

Masstoleranzen und Ebenheit

In dieser Empfehlung werden die wichtigsten Ebenheitsanforderungen und Toleranzen für schwimmende Estriche und Bodenbeläge aus Zement, Magnesia, Kunstharz und Bitumen zusammengefasst und erläutert. Der Bodenbelagsunternehmer muss sich vor der Herstellung des Estrichs oder des Bodenbelags vergewissern ob:

- der Untergrund ausreichend eben ist,
- die Höhenlage des Untergrundes und der Anschlussbauteile die im Werkvertrag festgelegte Einbaudicke des Belags oder Estrichs erlaubt,
- eine gleichmässige Dicke des Estrichs oder des Bodenbelags sichergestellt ist,
- der Meterriss korrekt angegeben ist.

1. Normenübersicht:

- Norm SIA 414/1:2016 «Masstoleranzen im Bauwesen – Begriffe, Grundsätze und Anwendungsregeln»
- Norm SIA 414/2:2016 «Masstoleranzen im Hochbau»
- Norm SIA 251:2008 «Schwimmende Estriche im Innenbereich»
- Norm SIA 252:2012 «Bodenbeläge aus Zement, Magnesia, Kunstharz und Bitumen»

In den Normen SIA 414/1 «Masstoleranzen im Bauwesen – Begriffe, Grundsätze und Anwendungsregeln» und SIA 414/2 «Masstoleranzen im Hochbau» sind die Grundsätze und Anforderungen an die normalen Masstoleranzen im Bauwesen festgelegt. Fachspezifische Anforderungen sind in den Normen SIA 251 «*Schwimmende Estriche im Innenbereich*» und SIA 252 «*Bodenbeläge aus Zement, Magnesia, Kunstharz und Bitumen*» definiert.

Sind erhöhte Anforderungen notwendig, müssen diese nach SIA 414/1 speziell im Werkvertrag vereinbart und in den Ausführungsplänen aufgeführt werden.

2. Sachlage

Beim Einmessen und bei der Herstellung und Montage von Bauteilen gibt es aus material- und arbeitstechnischen Gründen jeweils gewisse Abweichungen vom geplanten Nenn- oder Sollmass. Bei dieser Empfehlung geht es speziell um Abweichungen beim Einbau von Estrichen und Bodenbelägen sowie um materialbedingte Verformungen wie zum Beispiel das «Schüsseln und Rückschüsseln bei Zementestrichen». Die Normen legen die normalen Toleranzen resp. Genauigkeitsstufen fest, welche für das jeweilige Gewerk unter üblichem Gebrauch als technisch zulässig und wirtschaftlich vertretbar erachtet werden. Die zulässigen Toleranzen müssen bei der Projektierung und bei der Ausführung berücksichtigt werden.

Massabweichungen müssen auch deshalb innerhalb bestimmter Grenzen liegen, damit Folgeunternehmer in der Lage sind, ihre Arbeiten innerhalb den für sie geltenden Toleranzen auszuführen. Auch Installationen müssen innerhalb der festgelegten Abweichungen mühelos eingebaut werden können. Die zulässigen Abweichungen der einzelnen Bauteile sind bei der Planung aufeinander abzustimmen.

Benötigt ein Oberbelag aus technischen Gründen Anforderungen an die Ebenheit des Untergrundes, welche über die in den Normen festgelegten Toleranzwerte hinausgehen, müssen diese erhöhten Anforderungen definiert und in separater Position ausgeschrieben werden (siehe Punkt 11). In dieser Sache verweisen wir auch auf die technischen Empfehlungen PAVIDENSA PAV-E 27 «*Spezielle Anforderungen an die Ebenheit des Estrichs bei grossformatigen Platten oder Landhausdielen / Langriemenparkett*» und PAV-E 13 «*Untergrund und Einbaudicken von Estrichen*». Sind also die normalen Vorgaben der Normen SIA 251:2008 und 252:2012 bezüglich Ebenheit und/oder Höhenlage nicht ausreichend, sind zusätzliche Massnahmen zum Flächen- oder Höhenausgleich (Schleifen, Spachteln und Nivellieren) notwendig. Diese Mehraufwendungen müssen durch die Bauherrschaft bezahlt werden.

