

# Erdbeben-Einwirkungen auf Aufzüge Empfehlungen und Hinweise



# Erdbeben-Einwirkungen auf Aufzüge

## Empfehlungen und Hinweise

Aufzüge müssen für die, an ihrem Standort massgebende, Gefährdung (Erdbebenzone, Baugrundklasse) und entsprechend ihrer Bedeutung (Bauwerksklasse) berechnet und gestaltet werden.

Auf Bundesebene gibt es im Bereich Erdbeben-prävention keine allgemein verbindliche Rechtsgrundlage. Die Zuständigkeit liegt bei den Kantonen. In den meisten Kantonen ist die Norm SIA 261:2020 über die baugesetzlichen Bestimmungen rechtsverbindlich erklärt worden. Damit ist die Anwendung der Norm SIA 261 Pflicht. Neben den bestehenden gesetzlichen Grundlagen verlangt die Norm SIA 118/370:2016 «Allgemeine Bedingungen für Aufzüge, Fahrstufen und Fahrsteige», dass der Bauherr die Beschleunigungswerte für die Erdbebensicherheit nach SN EN 81-77:2018 «Aufzüge unter Erdbebenbedingungen» in der Ausschreibung bekannt geben muss.

Ein Bauwerk besteht im Allgemeinen aus einem Tragwerk und nicht strukturellen Elementen, also sekundären Bauteilen und weiteren Installationen und Einrichtungen, die nicht zum Tragwerk gehören. Aufzüge und Fahrstufen sind im Sinne der Norm SIA 261 «Einwirkungen auf Tragwerke» sekundäre Bauteile von ortsfesten Einrichtungen. Die Norm hält fest, dass für sekundäre Bauteile, die im Falle des Versagens Personen gefährden, das Tragwerk beschädigen oder den Betrieb wichtiger Anlagen beeinträchtigen können, die Bemessungssituation Erdbeben berücksichtigt werden muss.

Für die Berechnung der Bemessungsbeschleunigung nach SN EN 81-77 kann die Formel gemäss Norm SIA 261:16.7.2 herangezogen werden. Durch weglassen der Eigenlast erhält man die horizontale Bemessungsbeschleunigung  $a_d$ :

$$a_d = \frac{\gamma_f \cdot a_{gd} \cdot S}{q_a} \cdot \left[ \frac{3 \cdot (1 + \frac{z_a}{h})}{1 + (1 - \frac{T_a}{T_1})^2} - 0.5 \right]$$

Für die weiteren Ausführungen werden die Parameter nach Norm SIA 261 referenziert:

$a_d$	Bemessungsbeschleunigung in $m/s^2$
$S$	Baugrundklasse (dimensionslos)
$a_{gd}$	Bodenbeschleunigung in $m/s^2$
$\gamma_f$	Bauwerksklasse (dimensionslos)
$q_a$	Verhaltensbeiwert (dimensionslos, für Aufzüge = 2)
$z_a$	Schachthöhe <sup>1)</sup> in m
$h$	Gebäudehyöhe <sup>1)</sup> in m
$T_a$	Grundschwingzeit aller Aufzugsteile in s
$T_1$	Grundschwingzeit des Gebäudes in s

Für Zonen oder Bauwerke mit hohem Risikopotential sollte die Bestimmung der Erdbebeneinwirkung mittels einer spektralen seismischen Mikrozonierung erfolgen.

### Berechnungsbeispiel

Anspruchsvolle Projekte sollten durch einen erfahrenen Baustatiker überprüft werden, da bei genauer Analyse weniger konservative Werte resultieren. Für Gebäude der Bauwerksklasse III muss zusätzlich die Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen werden.

