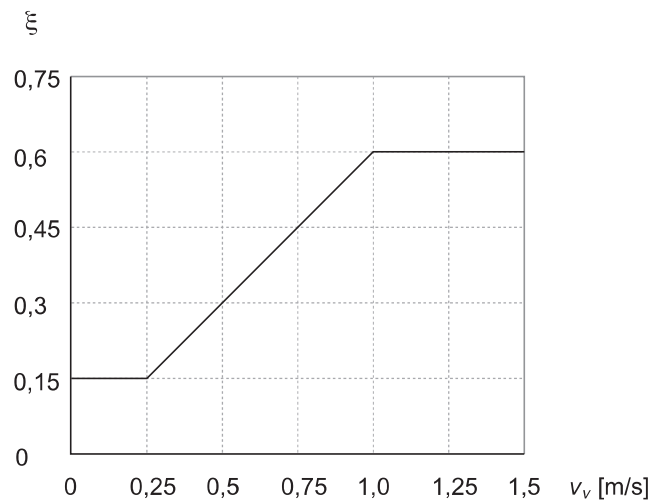
11.3.2.1 Dynamische Effekte, die während des Hebens der Lasten und in geringerem Ausmass auch beim Kranfahren entstehen, sind mit dem dynamischen Beiwert

$$\Phi = 1 + \xi \frac{Q_{nom}}{\sum Q_{k,max}} \quad (5)$$

zu berücksichtigen. Dabei bezeichnet ξ den Hubbeiwert gemäss Figur 8, Q_{nom} die Nennlast des Krans und $\sum Q_{k,max}$ die Summe der charakteristischen Werte der Radlasten.

11.3.2.2 Für Normkrane mit Elektrozügen darf der Hubbeiwert ξ in der Regel mit 0,15 berücksichtigt werden.

Figur 8: Dynamischer Beiwert



11.4 Ermüdung

11.4.1 Allgemeines

11.4.1.1 Tragwerksteile, die infolge des Kranbetriebs Lastwechseln ausgesetzt werden, sind auf Ermüdung zu untersuchen.

11.4.1.2 Der Belastungszustand berücksichtigt das Verhältnis der im Normalbetrieb regelmässig gehobenen Lasten zur Nennlast. Die Krane sind gemäss Tabelle 12 ihrem Betrieb entsprechend in die Klassen Q1 bis Q4 des Belastungszustands einzuteilen.

Tabelle 12 Klassen des Belastungszustands (Kollektivklassen gemäss Fédération Européenne de la Manutention)

Klasse	Belastungszustand
Q1 sehr leicht	Krane, die nur ausnahmsweise die Nennlast und regelmässig weit kleinere Teillasten haben
Q2 leicht	Krane, die nur selten die Nennlast und regelmässig Lasten von ungefähr 1/3 der Nennlast heben
Q3 mittel	Krane, die häufig die Nennlast und regelmässig Lasten zwischen 1/3 und 2/3 der Nennlast heben
Q4 schwer	Krane, die regelmässig im Bereich der Nennlast arbeiten

- 11.4.1.3 Als Belastungshäufigkeit wird die Anzahl der Arbeitsvorgänge bezeichnet, die während der vorgesehenen Nutzungsdauer des Krans zu erwarten sind. Als ein Arbeitsgang gilt das Heben, in Position Bringen und Senken der Last mit der anschliessenden leeren Kranfahrt. Die Krane sind gemäss Tabelle 12 entsprechend ihrer Belastungshäufigkeit in die Klassen U0 bis U9 einzuteilen.

Tabelle 13: Klassen der Belastungshäufigkeit (Betriebsklassen gemäss Fédération Européenne de la Manutention)

Klasse	Belastungshäufigkeit	Anzahl Arbeitsvorgänge während der geplanten Nutzungsdauer
U0 U1 U2	Gelegentlicher, unregelmässiger Betrieb, gefolgt von langen Ruhezeiten	1,6 · 10 ⁴ 3,2 · 10 ⁴ 6,4 · 10 ⁴
U3 U4	Regelmässiger Betrieb mit Unterbrüchen	1,25 · 10 ⁵ 2,5 · 10 ⁵
U5 U6	Regelmässiger Dauerbetrieb	5,0 · 10 ⁵ 1,0 · 10 ⁶
U7 U8 U9	Regelmässiger Dauerbetrieb mit mehr als einer Arbeitsschicht	2,0 · 10 ⁶ 4,0 · 10 ⁶ > 4,0 · 10 ⁶

- 11.4.1.4 Sofern die Nutzungsdauer in der Nutzungsvereinbarung nicht anders festgelegt wird, ist sie mit 50 Jahren in Rechnung zu stellen.

- 11.4.1.5 Der Belastungszustand, die Belastungshäufigkeit und die Nutzungsdauer können mit dem Betriebslastfaktor gemäss Norm SIA 263 berücksichtigt werden.

11.4.2 Ermüdungslastmodell

- 11.4.2.1 Für den Nachweis der Tragsicherheit für Grenzzustände des Typs 4 ist der charakteristische, mit dem dynamischen Beiwert gemäss Ziffer 11.3.2 multiplizierte Wert der maximalen Kranlast $Q_{k,max}$ in Rechnung zu stellen.

- 11.4.1.4 Der Nachweis darf auch auf Grund eines speziellen, von der Bauherrschaft genehmigten Belastungsmodells geführt werden. Der Einfluss des Belastungszustands, der Belastungshäufigkeit und der Nutzungsdauer ist bei einem speziellen Belastungsmodell zu untersuchen.

12 REIBUNGS- UND RÜCKSTELLKRÄFTE VON LAGERN

12.1 Allgemeines

- 12.1.1 Aufgezwungene Verschiebungen erzeugen bei Gleit- und Rollenlagern Reibungskräfte und bei Verformungslagern Rückstellkräfte. Diese Kräfte sind als ortsfeste veränderliche Einwirkungen zu behandeln.
- 12.1.2 Die Reibungs- und Rückstellkräfte von Lagern verändern sich im Laufe der Nutzung. Sie sind von der Alterung des Lagerkörpers und der Kontaktflächen, vom Unterhalt und von der Temperatur des Bauwerks abhängig.
- 12.1.3 Wenn die Gebaruchstauglichkeit der Lager durch die lokalen Bedingungen gefährdet ist, beispielsweise durch ungünstige Umwelteinflüsse oder erhöhte Verschmutzung, sind vorbeugende bauliche oder betriebliche Massnahmen zu treffen. Ansonsten sind die anzunehmenden Reibungs- und Rückstellkräfte zu erhöhen.
- 12.1.4 Der bei der Annahme der Reibungs- und Rückstellkräfte vorausgesetzte Unterhalt ist in der Nutzungsvereinbarung festzuhalten.
- 12.1.5 Günstig wirkende Reibungskräfte sind beim Nachweis der Tragsicherheit Typ 2 «Tragwiderstand» zu vernachlässigen.

12.2 Charakteristische Werte

12.2.1 Reibungskraft

Der charakteristische Wert der Reibungskraft von Gleit- und Rollenlagern wird wie folgt bestimmt:

$$QR_k = \mu R \quad (6)$$

Dabei bezeichnet R die Auflagerkraft. Der Reibungsbeiwert μ ist gemäss den Tabellen 14 und 15 anzunehmen oder als Mittelwert gemäss den Angaben der Herstellenden unter Berücksichtigung der in Ziffer 12.1.2 erwähnten Einflüsse zu bestimmen.

Tabelle 14: Reibungsbeiwerte für PTFE-Gleitlager

Flächenpressung [MPa] ¹⁾	μ
10	0,06
20	0,04
≥ 30	0,03
¹⁾ Bezogen auf die PTFE-Gleitfläche	

Tabelle 15: Reibungsbeiwerte für Rollenlager

Lagertyp	μ
Auftragsgeschweisste Rollenlager	0,025
Edelstahl-Rollenlager	0,025
Rollenlager aus Baustahl	$\geq 0,05$

12.2.2 **Rückstellkraft**

- 12.2.2.1 Der charakteristische Wert der Rückstellkraft von Verformungslagern ist proportional zur aufgezwungenen Verschiebung und ist auf Grund der Höhe und des Schubmoduls des verformbaren Lagerkörpers zu bestimmen. Der Schubmodul ist als Mittelwert gemäss den Angaben der Herstellenden unter Berücksichtigung der in Ziffer 12.1.2 erwähnten Einflüsse zu ermitteln.
- 12.2.2.2 Die am Verformungslager aufgezwungene Verschiebung ist unter Berücksichtigung der Langzeitvorgänge gemäss Normen SIA 262 bis 267 zu ermitteln.

13 SILO- UND BEHÄLTERNUTZUNG

- 13.1 Lasten und Kräfte infolge der normalen Nutzung von Silos und Behältern sind als veränderliche Einwirkungen zu behandeln.
- 13.2 Staubexplosionen sind gemäss Norm SIA 261, Ziffer 17, als aussergewöhnliche Einwirkungen zu behandeln.
- 13.3 Die Einwirkungen infolge von Lagergütern und Flüssigkeiten auf die Wände und Böden von Silos und Behältern sind ausgehend vom Bemessungswert der Lagerhöhe bzw. Füllhöhe zu ermitteln. Mittelwerte von Raumgewicht und Schüttwinkel sind der Norm SIA 261, Anhang A, zu entnehmen.
- 13.4 Die charakteristischen Werte der Einwirkungen sind gemäss Norm EN 1991-4 zu bestimmen.
- 13.5 Die Wirkung von Füll- und Entleervorgängen ist zu berücksichtigen.