3. Abweichungen

Beim Bauen sind Abweichungen von geplanten Grössen auch bei sorgfältiger Ausführung nicht zu vermeiden. Grundsätzlich sind bei Böden folgende Abweichungen zu unterscheiden:

- Abweichungen von der Ebenheit
- Abweichungen von der Höhenlage
- Winkelabweichungen von horizontalen und geneigten Flächen
- Abweichungen wegen materialbedingten Verformungen
- Abweichungen der Dicke

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

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

4. Toleranzen

In der Norm SIA 414/1 sind die Begriffe folgendermassen definiert:

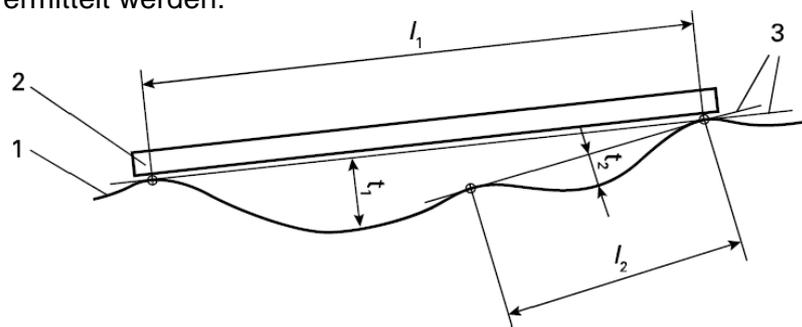
Das **Nennmass** entspricht der geplanten Grösse. Das zulässige **Kleinstmass** und das zulässige **Grösstmass** bestimmen die zulässigen **Grenzabweichungen**. Die obere und die untere Grenzabweichung ergeben zusammengezählt die maximale **Toleranz**. Die effektive, ausgeführte Abmessung wird als **Istmass** bezeichnet. Die **Abweichung** ist das Mass zwischen dem Istmass und dem Nennmass.

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

- ✓ Die **gebundene Messdistanz** ist an ein Sollmass gebunden; zum Beispiel Längen, Breiten, Winkelgenauigkeit (auch bezüglich Neigung) und Höhenkoten (z.B. von Ecke zu Ecke; von Fuge zu Fuge, über die Diagonale; über Stützenreihen).
- ✓ Bei der **freien Messdistanz** sind Anfangs- und Endpunkt frei wählbar. Zur Bestimmung der Ebenheit gilt die freie Messdistanz. Bei Zementestrichen ist zu beachten, dass aufgrund der Schüsselung die speziellen Regelungen gelten, welche in den Punkten 5 und 6 aufgeführt sind.

5. Messung der Ebenheit

Die Ebenheit wird durch Einzelmessungen mit einer Messlatte oder durch Messen der Abstände zwischen beliebig angeordneten Messpunkten und einer Bezugsfläche geprüft. Bei der Einzelmessung wird die Messlatte auf zwei Hochpunkten der Fläche aufgelegt und das Stichmass an der tiefsten Stelle bestimmt. Der Abstand der beiden Hochpunkte ist der zum Stichmass zugehörige Messpunktabstand. Die Grenzwerte für die Ebenheitsabweichung müssen für alle Kombinationen jeweils zweier Hochpunkte einer Fläche und dem dazwischen gemessenen Stichmass eingehalten sein. Das Stichmass kann beispielsweise mit einem Messkeil ermittelt werden.