#### Gebäudeparameter:

- Bauwerksklasse  $\gamma_f$ : Einkaufszentrum = BWK II
- Bodenbeschleunigung  $a_{gd}$ : Erdbebenzone  $z_2 = 1.0 \text{ m/s}^2$
- Baugrundklasse:  $S = 1.20$
- Verhaltensbeiwert: Aufzüge = 2.0
- Aufzugsschacht über gesamte Gebäudehöhe:  $z_a/h = 1$
- Grundschatzzeit Aufzug:  $T_a = 0$
- Grundschatzzeit Gebäude:  $T_1 = 0.5 \text{ s}$

Gesucht wird die Bemessungsbeschleunigung  $a_d$ :

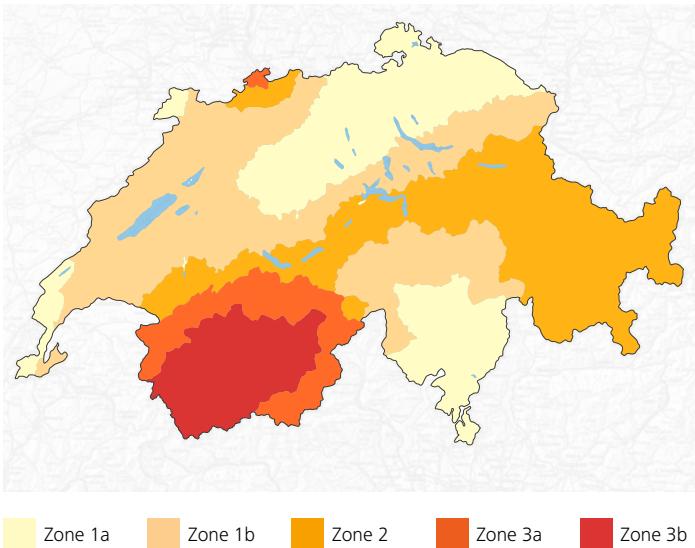
$$a_d = \frac{1.2 \cdot 1.0 \cdot 1.2}{2} \cdot \left[ \frac{3 \cdot (1+1)}{1+(1-0)^2} - 0.5 \right] = 1.8 \text{ m/s}^2$$

$$a_d = \frac{\gamma_f \cdot a_{gd} \cdot S}{q_a} \cdot \left[ \frac{3 \cdot (1 + \frac{z_a}{h})}{1 + (1 - \frac{T_a}{T_1})^2} - 0.5 \right]$$

Baugrundklasse  
Bodenbeschleunigung  
Bauwerksklasse  
Schachthöhe<sup>1)</sup>  
Gebäudehyöhe<sup>1)</sup>  
Verhaltensbeiwert  
Grundschwingzeit aller Aufzugsteile  
Grundschwingzeit des Gebäudes

<sup>1)</sup> über der Angriffsebene der Erdbebeneinwirkung

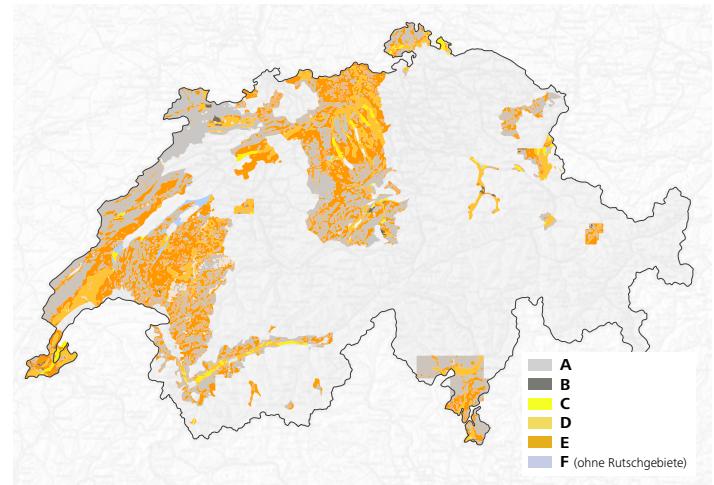
## Bodenbeschleunigung $a_{gd}$ (Norm SIA 261:16.2.1)



Die horizontale Bodenbeschleunigung wird durch die Erdbebenzone bestimmt.

Zone	1a	1b	2	3a	3b
$a_{gd} =$	0.6 m/s <sup>2</sup>	0.8 m/s <sup>2</sup>	1.0 m/s <sup>2</sup>	1.3 m/s <sup>2</sup>	1.6 m/s <sup>2</sup>

## Baugrundklasse S (Norm SIA 261:16.2.2)



Um den Baugrund – seismischer Gefährdung auf einem Referenzfels – einer dieser sechs Klassen zuzuordnen, werden geologische Unterlagen (geologischen Karten, Bohrungen, geotechnische Berichte) bewertet.