ANHANG A KRANBAHNEN

Tabelle 16: Reduktionsbeiwerte für Kranbahnen

Einwirkungen	ψ_0 (selten)	ψ_1 (häufig)	ψ_2 (quasi-ständig)
Kranlasten	1,0	1,0	0
Horizontale Kräfte ¹⁾	1,0	1,0	0
Schneelasten	$1 - 60/h$ ²⁾	$1 - 250/h$ ²⁾	$1 - 1000/h$ ²⁾
Windkräfte	0,6	0,5	0
Temperatureinwirkungen	0,6	0,5	0
Einwirkungen aus dem Baugrund			
– Erddruck	0,7	0,7	0,7
– Wasserdruck	0,7	0,7	0,7

¹⁾ Die horizontalen Kräfte sind mit den Kranlasten als gleichzeitig wirkend anzunehmen.
²⁾ Werte nicht negativ, Meereshöhe h in m.

Tabelle 17: Richtwerte für Durchbiegungen und Auslenkungen von Kranbahnträgern und -stützen

Grenzzustand	Folgen der Auswirkungen		
	irreversibel	reversibel	reversibel
	Lastfall		
	selten	häufig	quasi-ständig
Funktionstüchtigkeit ³⁾ – Nutzung und Betrieb, Kranbahnträger – Nutzung und Betrieb, Kranbahnstützen		$w \leq l/700$ ^{1) 2) 3)} $u \leq l/800$ ²⁾ $u \leq h/300$ ²⁾ $\Delta u \leq 0,02 \text{ m}$ ^{2) 4)}	

¹⁾ Bei mehreren Kranen pro Kranbahn sind im Normalfall zwei unabhängig fahrende Krane zu berücksichtigen.
²⁾ Infolge der veränderlichen Einwirkungen.
³⁾ Kranlasten ohne dynamischen Beiwert.
⁴⁾ Differenz der Auslenkung von zwei gegenüberstehenden Stützen.

Die horizontalen Auslenkungen sind gemäss den Normen SIA 262 bis 266 zu bestimmen.
 Abweichende Grenzwerte für horizontale Auslenkungen können in Abstimmung auf die Nutzungsanforderungen vereinbart und müssen in der Projektbasis festgelegt werden.

Abkürzungen der in der Kommission SIA 160 vertretenen Organisationen

ASTRA Bundesamt für Strassen

BAV Bundesamt für Verkehr

EPFL École Polytechnique Fédérale de Lausanne

ETHZ Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Projektleitung Swisscodes

Prof. Dr. Peter Marti, dipl. Ing. ETH, Zürich
Dr. Ulrich Vollenweider, dipl. Ing. ETH, Zürich
Dr. Paul Lüchinger, dipl. Ing. ETH, Zürich
Prof. Dr. Viktor Sigrist, dipl. Ing. ETH, Hamburg

Sachbearbeitung Norm SIA 261/1

Dr. Armand Fürst, dipl. Ing. ETH, Wolfwil
Prof. Dr. Massimo Laffranchi, dipl. Ing. ETH, Mendrisio
Prof. Dr. Mario Fontana, dipl. Ing. ETH, Zürich
Ulrich G. Stiefel, dipl. Ing. ETH, Basel
Dr. Thomas Wenk, dipl. Ing. ETH, Zürich
Prof. Dr. Bruno Zimmerli, dipl. Ing. ETH, Horw

Kommission SIA 160 «Einwirkungen auf Tragwerke»

Präsident	Prof. Thomas Vogel, dipl. Ing. ETH, Zürich	ETHZ
Mitglieder	Michel Donzel, dipl. Ing. ETH, Bern	ASTRA
	Toni Eder, dipl. Ing. ETH, Bern	BAV
	Prof. Dr. Michael H. Faber, M. Sc., Zürich	ETHZ
	André Flückiger, dipl. Ing. ETH, Aigle	Unternehmung
	Prof. Dr. Tullio Frangi, dipl. Ing. ETH, Muttenz	Fachhochschule
	Prof. Dr. Manfred Hirt, dipl. Ing. ETH, Lausanne	EPFL
	Andreas Keller, dipl. Ing. ETH, Bern	Projektierung
	Dr. Jean-Paul Lebet, dipl. Ing. ETH, Lausanne	EPFL
	Dr. Paul Lüchinger, dipl. Ing. ETH, Zürich	Projektierung
	Andreas Steiger, dipl. Ing. ETH, Luzern	Projektierung
	Ulrich G. Stiefel, dipl. Ing. ETH, Basel	Projektierung
	Dr. Rudolf Vogt, dipl. Ing. ETH, Zürich	Projektierung
	Dr. Thomas Wenk, dipl. Ing. ETH, Zürich	Projektierung
	Prof. Dr. Bruno Zimmerli, dipl. Ing. ETH, Horw	Fachhochschule
	Klaus Zimmermann, dipl. Ing. ETH, Bern	Beratung
Protokoll	Reto Bargähr, dipl. Ing. ETH, Zürich	ETHZ

Genehmigung und Inkrafttreten

Die Zentralkommission für Normen und Ordnungen hat die vorliegende Norm SIA 261/1 am 1. Oktober 2002 genehmigt.

Sie tritt am 1. Januar 2003 in Kraft.

Sie ersetzt zusammen mit Norm SIA 261 die Ziffer 4 der Norm SIA 160 *Einwirkungen auf Tragwerke*, Ausgabe 1989.

Übergangsbestimmungen

Bis zum 30. Juni 2004 kann die Norm SIA 160, Ausgabe 1989, weiter verwendet werden, jedoch nur zusammen mit den Tragwerksnormen, die auf sie verweisen.

Copyright © 2003 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.

Ersetzt zusammen mit Norm SIA 261 die Ziffer 4 der Norm SIA 160, Ausgabe 1989

Actions sur les structures porteuses – Spécifications complémentaires

Azioni sulle strutture portanti – Indicazioni complementari

Actions on Structures – Supplementary Specifications

Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen

261/1

2003-04 1. Auflage
2003-12 2. Auflage, Nachdruck mit Korrekturen
2010-06 3. Auflage, unveränderter Nachdruck

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Vorwort	4	10 Strassenverkehr	18
0 Geltungsbereich	5	10.1 Ausnahmetransporte	18
0.1 Abgrenzung	5	10.1.1 Allgemeines	18
0.2 Verweisungen	5	10.1.2 Lastmodelle und charakteristische Werte	18
0.3 Ausnahmen	5	10.1.3 Einwirkungsgruppen	19
1 Verständigung	6	11 Kranbetrieb	20
2 Verweisungen	7	11.1 Allgemeines	20
3 Einwirkungen auf Schalungen	8	11.2 Lastmodelle und charakteristische Werte	20
3.1 Allgemeines	8	11.2.1 Kranlasten	20
3.2 Charakteristische Werte	8	11.2.2 Horizontale Kräfte	21
4 Rutschungen, Murgänge und Hochwasser	9	11.2.3 Einwirkungsgruppen	22
4.1 Allgemeines	9	11.3 Beiwerte	22
4.2 Einwirkungen	10	11.3.1 Seitenkraftbeiwert	22
5 Schnee- und Lawinendruck	11	11.3.2 Dynamischer Beiwert	23
5.1 Allgemeines	11	11.4 Ermüdung	23
5.2 Einwirkungen	11	11.4.1 Allgemeines	23
6 Hagel	12	11.4.2 Ermüdungslastmodell	24
6.1 Allgemeines	12	12 Reibungs- und Rückstellkräfte von Lagern	25
6.2 Hagelschutz	12	12.1 Allgemeines	25
6.3 Einwirkungen	12	12.2 Charakteristische Werte	25
7 Stein-, Block- und Eisschlag	14	12.2.1 Reibungskraft	25
7.1 Allgemeines	14	12.2.2 Rückstellkräfte	26
7.2 Einwirkungen	14	13 Silo- und Behälternutzung	27
8 Wind	15	Anhang	28
8.1 Dynamisches Verhalten von Tragwerken	15	Genehmigung und Inkrafttreten	32
8.2 Dynamischer Faktor	15	Übergangsbestimmungen	32
9 Ortstemperatur	17		

VORWORT

Die vorliegende Norm SIA 261/1 ergänzt die Norm SIA 261 *Einwirkungen auf Tragwerke*.

Im Gegensatz zur Norm SIA 261, die längerfristig Bestand haben sollte, wird es wegen der laufenden Arbeiten an den europäischen Normen erforderlich sein, die Norm SIA 261/1 in verhältnismässig kurzen Abständen den neuen Gegebenheiten anzupassen.

Projektleitung Swisscodes und Sachbearbeitung Norm SIA 261

0 GELTUNGSBEREICH

0.1 Abgrenzung

Die vorliegende Norm gilt in Verbindung mit der Norm SIA 261 *Einwirkungen auf Tragwerke* und ergänzt sie in Bezug auf besondere Einwirkungen und Tragwerke.

0.2 Verweisungen

Auf die nachfolgend aufgeführten Normen und Empfehlungen wird verwiesen. Diese sind ganz oder in Teilen im Sinne des Verweises mitgeltend.

