

Masstoleranzen und Ebenheit

In dieser Empfehlung werden die wichtigsten Ebenheitsanforderungen und Toleranzen für Böden aus den SIA Normen zusammengefasst und erläutert.

Normenübersicht

Norm SIA 414 «Masstoleranzen im Bauwesen»:

Die Norm SIA 414 (Ausgabe 1980) regelt die «*Masstoleranzen im Bauwesen*». In dieser Norm werden die Begriffe, die Grundsätze und die Anwendungsregeln bestimmt. Die Norm enthält jedoch keine Toleranzwerte.

Empfehlung SIA V414/10 ‚Masstoleranzen im Hochbau‘:

Die Toleranzwerte sind in der Empfehlung SIA V414/10 (Ausgaben 1987) festgelegt. Diese Empfehlung ist in der "verlängerten Vernehmlassung". Für die Praxis bedeutet dies, dass die angegebenen Toleranzwerte nicht verbindlich sind. Im Einführungstext der Empfehlung heisst es folgendermassen:

"Die vorliegende Empfehlung SIA V414/10 «Masstoleranzen im Hochbau» ist eine provisorische Publikation und ist noch keine Regel der Baukunde. Es soll versuchsweise danach gearbeitet werden, um die Anwendung in der Praxis zu erproben. Durch ausdrückliche Anerkennung als Vertragsbestandteil kann sie ganz oder teilweise als verbindlich erklärt werden."

Norm SIA 251:2008 «Schwimmende Estriche im Innenbereich» und Norm SIA 252:2012 «Bodenbeläge aus Zement, Magnesia, Kunstharz und Bitumen»:

In der Norm SIA 251:2008 «*Schwimmende Estriche im Innenbereich*» sowie in der Norm SIA 252:2012 «*Bodenbeläge aus Zement, Magnesia, Kunstharz und Bitumen*» sind die Ebenheiten und auch die Dicken mit den zulässigen Toleranzen festgelegt. In der Norm SIA 252:2012 und in der Norm SIA 251:2008 werden die Ebenheiten sowie die Höhenkoten auch für die Unterkonstruktionen festgelegt.

Abweichungen

An Bauten sind Abweichungen von geplanten Grössen nicht zu vermeiden. Abweichungen entstehen durch ungenaues Messen, beim Herstellen oder Zusammenfügen sowie auch durch materialbedingte Verformungen. Grundsätzlich sind folgende Abweichungen zu unterscheiden:

- Abweichungen der Länge, Breite oder Dicke und Winkel
- Abweichungen von der Form durch Unebenheiten oder Rauigkeit
- Abweichungen von der Lage durch Verschieben, Verdrehen oder Neigen

Die Abweichungen werden in der Regel mit den üblichen auf dem Bau verwendeten Hilfsmitteln gemessen:

- Doppelmeter: Distanzen bis 2m
- Messlatte: Ebenheiten und Distanzen bis 4m
- Stahlmessband: Distanzen bis 20m
- Wasserwaage; Senkblei: Neigung; Lot
- Nivellier- oder Lasergerät: Höhen; Ebenheit
- Schiebelehre, Messkeile oder Messplättchen

Toleranzen

Die Abweichungen müssen in bestimmten Grenzen liegen, damit Folgeunternehmer in der Lage sind, ihre Arbeiten innerhalb den vorgegebenen Toleranzen auszuführen. Auch Installationen müssen innerhalb den festgelegten Abweichungen mühelos eingebaut werden. Die zulässigen Abweichungen der einzelnen Bauteile sind deshalb genau aufeinander abzustimmen. Beispielsweise muss eine Bodenöffnung eine Minimalbreite, Minimallänge und eine bestimmte Form (Winkelgenauigkeit) aufweisen, damit Geräte mit den maximal möglichen Massen durch die Öffnung geführt werden können.

Gemäss Kapitel 3.1.1 der Norm SIA 414 sind die Toleranzen aufgrund der technischen Anforderungen festzulegen. Sie müssen sicherstellen, dass:

- Die Bauteile funktionsfähig sind;
- Die Sicherheit unter den gegebenen Belastungen gewährleistet ist;
- Der Einbau der Bauteile zum fertigen Bauwerk ohne Nacharbeit möglich ist;
- Die im Projekt angestrebte Erscheinungsform erreicht wird.

Die Anforderungen sind in den Fachnormen, d.h. für schwimmende Estriche und Industriebodenbelägen in den Fachnormen SIA 251:2008 und SIA 252:2012 geregelt. Für erhöhte Anforderungen sind die Toleranzen im Werkvertrag festzuhalten. Unter speziellen Bedingungen, z.B. in Hochregallagern, sind erheblich grössere Aufwendungen zum Einhalten der Toleranzen erforderlich. Besondere Anstrengungen sind auch beim höhen-gleichen Anschliessen an bestehende Bauten notwendig.