A	B	C	D	E	F
$S = 1.00$	$S = 1.20$	$S = 1.45$	$S = 1.70$	$S = 1.70$	$S = *$

\* Der Wert ist mithilfe einer seismischen Standortstudie zu bestimmen.

### Grundschwingzeit des Aufzugs $T_a$

Mit  $T_a$  wird die grösste Grundschwingzeit aller Aufzugsteile definiert. Wird auf eine genauere dynamische Schwingzeitenberechnung verzichtet, muss der ungünstigste Fall  $T_a = T_1$  und somit  $T_a/T_1 = 1$  angenommen werden. In diesem Fall wird aber die Bemessungsbeschleunigung eher unrealistisch hoch ausfallen.

### Grundschwingzeit des Gebäudes $T_1$

Die Grundschatzzeit von Gebäuden kann in Abhängigkeit von der Gebäudehöhe und der Art des Tragsystems nach Norm SIA 261:16.5.2.3 abgeschätzt werden.

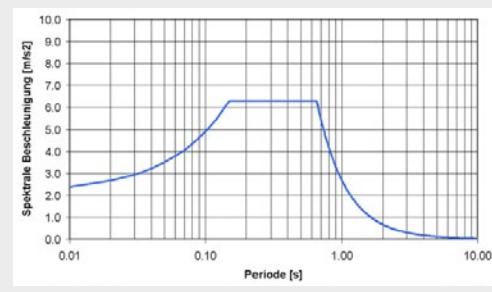
$$T_1 = C_t \cdot h^{0,75}$$

Beiwert  $C_t$  für übliche Tragwerke: 0,050

### Mikrozonierung

Bei den Mikrozonierungsspektren kann der Wert  $S \cdot a_{gd}$  direkt abgelesen werden. Dies ist der Wert bei  $T_a = 0$  im Spektrum. Den Plateauwert ( $T_B \leq T \leq T_C$ ) erhält man durch Multiplikation mit dem dynamischen Vergrösserungsfaktor von 2.5, wie in der Norm SIA 261:16.2.3.1 beschrieben.

Beispiel einer lokalen Mikrozonierung:



$T < 0.15$ [s]	$S_e = 2.1 + 28T$	[m/s <sup>2</sup> ]
$0.15 < T < 0.65$ [s]	$S_e = 6.3$	[m/s <sup>2</sup> ]
$T > 0.65$ [s]	$S_e = 2.662 / T^2$	[m/s <sup>2</sup> ]

$$S \cdot a_{gd} = S_e / 2.5 = 6.3 / 2.5 = 2.52 \text{ m/s}^2$$

## Bauwerksklasse $\gamma_f$

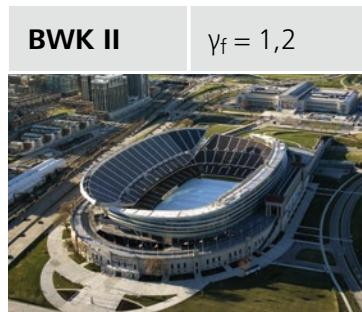
Die Bauwerke sind in eine der drei Bauwerksklassen mit zugehörigem Bedeutungsbeiwert einzuteilen (Norm SIA 261:16.3.2). Für die Bauwerksklasse III muss zusätzlich zur Tragsicherheit die Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen werden. Dies gilt auch für sekundäre Bauteile (Norm SIA 261:16.1.5).