SIA D0188	Wind
SN EN 1991-1-2:2003	Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Einwirkungen im Brandfall
SN EN 1991-1-3:2003	Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten
prEN 1991-1-4 (02.02)	Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Wind
prEN 1991-2 (01.02)	Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 2: Allgemeine Einwirkungen – Verkehrslasten auf Brücken
prEN 1991-4 (08.01)	Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 4: Einwirkungen auf Silos und Behälter
Empfehlung VU-7503-D BRP/BWW/BUWAL	Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten
Empfehlung VU-7505-D BWW/BRP/BUWAL	Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten

0.3 Ausnahmen

- 0.3.1 Ausnahmen von der vorliegenden Norm sind zulässig, wenn sie durch Theorie oder Messungen ausreichend begründet werden oder wenn neue Entwicklungen und Erkenntnisse dies rechtfertigen.
- 0.3.2 Einwirkungen, die in dieser Norm nicht oder für eine spezifische Nutzung nicht genügend erfasst werden, sind entsprechend den vorliegenden Bestimmungen sinngemäss festzulegen. Das zwischen Projektierenden, Bauherrschaft und allfälligen Genehmigungsinstanzen abgesprochene Vorgehen ist stufengerecht in der Nutzungsvereinbarung und in der Projektbasis zu dokumentieren.
- 0.3.3 Abweichungen von der Norm sind in den Bauwerksakten nachvollziehbar und mit Begründung zu dokumentieren.

1 VERSTÄNDIGUNG

- 1.1 In der vorliegenden Norm werden Fachausdrücke und Bezeichnungen verwendet, die in den Normen SIA 260 und SIA 261 definiert sind.
- 1.2 In den Normen SIA 260 und SIA 261 nicht aufgeführte Bezeichnungen werden in der vorliegenden Norm am Ort ihres Auftretens direkt erläutert.

2 VERWEISUNGEN

Tabelle 1: Verweisungen der Norm SIA 261

Ziffer der Norm SIA 261	Stichwort/Thema	Weiterführende Angaben	Bemerkungen
5.3.5	Lastanordnung bei Gebäuden mit abgestuften Dächern	SN EN 1991-1-3	
5.3.6	Lastanordnung: Einfluss der Dachaufbauten auf die Windverfrachtung von Schnee	SN EN 1991-1-3	
6.1.6	Interferenzeffekte bei Reihen oder Gruppen von Bauwerken	SIA D0188	
6.1.8	Dynamisches Verhalten von Hochhäusern, Kabeln, Masten, Kaminen, schlanken Brücken und ähnlichen Bauwerken	SIA D0188	
6.2.3.2 6.2.3.3 6.3.5	Dynamischer Faktor zur Ermittlung der Windkräfte	SIA D0188	
15.3.1	Wärmefreisetzung bei Brand, Temperaturzeitkurven	SN EN 1991-1-2	

3 EINWIRKUNGEN AUF SCHALUNGEN

3.1 Allgemeines

- 3.1.1 Die Einwirkungen auf Schalungen umfassen die Belastung durch den Beton unter Berücksichtigung des Bauablaufs und des Betoniervorgangs. Sie sind als ortsfeste veränderliche Einwirkungen zu behandeln.
- 3.1.2 Der durch den frischen Beton auf die Schalungsfläche ausgeübte Druck hängt von den Frischbetoneigenschaften wie Raumgewicht, Konsistenz und Temperatur sowie von der Stärke des Bauteils und von der Höhe des Frischbetonkörpers ab. Die Fallhöhe und Einfüllgeschwindigkeit des Frischbetons sind dabei ebenfalls zu berücksichtigen.
- 3.1.3 Schalungen und Rüstungen sind nach den Bestimmungen der Normen SIA 262 bis 265 zu projektieren, konstruktiv durchzubilden und auszuführen.
- 3.1.4 Spezifische Angaben zur Projektierung von Schalungen und Rüstungen sind der Norm SIA 262 zu entnehmen.

3.2 Charakteristische Werte

- 3.2.1 Der charakteristische Wert q_{kv} des vertikalen Betondrucks ist als oberer Wert auf Grund der planmässig festgelegten Bauteilabmessungen und der Raumlast zu ermitteln. Die zu berücksichtigenden Imperfektionen und Massabweichungen der Schalung sind in Norm SIA 262 angegeben.
- 3.2.2 Die während des Betonierens auftretenden Lastkonzentrationen werden durch eine gleichzeitig mit dem vertikalen Betondruck, an beliebiger Stelle wirkende Einzellast $Q_k = 20 \text{ kN}$ berücksichtigt. Diese ist auf einer quadratischen Fläche von 1,5 m Seitenlänge in ungünstigster Stellung wirkend anzunehmen.
- 3.2.3 Der charakteristische Wert des Horizontaldrucks des Betons q_{kh} auf vertikale Schalungen ist in Abhängigkeit der Konsistenz des Frischbetons zu ermitteln. Für steifen bis plastischen Beton ist in der Regel $q_{kh} = 40 \text{ kN/m}^2$ anzunehmen. Bei der Verwendung von Fließbeton ist der Druck angemessen zu erhöhen.
- 3.2.4 Bei der Verwendung von selbstverdichtendem Beton, und solange keine spezifischen Untersuchungen unternommen werden, ist für den Schalungsdruck der grösste Wert zwischen $q_{kh} = 40 \text{ kN/m}^2$ und dem vorzuziehenden Wert des hydrostatischen Drucks anzunehmen.

4 RUTSCHUNGEN, MURGÄNGE UND HOCHWASSER

4.1 Allgemeines

4.1.1 Rutschungen, Murgänge und Hochwasser sind als aussergewöhnliche Einwirkungen zu behandeln.

4.1.2 Es sind folgende Arten von Rutschungen möglich:

- flachgründige Rutschung
- mittelgründige Rutschung
- tiefgründige Rutschung gleichförmiger geringer Geschwindigkeit
- tiefgründige Rutschung ungleichförmiger hoher Geschwindigkeit.

4.1.3 Murgänge können das Bauwerk um- oder überfliessen.

4.1.4 Folgende Arten von Einwirkungen infolge Hochwasser sind möglich:

- statische Überschwemmung des Bauwerks
- dynamische Überschwemmung des Bauwerks
- Einwirkungen infolge Ufererosion oder -rutschung.

4.1.5 Art und Grösse der Einwirkung hängen von der Topographie, dem Standort des Bauwerks, dem lokalen Klima, der Boden- und Felsstruktur und den hydrogeologischen Verhältnissen ab. Orte mit hoher Gefährdung und Orte ohne Gefährdung können dabei sehr nahe liegen.

4.1.6 Nach Möglichkeit sind vorbeugende Massnahmen zu treffen, mit denen die Gefahr oder die Einwirkung eliminiert oder vermindert werden kann, beispielsweise durch die Anordnung von Schutzbauwerken oder durch eine schadenunempfindliche Bauweise. Die Wirksamkeit der Schutzbauwerke ist nachzuweisen. Mögliche Massnahmen für Neubauten und bestehende Bauten sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

4.1.7 Mögliche Schutzkonzepte sind anhand einer Risikobeurteilung zu bewerten, zu überprüfen und zu vergleichen.

4.1.8 Die Schutzziele sind in der Nutzungsvereinbarung zu umschreiben. Das Schutzkonzept ist in der Projektbasis festzuhalten.

Tabelle 2: Bauwerks-Schutzmassnahmen gegen Rutschungen, Murgänge und Hochwasser

Gefahr	Bauwerk	Schutzmassnahmen
Rutschung	neu	<ul style="list-style-type: none"> – Terraingestaltung, Standortwahl, Anpassung der Bauwerkssteifigkeit – Anpassung des Tragwerks (Lastabtragung, Steifigkeit, Stabilisierung, Verstärkung)
	bestehend	<ul style="list-style-type: none"> – flexible Leitungsanschlüsse, Abführung Meteorwasser – Stabilisierung der Rutschmasse, Gebäudeausrichtung
Murgang	neu	<ul style="list-style-type: none"> – Formgebung, Anpassung der Lage der Öffnungen im Bauwerk (Orientierung, Höhe), Tragwerksverstärkung – Dammkonstruktion, erhöhte Lage, Abschirmung durch den Bau eines Spaltkeils
	bestehend	<ul style="list-style-type: none"> – Verstärkung von Aussenwänden, besonders im Bereich von Öffnungen – Dammkonstruktion, Abschirmung durch den Bau eines Spaltkeils
Hochwasser	neu	<ul style="list-style-type: none"> – erhöhte Lage des Bauwerks und der Bauwerksöffnungen, geeignete Anordnung der Nutzflächen – Standortwahl auf Anschüttung, Damm oder Stützbauwerk
	bestehend	<ul style="list-style-type: none"> – Rückstauschutz für die Kanalisation – Verankerung von Behältern (z.B. Ölbehälter) – Bau von Lichtschächten in erhöhter Lage, von Dämmen und Stützbauwerken – Abdichtung von Öffnungen und Aussenwänden

4.2 Einwirkungen

- 4.2.1 Einwirkungen infolge gravitativer Naturgefahren werden gemäss den in Ziffer 0.2 aufgeführten mitgeltenden Empfehlungen und Richtlinien des Bundes erfasst und im Allgemeinen mittels Gefahren- und Intensitätskarten dargestellt. Wenn keine solchen Grundlagen zur Verfügung stehen, ist die Grösse der Einwirkung in Zusammenarbeit mit einer Fachperson zu ermitteln.
- 4.2.2 In den Gefahrenkarten werden fünf Gefahrengrade unterschieden: erhebliche Gefährdung, mittlere Gefährdung, geringe Gefährdung, Restgefährdung und keine Gefährdung.
- 4.2.3 In den Intensitätskarten wird die zu erwartende Grösse der Einwirkung in Abhängigkeit der Wiederkehrperiode dargestellt. In der Regel werden Wiederkehrperioden von 30, 100 und 300 Jahren betrachtet.
- 4.2.4 Es werden im Allgemeinen drei Intensitätsstufen unterschieden. Ihre Einteilung für Rutschung, Murgänge und Hochwasser ist in Tabelle 3 festgelegt. Dabei bezeichnet h_f die Fliess- bzw. Abflusshöhe und v_f die Fliess- bzw. Abflussgeschwindigkeit.