Begriffe

In der Norm SIA 414 ‚Masstoleranzen im Bauwesen‘ (Ausgabe 1980) sowie Norm SIA 252:2013 sind einige wichtige Begriffe folgendermassen definiert:

Nenndicke gemäss SIA 252:2013:

Im Plan oder Leistungsverzeichnis, Werkvertrag definierte Belagsdicke (identisch mit Sollmass).

Sollmass:

Theoretisches Mass, das eine Abmessung zur Kennzeichnung von Grösse, Gestalt oder Lage eines Körpers oder Raumes aufweisen soll und das in Zeichnungen eingetragen wird.

Herstellungsmass:

Für die Herstellung eines Bauteiles oder Bauwerks, einer Einbauöffnung oder eines Raumes bestimmtes Mass: Sollmass mit Angabe der beiden Grenzabweichungen

Istmass:

Das tatsächliche, durch Messungen am konkreten Objekt (Bauteil, Öffnungen, Abstände und dgl.) ermittelte Mass, unter Berücksichtigung der in der Messmethode enthaltenen Fehlern.

Grenzmass:

Das grösste und das kleinste zulässige Istmass (Grösstmass bzw. Kleinstmass)

- Grösstmass: Das grösste der beiden Grenzmasse
- Kleinstmass: Das kleinere der beiden Grenzmasse

Abweichung:

Differenz zwischen einem Mass und dem zugehörigen Sollmass.

Grenzabweichung:

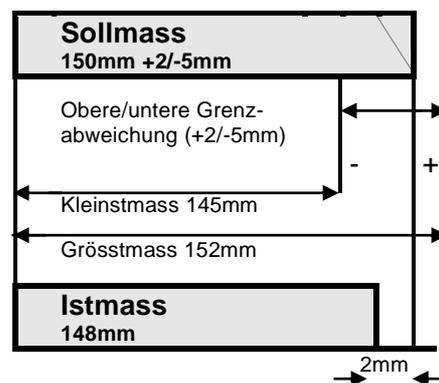
Maximal zulässige Abweichung zwischen einem Istmass und dem zugehörigen Sollmass

Toleranz:

Differenz zwischen dem Grösstmass und dem Kleinstmass.

Das **Sollmass** entspricht der geplanten Grösse. Das zulässige **Kleinstmass** und das zulässige **Grösstmass** bestimmen die zulässigen **Grenzabweichungen**. Die obere und die untere Grenzabweichung ergeben zusammengezählt die maximale **Toleranz**.

Die effektive, ausgeführte Abmessung wird als **Istmass** bezeichnet. Die **Abweichung** ist das Mass zwischen dem Istmass und dem Sollmass.



Bestimmung und Messung der Toleranzen

Messdistanz:

Die Toleranzen sind häufig abhängig von der Messdistanz. Das heisst je länger ein Bauteil ist, umso grössere Toleranzen sind zulässig. Es werden zwei Arten von Messdistanzen festgelegt:

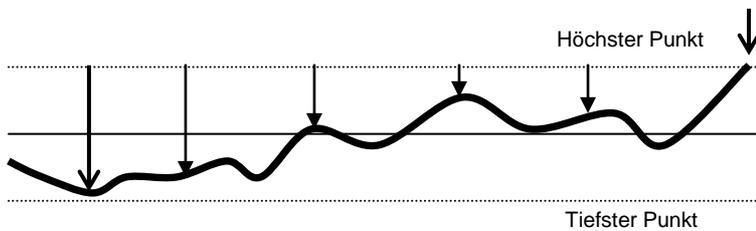
- Die **gebundene Messdistanz** ist an ein Sollmass gebunden; zum Beispiel die Höhenkoten und Fluchten (z.B. von Ecke zu Ecke; über die Diagonale; über Stützenreihen).
- Bei der **freien Messdistanz** sind Anfangs- und Endpunkt frei wählbar; zum Beispiel bei der Bestimmung der Ebenheit.

Keine Messdistanz ist erforderlich, wenn die zulässige Abweichung längen- oder lageunabhängig ist. Dies ist beispielsweise bei Höhenkoten der Fall.

Relative Höhenkote (gebundene Messung):

Die relative Höhenkote wird durch die Mittelebene bestimmt. Die Toleranzen zur Mittelebene sind abhängig von der Messdistanz auf einer gebundenen Linie, die beispielsweise über die längste Diagonale gemessen wird. Innerhalb einer abgegrenzten Fläche, deren grössten Länge gleich der Messdistanz entspricht, können Anzahl und Lage der Messpunkte frei gewählt werden.