- Personenbelegung
- PB  $\leq$  50 Personen
- Keine besonders wertvollen Güter und Einrichtungen

### Beispiele

- Wohngebäude
- Büro- und Gewerbegebäude
- Industrie- und Lagergebäude
- Parkgaragen



- Personenbelegung
- PB  $>$  50 Personen
- Bedeutende Infrastrukturbauten

### Beispiele

- Spitalbauten, sofern nicht BWK III
- Einkaufszentren, Sportstadien
- Schulen, Kirchen
- Kinos, Theater
- Gebäude von öffentlichen Verwaltungen
- Bauten für Versorgung, Entsorgung und Telekommunikation, sofern nicht BWK III



- Lebenswichtige Infrastrukturen
- Lifeline Bauten

### Beispiele

- Akutspitäler
- Feuerwehrgebäude
- Bauten für Versorgung, Entsorgung und Telekommunikation

## Schachthöhe $z_a$

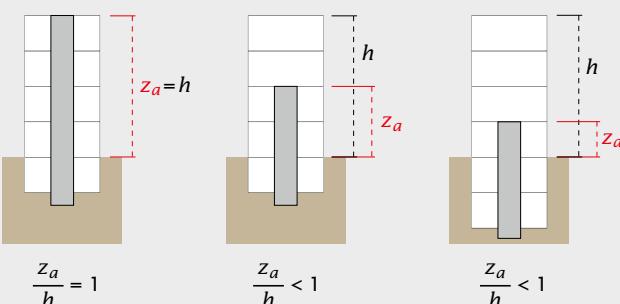
Die Schachthöhe  $z_a$  wird über der Angriffsebene der Erdbebeneinwirkung (Oberkante eines starren Kellergeschosses) in Meter bestimmt. Die folgenden Aufzugsschacht-Anordnungen gelten für starre Keller- bzw. Untergeschosse. Der ungünstigste Fall liegt vor, wenn der Aufzug alle Geschosse erschließt und somit  $z_a = h$  ist.

## Verhaltensbeiwert $q_a$

Die Norm SIA 261 definiert für Außen- und Innenwände den Verhaltensbeiwert  $q_a = 2.0$ . Dieser dimensionslose Wert ist auch für Aufzugsschächte zu verwenden.

Verhaltensbeiwert für Aufzüge:

$$q_a = 2.0$$



# Erdbebenkategorien für Aufzüge

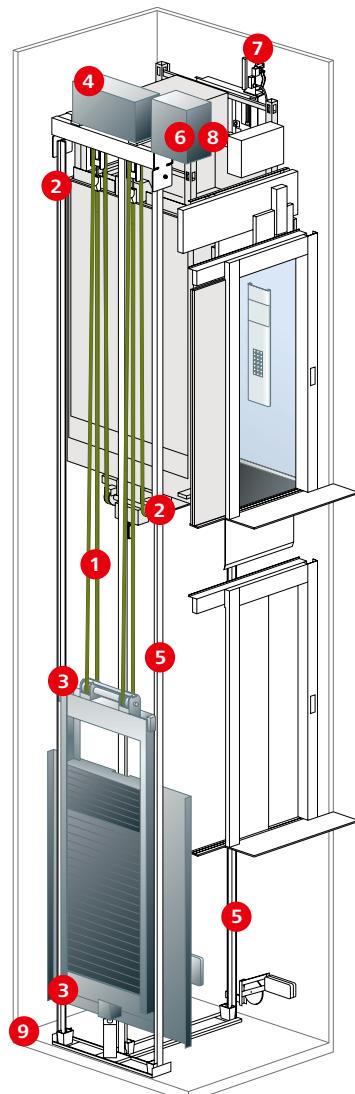
Nach Erhalt der Bemessungsbeschleunigung bestimmt der Unternehmer, der den Aufzug liefert, die Erdbebenkategorie für den Aufzug nach EN 81-77: Anhang A.

Die Grösse der Bemessungsbeschleunigung  $a_d$  bestimmt die Massnahmen am Aufzug, die durch den Hersteller getroffen werden müssen. Dies kann wiederum auch einen Einfluss auf die Kosten und Schachtabmessungen haben.

Da auch die Befestigungen der Bemessungssituation Erdbeben zwingend berücksichtigt werden müssen, sollte bereits in der Planungsphase die Montageart, Ankerbolzen (gedübelt) oder Ankerschienen (z.B. Halfen, Hilti), festgelegt und dem Unternehmen mitgeteilt werden.