Tabelle 3: Intensitätsstufen von Rutschungen, Murgängen und Hochwasser

Intensität	schwach	mittel	stark
Rutschung	$v_f < 0,02$ m/Jahr	$0,02 \leq v_f \leq 0,10$ m/Jahr ¹⁾	$v_f > 0,10$ m/Jahr ¹⁾
Murgang	nicht vorkommend	$h_f < 1,0$ m oder $v_f < 1,0$ m/s	$h_f \geq 1,0$ m und $v_f \geq 1,0$ m/s
Hochwasser	$h_f < 0,5$ m oder $v_f h_f < 0,5$ m ² /s	$0,5 \leq h_f < 2,0$ m oder $0,5 \leq v_f h_f < 2,0$ m ² /s	$h_f \geq 2,0$ m oder $v_f h_f \geq 2,0$ m ² /s
¹⁾ Im Fall von starken differenziellen Bewegungen ist die Intensität auch bei $v_f < 0,10$ m/Jahr als stark einzustufen.			

5 LAWINEN- UND SCHNEEDRUCK

5.1 Allgemeines

- 5.1.1 Einwirkungen infolge grosser Schnee- und Eismassen in Bewegung sind als aussergewöhnliche Einwirkungen zu behandeln.
- 5.1.2 Es sind folgende Arten von Einwirkungen infolge Lawinen und anderer Schneemassen in Bewegung möglich:
- Fließlawine, Bauwerk umflossen
 - Fließlawine, Bauwerk überflossen
 - Staublawine
 - Schneegleiten und Schneekriechen.
- 5.1.3 Die Angaben der Ziffern 4.1.5 bis 4.1.8 gelten auch für Lawinen. Mögliche Schutzmassnahmen für Neubauten und bestehende Bauten sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4: Bauwerks-Schutzmassnahmen gegen Lawinen

Gefahr	Bauwerk	Schutzmassnahmen
Lawine	neu	<ul style="list-style-type: none">– Formgebung, Anpassung der Lage der Öffnungen im Bauwerk (Orientierung, Höhe), Tragwerksverstärkung– Dammkonstruktion, erhöhte Lage, Abschirmung durch den Bau eines Spaltkeils
	bestehend	<ul style="list-style-type: none">– Verstärkung von Aussenwänden, besonders im Bereich von Öffnungen– Dammkonstruktion, Abschirmung durch den Bau eines Spaltkeils

5.2 Einwirkungen

Die Angaben der Ziffern 4.2.1 bis 4.2.3 gelten auch für Einwirkungen infolge Lawinen. Die Einteilung der Intensitätsstufen ist Tabelle 5 zu entnehmen. q_k bezeichnet dabei den charakteristischen Wert des Lawinendrucks auf eine äussere Oberfläche des Bauteils oder Bauwerks.

Tabelle 5: Intensitätsstufen von Lawinen

Intensität	schwach	mittel	stark
Lawine	$q_k < 3,0 \text{ kN/m}^2$	$3,0 \leq q_k < 30 \text{ kN/m}^2$	$q_k \geq 30 \text{ kN/m}^2$

6 HAGEL

6.1 Allgemeines

- 6.1.1 Hagel ist als aussergewöhnliche Einwirkung zu behandeln.
- 6.1.2 Form und Grösse der Eiskörner sowie Art und Intensität der Hageleinwirkung werden beeinflusst durch das Klima, die Topographie und die Windverhältnisse. Die Form und der Standort des Bauwerks, die Beschaffenheit seiner Oberflächen sowie die Dachneigung bestimmen die Einwirkung mit.
- 6.1.3 Den örtlichen Verhältnissen, dem Entwässerungssystem und der Möglichkeit einer lokalen Anhäufung der Eiskörner ist Rechnung zu tragen.
- 6.1.4 Die Einwirkungen infolge Hagel werden durch statische Ersatzkräfte gemäss Norm SIA 261, Ziffer 14.1.5 bis 14.1.7, modelliert. Die kinetische Energie der Hagelkörner ist gemäss Ziffer 6.3.4 zu berechnen.
- 6.1.5 Die Nachweise der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit für die Bemessungssituation Hagel können wahlweise auf folgende Arten erfolgen:
- durch versuchsabgestützte Berechnung
 - durch Hagelbeschussversuche.
- Der Alterung von Baustoffen ist dabei Rechnung zu tragen.

6.2 Hagelschutz

- 6.2.1 Die in der Nutzungsvereinbarung zu umschreibenden Hagelschutzziele betreffend Personen, akzeptierter Folgeschäden, Anforderungen an Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit sind mit einem geeigneten Hagelschutzkonzept umzusetzen. Dieses ist in der Projektbasis festzuhalten.
- 6.2.2 Das Hagelschutzkonzept ist durch aufeinander abgestimmte bauliche, technische und organisatorische Massnahmen umzusetzen.
- 6.2.3 Die Hagelschutzvorschriften der Kantone sind verbindlich.
- 6.2.4 Für den Hagelschutz geeignete und zugelassene Baustoffe sind im Schweizerischen Elementarschutzregister der VKF aufgeführt und in Hagelwiderstandsklassen eingeteilt.

6.3 Einwirkungen

- 6.3.1 Die Hageleinwirkung hängt von der Kornverteilung, von der Intensität der Gefährdung und von der Fallgeschwindigkeit der Hagelkörner ab.
- 6.3.2 Die Kornverteilung und die Korngrössenwahrscheinlichkeit für ein Hagelereignis mit einem Grösstkorn-durchmesser von 40 mm sind Tabelle 6 zu entnehmen. Der Grösstkorndurchmesser von 40 mm wird in der Schweiz jährlich bei 3 bis 10 Ereignissen überschritten.
- 6.3.3 Die Fallgeschwindigkeit v der Hagelkörner ist wie folgt zu berechnen:

$$v = \sqrt{\frac{4 \rho_H d g}{3 \rho_L c_W}} \approx 140 \sqrt{d} \quad (1)$$

Dabei bezeichnen ρ_H die Dichte des Hagelkorns (900 kg/m^3), d den Korndurchmesser, g die Erdbeschleunigung ($9,81 \text{ m/s}^2$), ρ_L die Dichte der Luft ($1,2 \text{ kg/m}^3$) und c_W den Strömungswiderstand eines Kornes (0,46, dimensionslos).

Tabelle 6: Hagelkorndurchmesser d und Hagelhäufigkeit

d [mm]	Wahrscheinlichkeit [%]	Kumulierte Häufigkeit [%]
5–9	65	65
9–13	23	88
13–17	8	96
17–21	2	98
21–25	1	99
25–40	< 1	99,9

6.3.4

Die Intensität der Gefährdung ist durch die gesamte kinetische Energie E der auftreffenden Hagelkörner pro Oberflächen- und Zeiteinheit gegeben, die anhand der in Ziffer 6.3.3 angegebenen Fallgeschwindigkeit v und Dichte ρ_H der Hagelkörner zu ermitteln ist. Der Einfluss der örtlichen Verhältnisse ist gemäss Figur 1 in Rechnung zu stellen.

Figur 1: Hagelgefährdung.
 Ohne Markierung: geringe bis mittlere Gefährdung
 Mit Markierung: hohe Gefährdung



7 STEIN-, BLOCK- UND EISSCHLAG

7.1 Allgemeines

- 7.1.1 Stein-, Block und Eisschlag sind aus Naturgefahren resultierende Einwirkungen infolge von Anprall. Sie sind als aussergewöhnliche Einwirkungen zu behandeln.
- 7.1.2 Es sind folgende Arten von Stein-, Block- und Eisschlag möglich:
- Sturzkomponenten rollen oder gleiten auf das Bauwerk zu
 - Sturzkomponenten springen bis zur Bauwerkshöhe
 - Sturzkomponenten fallen oder springen über die Bauwerkshöhe.
- 7.1.3 Die allgemeinen Bestimmungen zu den Einwirkungen infolge Anprall sind Norm SIA 261, Ziffer 14.1.3, 14.1.4 und 14.1.7, zu entnehmen. Mögliche Schutzmassnahmen für Neubauten und bestehende Bauten sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7: Bauwerks-Schutzmassnahmen gegen Stein-, Block- und Eisschlag

Gefahr	Bauwerk	Schutzmassnahmen
Stein-, Block- und Eisschlag	neu	<ul style="list-style-type: none">– Anpassung der Lage der Öffnungen im Bauwerk, geeignetes Nutzungskonzept für die Umgebung– Verschalung und Verstärkung von Aussenwänden– Schutztragwerk in Form von Netz, Wand oder dämmender Konstruktion
	bestehend	<ul style="list-style-type: none">– Verschalung und Verstärkung von Aussenwänden– Schutztragwerk in Form von Netz, Wand oder dämmender Konstruktion

7.2 Einwirkungen

Die Einwirkungen infolge Stein-, Block- und Eisschlag werden gemäss Tabelle 8 in drei Intensitätsstufen unterteilt. E bezeichnet dabei die kinetische Energie des anprallenden Körpers.