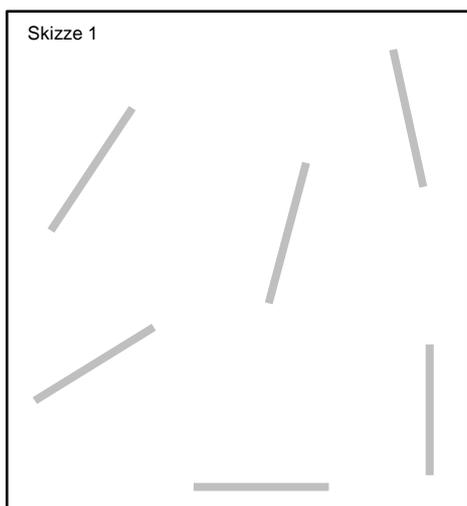


- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1 Istfläche | l_1, l_2 Messpunktabstand |
| 2 Messlatte | t_1, t_2 Stichmass |
| 3 Fluchtgerade der Messlatte | |

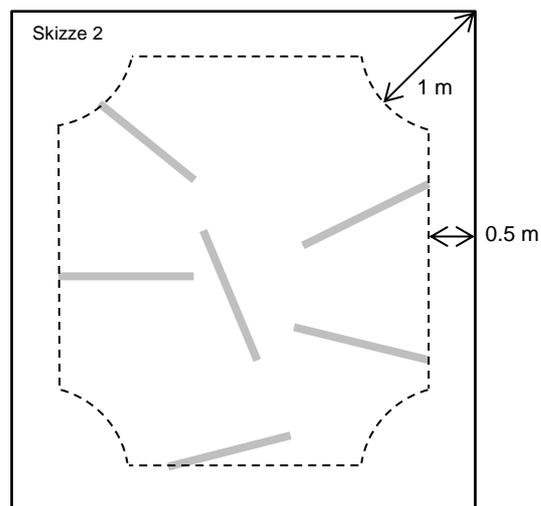
Achtung: Unzulässige Messanordnung



Zur Bestimmung der Ebenheit können Anfangs- und Endpunkte der Messungen frei gewählt werden. Bei schwimmenden Zementestrichen müssen laut Norm SIA 251:2008 die Anfangs- und Endpunkte wegen der Schüsselung in einem Abstand von mindestens 1 m von den Ecken und von mindestens 0.5 m von den Wänden und den Fugen entfernt aufgesetzt werden:

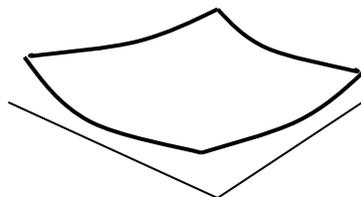


frei gewählte Messungen

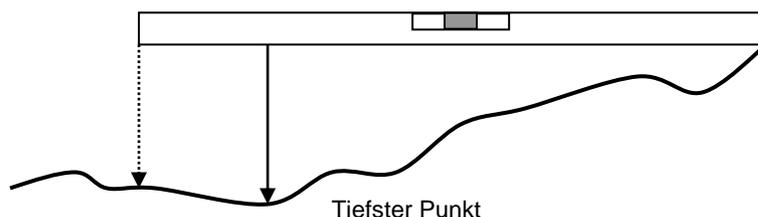


Messanordnung bei Zementestrich

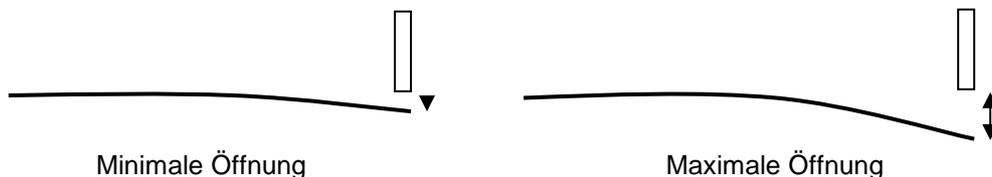
6. Messung der Auf- und Rückschüsselungen



Bei schwimmenden Zementestrichen wölben sich die Ecken und Ränder infolge der einseitigen Trocknung des Mörtels konkav. Die **Aufwölbung** bei zementgebundenen Estrichen darf maximal 5 mm, die Rückverformung maximal 7 mm betragen. Die Aufwölbung wird gemessen, indem eine 1,0 m lange metallische Richtlatte, ausgehend von einer Ecke, vom Feldrand oder von der Bewegungsfuge, mit Hilfe einer Wasserwaage horizontal ausgerichtet wird. Der maximale freie Abstand zum Estrich wird gemessen. Er darf 5 mm nicht überschreiten. Die Messgenauigkeit beträgt 1 mm (siehe Skizze 2 unter Punkt 5).