Mittelebene: Sie wird durch den höchsten und tiefsten Punkt bestimmt:



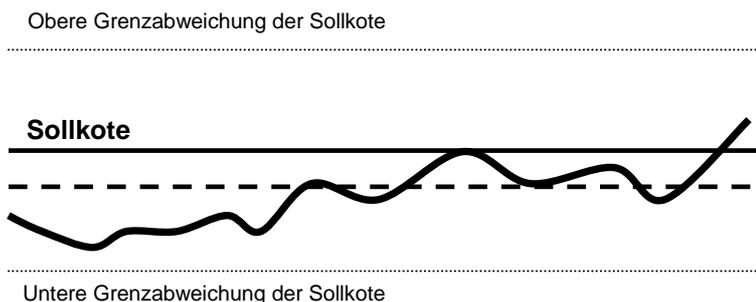
Die zulässigen Toleranzen für waagrechte und bis 20% geneigte Flächen betragen (SIA 414/10):

Messdistanz		4	10	20	40 [m]
Unterlagsbeton	$\Delta_{adm\pm}$	12	16	20	25 [mm]
Zementüberzug	$\Delta_{adm\pm}$	6	8	10	12 [mm]
Beton flächenfertig	$\Delta_{adm\pm}$	8	12	16	20 [mm]

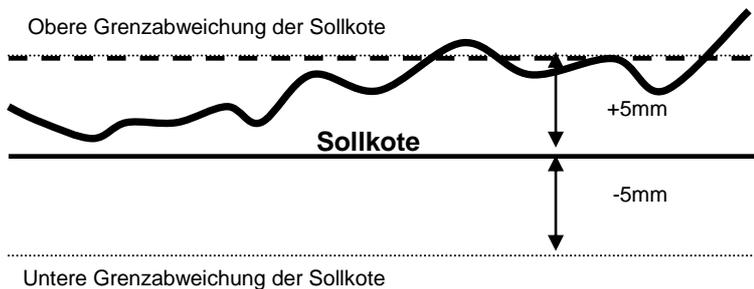
Die Messungen sind mit Hilfe eines Nivellier- oder Lasergerätes durchzuführen.

Absolute Höhenkote:

Höhenkoten sind unabhängig von der Messdistanz. Um die Toleranz der Höhenkote zu messen, muss die Mittelebene bestimmt werden.



Extremfälle: Die Mittelebene liegt an der oberen oder der untere Grenzabweichung.



Die absolute Toleranz für Estriche (Norm SIA 251), Untergründe zur Aufnahme von Bodenbelägen ohne Höhenausgleich (z.B. Kunstharzbeläge) und Bodenbeläge beträgt $\pm 5\text{mm}$.

Die Messungen sind mit Hilfe eines Nivellier- oder Lasergerätes durchzuführen.

Horizont und Lot (gebundene Messung):

Horizont und Lot entsprechen den relativen Höhen und sind indessen gleich zu bestimmen.

Die zulässigen Toleranzen für waagrechte Flächen betragen (SIA 414/10):

Messdistanz		0.4	1	2	4	10	20	40	[m]
Schwimmender Estrich	$\Delta_{adm}\pm$	2	2	3	4	6	8		[mm]
Fugenlose Bodenbeläge*	$\Delta_{adm}\pm$	2	2	3	4	6	8		[mm]
Bodenbeläge (Platten)**	$\Delta_{adm}\pm$	2	2	3	4	5	6		[mm]
Beton roh abgezogen	$\Delta_{adm}\pm$			10	10	12	16	20	[mm]
Beton flächenfertig	$\Delta_{adm}\pm$			8	8	10	12	16	[mm]
Zementüberzug	$\Delta_{adm}\pm$			4	5	6	8	12	[mm]

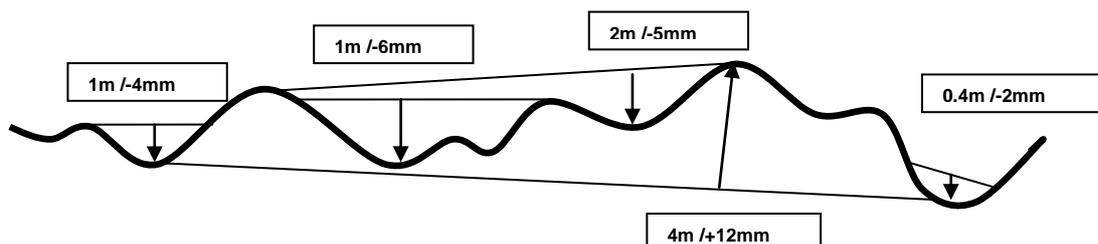
* Bodenbeläge ohne Höhenausgleich

** Bodenbeläge mit Höhenausgleich

Die Messungen sind mit Hilfe eines Nivellier- oder Lasergerätes vorzunehmen.