Tabelle 8: Intensitätsstufen von Stein-, Block- und Eisschlag

Intensität	schwach	mittel	stark
Stein-, Block- und Eisschlag	$E < 30 \text{ kJ}$	$30 < E < 300 \text{ kJ}$	$E \geq 300 \text{ kJ}$

8 WIND

8.1 Dynamisches Verhalten von Tragwerken

- 8.1.1 Das dynamische Verhalten von Hochhäusern, Kabeln, Masten, Kaminen, schlanken Brücken und ähnlichen Tragwerken ist im Allgemeinen gemäss SIA D0188 zu untersuchen. Die dynamischen Eigenschaften des Bauwerks werden dabei durch die Eigenfrequenz, die Schwingungsform, die äquivalente Masse und den mechanischen Dämpfungsbeiwert beschrieben.
- 8.1.2 Die dynamischen Eigenschaften des Bauwerks sind mit rechnerischen Modellen oder anhand von Versuchen zu erfassen. Es sind dabei anerkannte Verfahren der Baudynamik zu verwenden.
- 8.1.3 Für Bauwerke mit üblichen und einfachen Formen können die dynamischen Eigenschaften des Bauwerks mit Näherungsformeln, die auf vereinfachten Modellen oder Erfahrungswerten basieren, ermittelt werden. Die verwendeten Formeln müssen ausreichend verifiziert werden.

8.2 Dynamischer Faktor

- 8.2.1 Der dynamische Faktor c_d ist im Allgemeinen gemäss SIA D0188 zu ermitteln.
- 8.2.2 Der dynamische Faktor c_d kann gleich 1,0 gesetzt werden, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\frac{m \xi}{\rho d^2} > 1,9 \quad (2)$$

Dabei bezeichnet m die mittlere Masse pro Einheitslänge (in kg/m) und d den Durchmesser (in m) des als Stab idealisierten Tragwerks, ρ die Luftdichte ($1,2 \text{ kg/m}^3$) und ξ den mechanischen Dämpfungsbeiwert gemäss Tabelle 9.

Tabelle 9: Mechanischer Dämpfungsbeiwert ausgewählter Bauwerkstypen. Für Kamine bezeichnet h die Bauwerkshöhe und b den mittleren äusseren Durchmesser

Bauwerkstyp		ξ
Gebäude in Stahlbeton		0,015
Gebäude in Stahl		0,008
Gebäude in Stahl-Beton-Verbundbau		0,013
Stahlbetontürme und -kamine		0,005
Stahlkamin, ohne Innenrohr und äussere Isolation		0,002
Stahlkamin, ohne Innenrohr, mit äusserer Isolation		0,003
Stahlkamin, mit thermischer Isolation	$h/b > 18$	0,003
	$20 < h/b < 24$	0,006
	$h/b < 26$	0,002
Stahlkamin, mit zwei oder mehr isolierten Innenrohren	$h/b > 18$	0,003
	$20 < h/b < 24$	0,006
	$h/b < 26$	0,004
Stahlkamin, ausgemauertes Rohr		0,01
Stahlkamin, gunitiertes Rohr		0,005
Stahlkamin, gekoppelte Rohre, Ohne Innenrohr und Isolation		0,002
Stahlkamin, abgesspanntes Rohr, ohne Isolation		0,006
Stahlfachwerkbrücken und -türme	geschweisst	0,003
	mit HV-Schrauben	0,005
	ohne HV-Schrauben	0,008
Verbundbrücken		0,006
Stahlbetonbrücken	vorgespannt, ungerissen	0,006
	gerissen	0,015
Holzbrücken		0,01...0,02
Kabel	Paralleldrahtbündel	0,001
	Litzenbündel	0,003

9 ORTSTEMPERATUR

- 9.1 Der Jahresmittelwert der Ortstemperatur ist gestützt auf die Messwerte einer langjährigen Messreihe anzunehmen. Die Messwerte ausgewählter Stationen sind Tabelle 10 zu entnehmen.
- 9.2 Genauere Angaben zur örtlichen Witterung, wie beispielsweise jährliche Maximal- und Minimalwerte der Ortstemperatur, sind den Jahreswitterungsberichten der MeteoSchweiz zu entnehmen.

Tabelle 10: Ausgewählte Jahresmittelwerte der Ortstemperatur

Station	Höhe [m ü.M.]	Lufttemperatur [°C]
Adelboden	1320	5,2
Altdorf	449	8,6
Basel-Binningen	316	9,0
Bern-Liebefeld	565	7,7
La Chaux-de-Fonds	1018	5,3
Chur	555	8,1
Davos-Dorf	1590	2,6
Engelberg	1035	5,4
Fahy-Boncourt	596	7,5
Genève-Cointrin	420	9,2
Glarus	515	7,5
Interlaken	580	7,4
Lugano	273	11,3
Luzern	456	8,3
Montana	1508	4,6
Neuchâtel	485	8,9
Payerne	490	8,2
Pully	461	9,5
Samedan	1705	0,2
Schaffhausen	437	7,8
Sion	482	8,5
St. Gallen	779	6,8
Zürich-Kloten	436	7,6

10 STRASSENVERKEHR

10.1 Ausnahmetransporte

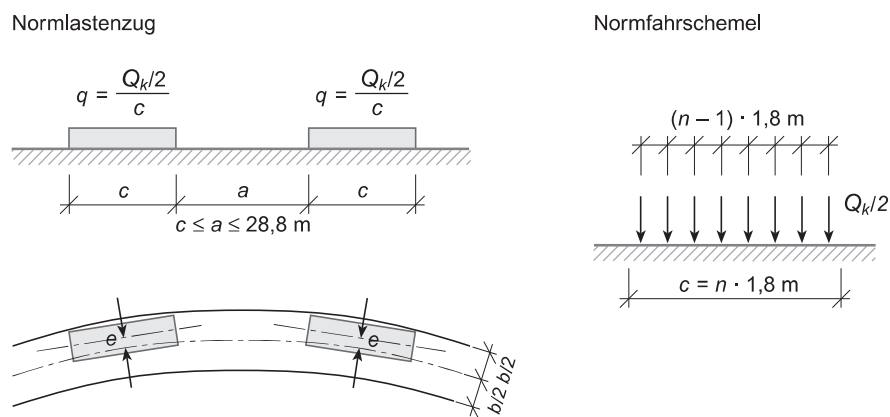
10.1.1 Allgemeines

- 10.1.1.1 Ausnahmetransporte sind nur auf den in der Landeskarte der Schweiz 1:100 000 «Ausnahmetransporte» definierten Routen zu berücksichtigen.
- 10.1.1.2 Ausnahmetransporte sind als freie veränderliche Einwirkungen zu behandeln und in ungünstigster Stellung wirkend anzunehmen.
- 10.1.1.3 Bauwerke auf Routen für Ausnahmetransporte des Typs I und II sind während der Überfahrt des Ausnahmetransports für den übrigen Verkehr zu sperren.
- 10.1.1.4 Bei Routen für Ausnahmetransporte des Typs III sind Einwirkungen des Ausnahmetransports in Kombination mit den Einwirkungen aus dem Strassenverkehr gemäss Norm SIA 261 zu berücksichtigen.
- 10.1.1.5 Die Fahrvorschriften für Ausnahmetransporte sind den «Transportvorschriften» der Baudirektorenkonferenz zu entnehmen.

10.1.2 Lastmodelle und charakteristische Werte

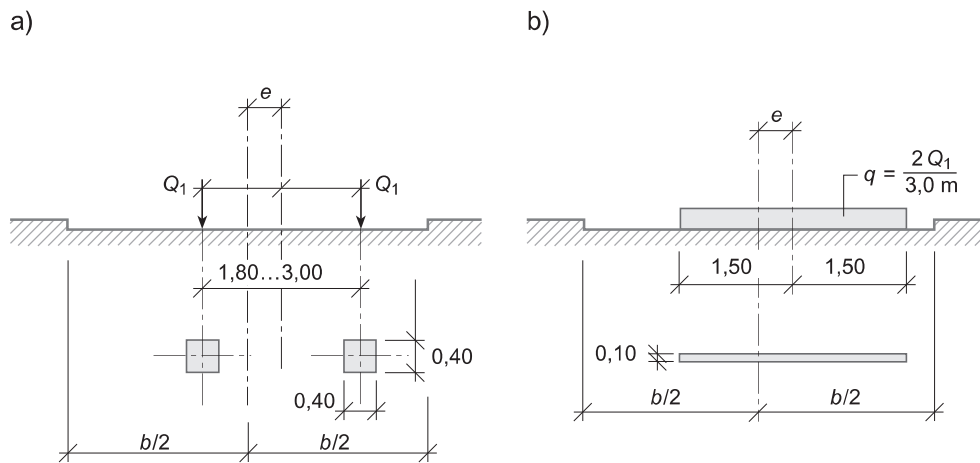
- 10.1.2.1 Das Lastmodell für Ausnahmetransporte (Lastmodell 3 gemäss Norm SIA 261, Ziffer 10.2.3) beinhaltet konzentrierte und gleichmässig verteilte Lasten, welche die Einwirkungen von Normlastenzügen abdecken.
- 10.1.2.2 Das Lastmodell für Ausnahmetransporte ist gemäss Figur 2 auf der Fahrbahn anzuordnen. Dabei bezeichnet b die für den Strassenverkehr zugängliche Breite der Fahrbahn. Eine maximale Exzentrizität zwischen der Fahrbahnachse und der Achse des Normfahrschemas $e = b/10 \leq 1,0$ m ist dabei zu berücksichtigen.