Die **Rückverformung** wird bestimmt, indem die Fugenöffnung zwischen Sockelleiste und Bodenbelag gemessen wird. Massgebend ist die Differenz zwischen der maximalen und der minimalen Fugenöffnung. Bei Bewegungsfugen wird die Höhendifferenz zwischen den beiden angrenzenden Belägen gemessen. Die Absenkung wird mit einer Genauigkeit von 1 mm gemessen.



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

7. Bestimmung der Höhenlage und Winkelabweichung

Die Höhenlage und Winkelabweichung für Estriche und Bodenbeläge wird durch die Lage der Anschlussbauteile und den Meterriss durch den Bauherrn festgelegt. Die maximalen Massabweichungen zum Meterriss beträgt ± 5 mm. Sind Abweichungen zwischen Meterriss und Anschlussbauteil zu verzeichnen, muss der Bauherr das weitere Vorgehen festlegen.

Ebene Belagsanschlüsse müssen höhengenaue ausgeführt werden können. Bei Estrichen muss die geplante Dicke des Bodenbelags eingerechnet werden (Toleranzen gemäss Norm SIA 251 ± 5 mm). Sind in Abhängigkeit vom ausgewählten Belag, zusätzliche Massnahmen zum Flächenausgleich (Schleifen, Spachteln und Nivellieren) notwendig, muss ein erhöhter Genauigkeitsgrad verlangt werden (erhöhte Anforderungen). Diese müssen in den Ausschreibungsunterlagen, Verträgen und Zeichnungen aufgeführt, also explizit als separate Position bestellen werden.

Bei zementgebundenen schwimmenden Estrichen dürfen die Abweichungen an Randstellen und Fugen, welche durch die zulässigen materialbedingten Verformungen auftreten, in Abzug gebracht werden.

8. Ebenheitstoleranzen gemäss Norm SIA 251:2008 und Norm SIA 414/2:2016

Für die Ebenheit der Oberfläche von schwimmenden Estrichen gelten folgende Anforderungen innerhalb der durch die Schüsselung eingeschränkten Flächen (siehe Skizze 2):

Messdistanz in m	bis	0,4	1,0	2,0	4,0	10,0
Zulässige Abweichung in mm \pm		1	2	3	4	5

Diese Anforderungen gelten nicht für die Aufwölbungen zementgebundener Estriche.

In der Norm SIA 414/2 sind keine Abweichungen für die Messdistanz von 10 m festgelegt.

9. Toleranzen gemäss Norm SIA 252:2012 und Norm 414/2:2016

Gemäss Norm SIA 414/2:2016 gelten für flächenfertige Böden sowie gespachtelte und geklebte Beläge einheitliche Anforderungen an die Ebenheit.

Nach Norm SIA 252 gelten für **Hartbeton** (Ziffer A.5.5.5), für **Zement- Kunstharzbeläge**, (Ziffer B.5.5.5) für **Kunstharzbeläge** (Ziffer C.5.5.3) folgende Toleranzen:

Messdistanz in m	bis	1,0	2,0	4,0
Zulässige Abweichung in mm ±		2	3	4

Für **Magnesia gebundene Beläge** (Ziffer D.5.5.6) sowie für **Gussasphaltbeläge** (Ziffer E.5.5.4) gelten gemäss SIA 252 folgende Toleranzen:

Messdistanz in m	bis	1,0	2,0	4,0
Zulässige Abweichung in mm ±		3	4	6

In der Norm SIA 414/2 ist die zulässige Abweichung für die Messdistanz ≤ 0.4 m mit 1 mm festgelegt.

Bei erhöhten Anforderungen an die Ebenheit der Oberfläche sind folgende Abweichungen zulässig: 1‰ des Abstandes zwischen zwei Messpunkten sowie ± 2 mm von der Nennebene.