Ebenheit (ungebundene Messung):

Für die Bestimmung der Ebenheit können Anfangs- und Endpunkte der Messungen frei gewählt werden. Bei schwimmenden Zementestrichen liegen laut Norm SIA 251 die Anfangs- und Endpunkte 1 m von den Ecken und 0.5 m von den Wänden entfernt (Aufwölbungen, Schüsselungen!):



Die Messungen erfolgen mit Hilfe von Messlatten mit Längen von 0.4m, 1m, 2m oder 4m. Die Latten werden auf den Hochpunkten aufgelegt. Damit lassen sich die Abstiche zu den Vertiefungen mit Hilfe einer Schiebelehre, eines Messkeiles oder mit Messplättchen ermitteln. Es werden nur **negative** Abweichungen gemessen. An den überstehenden Enden der Messlatten dürfen keine Messungen vorgenommen werden.

Mit Hilfe eines Planums wird die Ebenheit direkt auf einem Messstreifen übertragen. Am Messstreifen lassen sich die positiven und negativen Abweichungen ermitteln und dokumentieren.

Die Toleranzen sind gemäss Norm SIA 251:2008 «Schwimmende Estriche im Innenbereich», Norm SIA 252:2012 «Industriebodenbeläge» und Empfehlung SIA V414/10 «Masstoleranzen im Hochbau»:

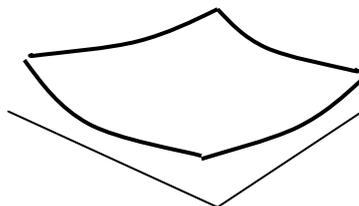
Messdistanz		0.4	1	2	4	10 [m]	
Schwimmende Estriche	$\Delta_{adm\pm}$	1	2	3	4	5	[mm]
Fugenlose Bodenbeläge	$\Delta_{adm\pm}$	2	2	3	4	6	[mm]
Bodenbeläge (Platten)	$\Delta_{adm\pm}$	2	2	2	3	5	[mm]
Beton roh abgezogen	$\Delta_{adm\pm}$	8	10	12	16	20	[mm]
Beton flächenfertig	$\Delta_{adm\pm}$	5	6	8	10	12	[mm]
Zementüberzug	$\Delta_{adm\pm}$	2	3	4	6	8	[mm]

Unzulässige Messanordnung:

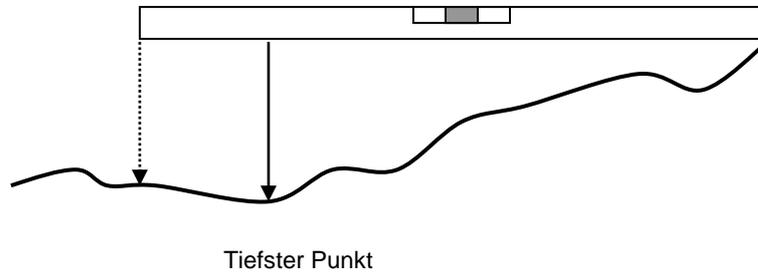


Aufwölbungen und Absenkungen der Ecken

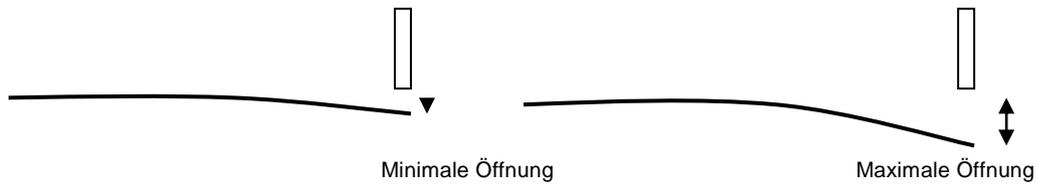
Bei Zementestrichen wölben sich die Ecken und Ränder infolge der einseitigen Trocknung des Mörtels konkav. Die zulässige Aufwölbung darf 5 mm betragen.



Nach Norm SIA 251 wird die Aufwölbung gemessen, indem eine 1m lange Wasserwaage ausgehend von der Ecke oder vom Rand waagrecht ausgerichtet wird. Der maximale freie Abstand zum Estrich wird als Aufwölbung gemessen.



Die Rückverformung wird durch die Fugenöffnung zwischen Fussleiste und Bodenbelag gemessen. Massgebend ist die Distanz zwischen der maximalen und der minimalen Fugenöffnung.



Die Messung erfolgt mit Messkeilen oder Plättchen auf 1mm genau. Die Rückverformungen dürfen maximal 7 mm betragen.