Figur 2: Anordnung des Lastmodells für Ausnahmetransporte



- 10.1.2.3 Die lokale Wirkung der Achslasten ist mit der ungünstigeren der Lastverteilungen gemäss Figur 3 zu berücksichtigen. Dabei bezeichnet $Q_1 = 0,5 Q_k / (2n)$ die halbe Achslast, und n ist die Anzahl der Achsen pro Normfahrtschemel.

Figur 3: Alternative Lastverteilungen für die Achslasten des Normfahrtschemels



- 10.1.2.4 Der charakteristische Wert Q_k der Gesamtlast und die Anzahl der Achsen pro Normfahrtschemel sind für jeden Routentyp gemäss Tabelle 11 in Rechnung zu stellen.

Tabelle 11: Charakteristische Werte der Gesamtlast eines Ausnahmetransports

Routen für Ausnahmetransporte	Anzahl Achsen n pro Normfahrtschemel	Q_k [kN]
Typ I	8	4800
Typ II	6	2400
Typ III	4	900

- 10.1.2.5 Entlastend wirkende Achslasten der Normalfahrtschemel sind zu vernachlässigen.

10.1.3 Einwirkungsgruppen

- 10.1.3.1 Bei Routen für Ausnahmetransporte des Typs I und II sind neben dem Lastmodell für Ausnahmetransporte keine weiteren Einwirkungen aus dem Strassenverkehr zu berücksichtigen.
- 10.1.3.2 Bei Routen für Ausnahmetransporte vom Typ III ist zusammen mit dem Lastmodell für Ausnahmetransporte eine gleichmässig verteilte Last $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$ auf der übrigen Fahrbahnfläche zu berücksichtigen, die in ungünstigster Stellung wirkt.

11 KRANBETRIEB

11.1 Allgemeines

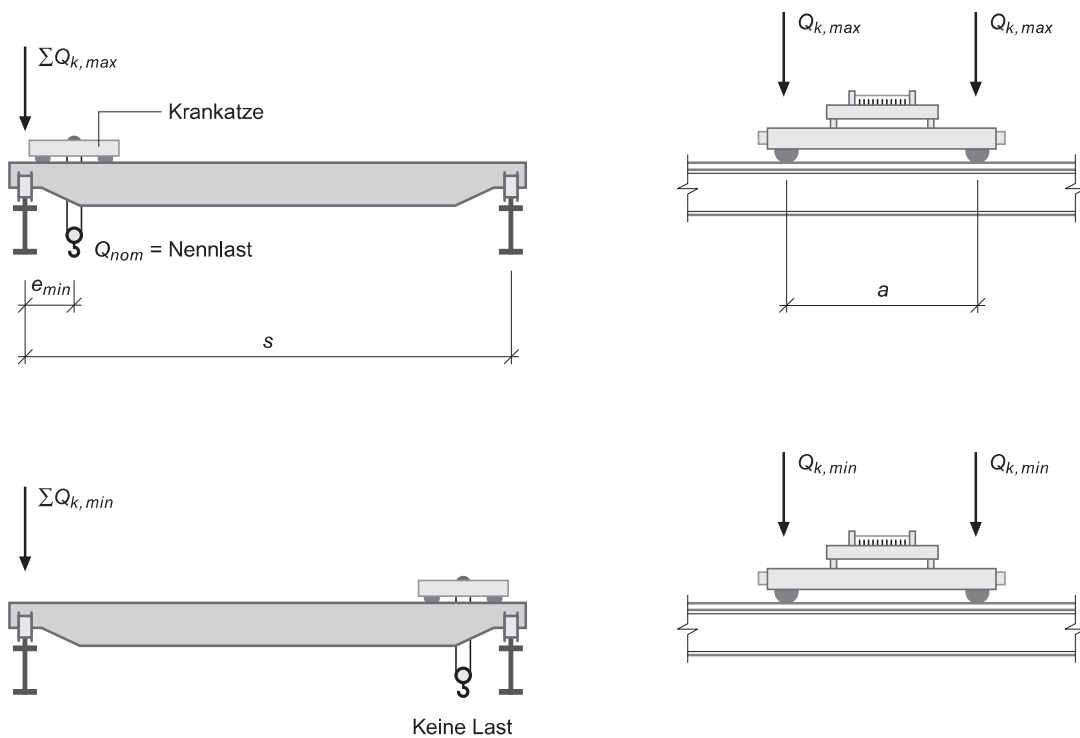
- 11.1.1 Die nachfolgenden Bestimmungen gelten für Lasten und Kräfte, die aus der normalen Nutzung von Laufkränen auf deren Kranbahnen wirken. Sie sind als freie veränderliche Einwirkungen zu behandeln.
- 11.1.2 Für andere Kranarten wie beispielsweise Konsolkranen oder Portalkranen sind die Bestimmungen dieser Ziffer sinngemäss anzupassen.
- 11.1.3 Die dynamischen Wirkungen, die während des Hebens der Lasten und in geringerem Masse auch beim Kranfahren entstehen, sind mit dem dynamischen Beiwert gemäss Ziffer 11.3.2 in Rechnung zu stellen.
- 11.1.4 Die Nutzungszustände für Kranbahnen, Kranbahnstützen und Verbände in ein- oder mehrschiffigen Hallen mit mehreren Kranbahnen sind in Absprache mit der Bauherrschaft unter Beachtung des Endausbaus zu definieren und in der Nutzungsvereinbarung festzuhalten.
- 11.1.5 Der Nachweis der Tragsicherheit für Grenzzustände des Typs 1 ist in der Regel unter Berücksichtigung der Kranlasten sämtlicher Krane zu führen.
- 11.1.6 Für den Nachweis der Tragsicherheit für Grenzzustände des Typs 2 und für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist es bei mehrschiffigen Hallen mit mehreren Kranbahnen oder mehreren Kranen pro Kranbahn im Normalfall ausreichend, zwei unabhängig fahrende Krane zu berücksichtigen.
- 11.1.7 Die Reduktionsbeiwerte und Richtwerte für Durchbiegungen und Auslenkungen für Kranbahnen sind Anhang A zu entnehmen.
- 11.1.8 Die Pufferanprallkraft oder die Kraft am Bremsschuh ist als aussergewöhnliche Einwirkung zu betrachten. Die charakteristischen Werte dieser Kräfte sind von den Kranherstellenden in Abhängigkeit der maximalen Krangeschwindigkeit anzugeben.

11.2 Lastmodelle und charakteristische Werte

11.2.1 Kranlasten

- 11.2.1.1 Die charakteristischen Werte der Kranlasten, dargestellt in Figur 4, sind auf Grund der Nennlast Q_{nom} und des Eigengewichts des Krans aus den folgenden Belastungsbedingungen zu ermitteln:
- $Q_{k,max}$ Eigengewicht und Nennlast am Kranhaken, Krankatze in nächster Stellung zum betrachteten Kranbahnträger
 - $Q_{k,min}$ Eigengewicht und leerer Kranhaken, Krankatze in entferntester Stellung zum betrachteten Kranbahnträger.
- 11.2.1.2 Die charakteristischen Werte der Kranlasten sind mit dem dynamischen Beiwert gemäss Ziffer 11.3.2 zu multiplizieren.

Figur 4: Kranlasten



11.2.2 Horizontale Kräfte

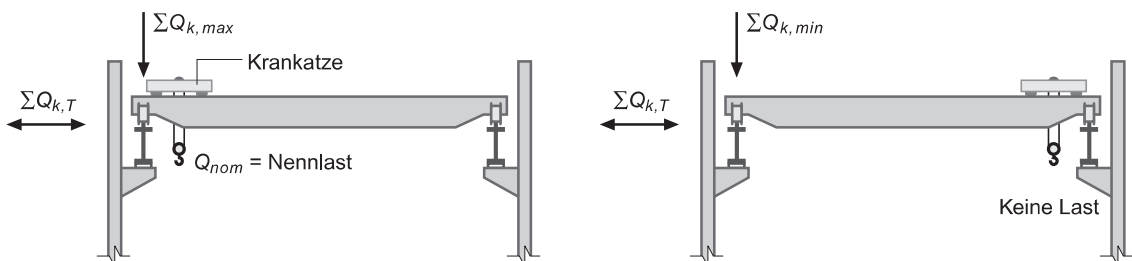
11.2.2.1 Die horizontalen Kräfte sind auf der Höhe der Schienenoberkante wirkend anzunehmen.

11.2.2.2 Quer zur Kranbahn wirkende Kräfte werden durch Beschleunigen und Bremsen der Krankatze, schrägen Seilzug, Schräglauf des Krans und Ungelmässigkeiten der Kranbahn verursacht. Ihr charakteristischer Wert ist mit Hilfe des Seitenkraftbeiwerts λ gemäss Ziffer 11.3.1.1 durch

$$Q_{k,T} = \lambda Q_{k,max} \quad (3)$$

zu berechnen. $Q_{k,T}$ ist unabhängig von der Stellung der Krankatze entweder auf dem einen oder dem andern Kranbahnträger anzunehmen, siehe Figur 5.