Bemessungsbeschleunigung [m/s <sup>2</sup> ]	Erdbeben-kategorie	Massnahmen am Aufzug
$a_d \leq 1$	0	Standard
$1 < a_d \leq 2,5$	1	Kleinere Anpassungen
$2,5 < a_d \leq 4$	2	Mittlere Anpassungen
$a_d > 4$	3	Beträchtliche Anpassungen

Anforderung nach EN 81-77 (nicht abschliessend)	Erdbebenkategorie 1	Erdbebenkategorie 2	Erdbebenkategorie 3
① Verhinderung von Verfangstellen (ab 20 m Schachthöhe)	X	X	X
② Notführung für die Kabine		X	X
③ Notführung für das Gegengewicht	X	X	X
④ Schutz der Treibscheibe und Seilrolle mit Absprungsicherungen	X	X	X
⑤ Auslegung Führungsschienensystem und Befestigungen	X	X	X
⑥ Triebwerk und Steuerung	X	X	X
⑦ Elektrische Einbauten im Schacht	X	X	X
⑧ Verhalten bei Stromausfall		X	X
⑨ Erdbebenerkennungssystem			X



# Wir sind immer in Ihrer Nähe. Egal wie weit es ist.

Weitere Informationen und Auskünfte zur Erdbebengefährdung  
in der Schweiz: [www.bafu.admin.ch/erdbeben](http://www.bafu.admin.ch/erdbeben)

## Deutschschweiz

### Schindler Aufzüge Aarau

Industriestrasse 19  
5036 Oberentfelden  
Telefon +41 62 737 69 69

### Schindler Aufzüge Basel

Salinenstrasse 61  
4133 Pratteln  
Telefon +41 61 260 60 60

### Schindler Aufzüge Bern

Zentweg 9  
3006 Bern  
Telefon +41 31 340 62 62

### Schindler Aufzüge Chur

Kasernenstrasse 90  
7007 Chur  
Telefon +41 81 258 75 75

### Schindler Aufzüge Luzern

Zugerstrasse 13  
6030 Ebikon  
Telefon +41 41 369 82 82

### Schindler Aufzüge St.Gallen

Bionstrasse 4  
9015 St. Gallen  
Telefon +41 71 272 14 14

### Schindler Aufzüge Winterthur

Embraport 3  
8424 Embrach  
Telefon +41 52 224 65 65

### Schindler Aufzüge Zürich

Südstrasse 5  
8952 Schlieren  
Telefon +41 44 404 15 15

## Westschweiz

### Ascenseurs Schindler SA Fribourg

Chemin de la Cornache 1  
1753 Matran  
Telefon +41 26 426 24 24

### Ascenseurs Schindler SA Genève

Route de la Galaise 13b  
1228 Plan-les-Ouates  
Telefon +41 22 721 20 20

### Ascenseurs Schindler SA Lausanne

Rue de l'Industrie 58  
1030 Bussigny-près-Lausanne  
Telefon +41 21 623 28 28

### Ascenseurs Schindler SA Sion

Route de la Drague 18  
1950 Sion  
Telefon +41 27 205 78 78

## Tessin

### Ascensori Schindler SA Bioggio

Centro Nord-Sud  
via Campagna  
6934 Bioggio  
Telefon +41 91 611 95 95

Schindler Aufzüge AG  
Zugerstrasse 13  
6030 Ebikon  
+41 41 445 31 31

[www.schindler.ch](http://www.schindler.ch)

Diese Broschüre dient allgemeinen Informationszwecken.  
Änderungen des Produktdesigns und der Spezifikationen sind  
jederzeit möglich und bleiben ausdrücklich vorbehalten. Die Angaben  
in dieser Broschüre sind weder implizite noch explizite Garantien  
oder Bedingungen in Bezug auf die Produkte, ihre Eignung für  
bestimmte Zwecke, ihre Gebrauchstauglichkeit oder ihre Qualität.  
Auch sind sie nicht Bedingung eines Kaufvertrags für die in dieser  
Broschüre enthaltenen Produkte und Dienstleistungen. Es bestehen  
Farbunterschiede zwischen Produkt und Abbildung.