Figur 5: Quer zur Kranbahn wirkende Horizontalkräfte

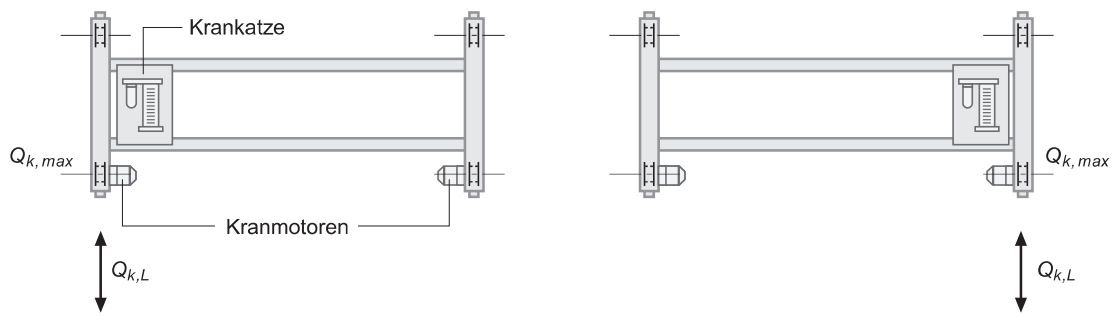


11.2.2.3 Horizontale Kräfte längs zur Kranbahn werden durch Beschleunigen und Bremsen der Krankatze und durch schrägen Seilzug verursacht. Sie wirken nur bei angetriebenen oder gebremsten Rädern und sind durch

$$Q_{k,L} = 0,2 Q_{k,max} \quad (4)$$

proportional zu den Kranlasten anzunehmen, siehe Figur 6.

Figur 6: Längs zur Kranbahn wirkende Horizontalkräfte



11.2.3 Einwirkungsgruppen

11.2.1.1 Horizontale Kräfte sind mit den Kranlasten als gleichzeitig wirkend anzunehmen.

11.2.1.2 Es sind zwei Einwirkungsgruppen zu berücksichtigen:

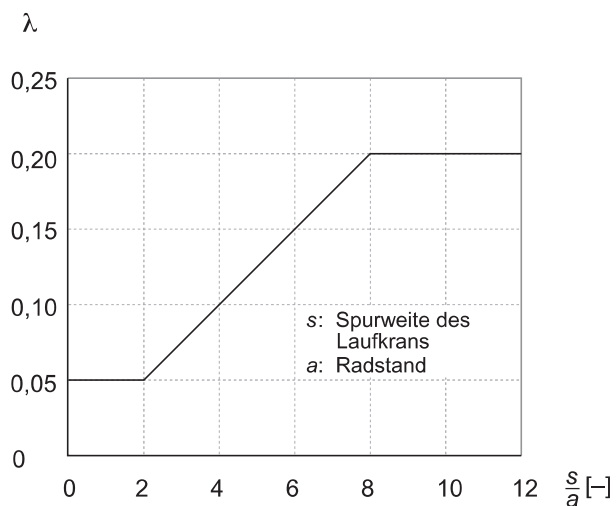
- die Horizontalkräfte in Längsrichtung der Kranbahn zusammen mit den Kranlasten und 60% der Horizontalkräfte in Querrichtung
- die Horizontalkräfte in Querrichtung der Kranbahn zusammen mit den Kranlasten und 60% der Horizontalkräfte in Längsrichtung.

11.3 Beiwerte

11.3.1 Seitenkraftbeiwert

Der Seitenkraftbeiwert dient der Festlegung der horizontalen Kräfte quer zur Kranbahn und ist gemäss Figur 7 in Rechnung zu stellen.

Figur 7: Seitenkraftbeiwert



11.3.2 Dynamischer Beiwert

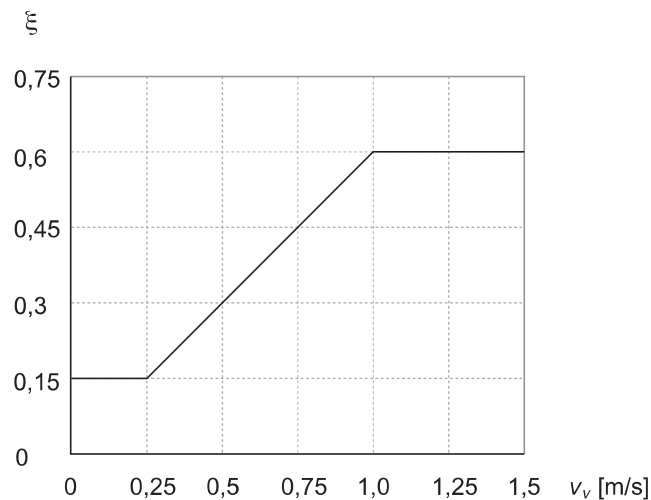
11.3.2.1 Dynamische Effekte, die während des Hebens der Lasten und in geringerem Ausmass auch beim Kranfahren entstehen, sind mit dem dynamischen Beiwert

$$\Phi = 1 + \xi \frac{Q_{nom}}{\sum Q_{k,max}} \quad (5)$$

zu berücksichtigen. Dabei bezeichnet ξ den Hubbeiwert gemäss Figur 8, Q_{nom} die Nennlast des Krans und $\sum Q_{k,max}$ die Summe der charakteristischen Werte der Radlasten.

11.3.2.2 Für Normkrane mit Elektrozügen darf der Hubbeiwert ξ in der Regel mit 0,15 berücksichtigt werden.

Figur 8: Dynamischer Beiwert



11.4 Ermüdung

11.4.1 Allgemeines

11.4.1.1 Tragwerksteile, die infolge des Kranbetriebs Lastwechseln ausgesetzt werden, sind auf Ermüdung zu untersuchen.

11.4.1.2 Der Belastungszustand berücksichtigt das Verhältnis der im Normalbetrieb regelmässig gehobenen Lasten zur Nennlast. Die Krane sind gemäss Tabelle 12 ihrem Betrieb entsprechend in die Klassen Q1 bis Q4 des Belastungszustands einzuteilen.

Tabelle 12 Klassen des Belastungszustands (Kollektivklassen gemäss Fédération Européenne de la Manutention)

Klasse	Belastungszustand
Q1 sehr leicht	Krane, die nur ausnahmsweise die Nennlast und regelmässig weit kleinere Teillasten haben
Q2 leicht	Krane, die nur selten die Nennlast und regelmässig Lasten von ungefähr 1/3 der Nennlast heben
Q3 mittel	Krane, die häufig die Nennlast und regelmässig Lasten zwischen 1/3 und 2/3 der Nennlast heben
Q4 schwer	Krane, die regelmässig im Bereich der Nennlast arbeiten

- 11.4.1.3 Als Belastungshäufigkeit wird die Anzahl der Arbeitsvorgänge bezeichnet, die während der vorgesehenen Nutzungsdauer des Krans zu erwarten sind. Als ein Arbeitsgang gilt das Heben, in Position Bringen und Senken der Last mit der anschliessenden leeren Kranfahrt. Die Krane sind gemäss Tabelle 12 entsprechend ihrer Belastungshäufigkeit in die Klassen *U0* bis *U9* einzuteilen.

Tabelle 13: Klassen der Belastungshäufigkeit (Betriebsklassen gemäss Fédération Européenne de la Manutention)

Klasse	Belastungshäufigkeit	Anzahl Arbeitsvorgänge während der geplanten Nutzungsdauer
<i>U0</i> <i>U1</i> <i>U2</i>	Gelegentlicher, unregelmässiger Betrieb, gefolgt von langen Ruhezeiten	$1,6 \cdot 10^4$ $3,2 \cdot 10^4$ $6,4 \cdot 10^4$
<i>U3</i> <i>U4</i>	Regelmässiger Betrieb mit Unterbrüchen	$1,25 \cdot 10^5$ $2,5 \cdot 10^5$
<i>U5</i> <i>U6</i>	Regelmässiger Dauerbetrieb	$5,0 \cdot 10^5$ $1,0 \cdot 10^6$
<i>U7</i> <i>U8</i> <i>U9</i>	Regelmässiger Dauerbetrieb mit mehr als einer Arbeitsschicht	$2,0 \cdot 10^6$ $4,0 \cdot 10^6$ $> 4,0 \cdot 10^6$

- 11.4.1.4 Sofern die Nutzungsdauer in der Nutzungsvereinbarung nicht anders festgelegt wird, ist sie mit 50 Jahren in Rechnung zu stellen.

- 11.4.1.5 Der Belastungszustand, die Belastungshäufigkeit und die Nutzungsdauer können mit dem Betriebslastfaktor gemäss Norm SIA 263 berücksichtigt werden.

11.4.2 Ermüdungslastmodell

- 11.4.2.1 Für den Nachweis der Tragsicherheit für Grenzzustände des Typs 4 ist der charakteristische, mit dem dynamischen Beiwert gemäss Ziffer 11.3.2 multiplizierte Wert der maximalen Kranlast $Q_{k,max}$ in Rechnung zu stellen.

- 11.4.1.4 Der Nachweis darf auch auf Grund eines speziellen, von der Bauherrschaft genehmigten Belastungsmodells geführt werden. Der Einfluss des Belastungszustands, der Belastungshäufigkeit und der Nutzungsdauer ist bei einem speziellen Belastungsmodell zu untersuchen.

12 REIBUNGS- UND RÜCKSTELLKRÄFTE VON LAGERN

12.1 Allgemeines

- 12.1.1 Aufgezwungene Verschiebungen erzeugen bei Gleit- und Rollenlagern Reibungskräfte und bei Verformungslagern Rückstellkräfte. Diese Kräfte sind als ortsfeste veränderliche Einwirkungen zu behandeln.
- 12.1.2 Die Reibungs- und Rückstellkräfte von Lagern verändern sich im Laufe der Nutzung. Sie sind von der Alterung des Lagerkörpers und der Kontaktflächen, vom Unterhalt und von der Temperatur des Bauwerks abhängig.
- 12.1.3 Wenn die Gebaruchstauglichkeit der Lager durch die lokalen Bedingungen gefährdet ist, beispielsweise durch ungünstige Umwelteinflüsse oder erhöhte Verschmutzung, sind vorbeugende bauliche oder betriebliche Massnahmen zu treffen. Ansonsten sind die anzunehmenden Reibungs- und Rückstellkräfte zu erhöhen.
- 12.1.4 Der bei der Annahme der Reibungs- und Rückstellkräfte vorausgesetzte Unterhalt ist in der Nutzungsvereinbarung festzuhalten.
- 12.1.5 Günstig wirkende Reibungskräfte sind beim Nachweis der Tragsicherheit Typ 2 «Tragwiderstand» zu vernachlässigen.

12.2 Charakteristische Werte

12.2.1 Reibungskraft

Der charakteristische Wert der Reibungskraft von Gleit- und Rollenlagern wird wie folgt bestimmt:

$$QR_k = \mu R \quad (6)$$

Dabei bezeichnet R die Auflagerkraft. Der Reibungsbeiwert μ ist gemäss den Tabellen 14 und 15 anzunehmen oder als Mittelwert gemäss den Angaben der Herstellenden unter Berücksichtigung der in Ziffer 12.1.2 erwähnten Einflüsse zu bestimmen.

Tabelle 14: Reibungsbeiwerte für PTFE-Gleitlager

Flächenpressung [MPa] ¹⁾	μ
10	0,06
20	0,04
≥ 30	0,03
¹⁾ Bezogen auf die PTFE-Gleitfläche	

Tabelle 15: Reibungsbeiwerte für Rollenlager

Lagertyp	μ
Auftragsgeschweisste Rollenlager	0,025
Edelstahl-Rollenlager	0,025
Rollenlager aus Baustahl	$\geq 0,05$

12.2.2 **Rückstellkraft**

- 12.2.2.1 Der charakteristische Wert der Rückstellkraft von Verformungslagern ist proportional zur aufgezwungenen Verschiebung und ist auf Grund der Höhe und des Schubmoduls des verformbaren Lagerkörpers zu bestimmen. Der Schubmodul ist als Mittelwert gemäss den Angaben der Herstellenden unter Berücksichtigung der in Ziffer 12.1.2 erwähnten Einflüsse zu ermitteln.
- 12.2.2.2 Die am Verformungslager aufgezwungene Verschiebung ist unter Berücksichtigung der Langzeitvorgänge gemäss Normen SIA 262 bis 267 zu ermitteln.

13 SILO- UND BEHÄLTERNUTZUNG

- 13.1 Lasten und Kräfte infolge der normalen Nutzung von Silos und Behältern sind als veränderliche Einwirkungen zu behandeln.
- 13.2 Staubexplosionen sind gemäss Norm SIA 261, Ziffer 17, als aussergewöhnliche Einwirkungen zu behandeln.
- 13.3 Die Einwirkungen infolge von Lagergütern und Flüssigkeiten auf die Wände und Böden von Silos und Behältern sind ausgehend vom Bemessungswert der Lagerhöhe bzw. Füllhöhe zu ermitteln. Mittelwerte von Raumgewicht und Schüttwinkel sind der Norm SIA 261, Anhang A, zu entnehmen.
- 13.4 Die charakteristischen Werte der Einwirkungen sind gemäss Norm EN 1991-4 zu bestimmen.
- 13.5 Die Wirkung von Füll- und Entleervorgängen ist zu berücksichtigen.

ANHANG A KRANBAHNEN

Tabelle 16: Reduktionsbeiwerte für Kranbahnen

Einwirkungen	ψ_0 (selten)	ψ_1 (häufig)	ψ_2 (quasi-ständig)
Kranlasten	1,0	1,0	0
Horizontale Kräfte ¹⁾	1,0	1,0	0
Schneelasten	$1 - 60/h$ ²⁾	$1 - 250/h$ ²⁾	$1 - 1000/h$ ²⁾
Windkräfte	0,6	0,5	0
Temperatureinwirkungen	0,6	0,5	0
Einwirkungen aus dem Baugrund			
– Erddruck	0,7	0,7	0,7
– Wasserdruck	0,7	0,7	0,7

¹⁾ Die horizontalen Kräfte sind mit den Kranlasten als gleichzeitig wirkend anzunehmen.
²⁾ Werte nicht negativ, Meereshöhe h in m.

Tabelle 17: Richtwerte für Durchbiegungen und Auslenkungen von Kranbahnträgern und -stützen

Grenzzustand	Folgen der Auswirkungen		
	irreversibel	reversibel	reversibel
	Lastfall		
	selten	häufig	quasi-ständig
Funktionstüchtigkeit ³⁾ – Nutzung und Betrieb, Kranbahnträger – Nutzung und Betrieb, Kranbahnstützen		$w \leq l/700$ ^{1) 2) 3)} $u \leq l/800$ ²⁾ $u \leq h/300$ ²⁾ $\Delta u \leq 0,02 \text{ m}$ ^{2) 4)}	

¹⁾ Bei mehreren Kranen pro Kranbahn sind im Normalfall zwei unabhängig fahrende Krane zu berücksichtigen.
²⁾ Infolge der veränderlichen Einwirkungen.
³⁾ Kranlasten ohne dynamischen Beiwert.
⁴⁾ Differenz der Auslenkung von zwei gegenüberstehenden Stützen.

Die horizontalen Auslenkungen sind gemäss den Normen SIA 262 bis 266 zu bestimmen.
 Abweichende Grenzwerte für horizontale Auslenkungen können in Abstimmung auf die Nutzungsanforderungen vereinbart und müssen in der Projektbasis festgelegt werden.

Abkürzungen der in der Kommission SIA 160 vertretenen Organisationen

ASTRA Bundesamt für Strassen

BAV Bundesamt für Verkehr

EPFL École Polytechnique Fédérale de Lausanne

ETHZ Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Projektleitung Swisscodes

Prof. Dr. Peter Marti, dipl. Ing. ETH, Zürich
Dr. Ulrich Vollenweider, dipl. Ing. ETH, Zürich
Dr. Paul Lüchinger, dipl. Ing. ETH, Zürich
Prof. Dr. Viktor Sigrist, dipl. Ing. ETH, Hamburg

Sachbearbeitung Norm SIA 261/1

Dr. Armand Fürst, dipl. Ing. ETH, Wolfwil
Prof. Dr. Massimo Laffranchi, dipl. Ing. ETH, Mendrisio
Prof. Dr. Mario Fontana, dipl. Ing. ETH, Zürich
Ulrich G. Stiefel, dipl. Ing. ETH, Basel
Dr. Thomas Wenk, dipl. Ing. ETH, Zürich
Prof. Dr. Bruno Zimmerli, dipl. Ing. ETH, Horw

Kommission SIA 160 «Einwirkungen auf Tragwerke»

Präsident	Prof. Thomas Vogel, dipl. Ing. ETH, Zürich	ETHZ
Mitglieder	Michel Donzel, dipl. Ing. ETH, Bern	ASTRA
	Toni Eder, dipl. Ing. ETH, Bern	BAV
	Prof. Dr. Michael H. Faber, M. Sc., Zürich	ETHZ
	André Flückiger, dipl. Ing. ETH, Aigle	Unternehmung
	Prof. Dr. Tullio Frangi, dipl. Ing. ETH, Muttenz	Fachhochschule
	Prof. Dr. Manfred Hirt, dipl. Ing. ETH, Lausanne	EPFL
	Andreas Keller, dipl. Ing. ETH, Bern	Projektierung
	Dr. Jean-Paul Lebet, dipl. Ing. ETH, Lausanne	EPFL
	Dr. Paul Lüchinger, dipl. Ing. ETH, Zürich	Projektierung
	Andreas Steiger, dipl. Ing. ETH, Luzern	Projektierung
	Ulrich G. Stiefel, dipl. Ing. ETH, Basel	Projektierung
	Dr. Rudolf Vogt, dipl. Ing. ETH, Zürich	Projektierung
	Dr. Thomas Wenk, dipl. Ing. ETH, Zürich	Projektierung
	Prof. Dr. Bruno Zimmerli, dipl. Ing. ETH, Horw	Fachhochschule
	Klaus Zimmermann, dipl. Ing. ETH, Bern	Beratung
Protokoll	Reto Bargähr, dipl. Ing. ETH, Zürich	ETHZ

Genehmigung und Inkrafttreten

Die Zentralkommission für Normen und Ordnungen hat die vorliegende Norm SIA 261/1 am 1. Oktober 2002 genehmigt.

Sie tritt am 1. Januar 2003 in Kraft.

Sie ersetzt zusammen mit Norm SIA 261 die Ziffer 4 der Norm SIA 160 *Einwirkungen auf Tragwerke*, Ausgabe 1989.

Übergangsbestimmungen

Bis zum 30. Juni 2004 kann die Norm SIA 160, Ausgabe 1989, weiter verwendet werden, jedoch nur zusammen mit den Tragwerksnormen, die auf sie verweisen.

Copyright © 2003 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.