Werkvertraglich können auch andere Anforderungen an die Ebenheit festgelegt werden. Diese müssen im Ausführungsplan eingetragen sein.

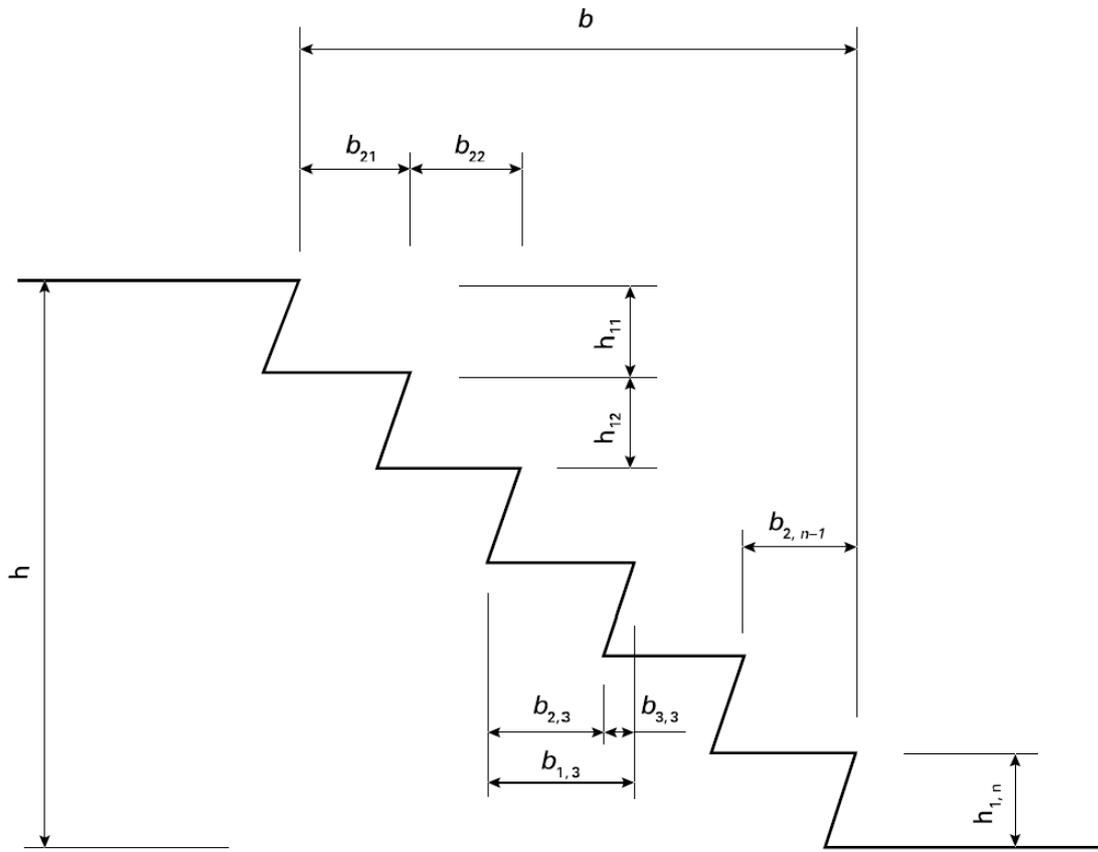
Für **Monobeton als Konstruktionsbeton** gelten gemäss SIA 252 die in der Nutzungsvereinbarung festgelegten Anforderungen.

10. Grenzwerte für Treppen

Für Treppen mit einer Auftritttiefe ≤ 0.40 m gelten die Grenzabweichungen der Tabelle 8 der Norm SIA 414/2. Für die Bewertung der Grenzabweichungen nach Tabelle 8 wird das am Bau bestimmte mittlere Steigungsmass aus der Höhendifferenz zwischen den Podesten ermittelt.

Tabelle 8 Grenzabweichungen bei Treppenstufen

Spalte	1	2	3	4	5	6
Zeile	Bezug	Grenzabweichungen in mm bei				
		Tiefe Auftritt b_x	Höhe Steigung h_x	Höhe Antritt $h_{1,n}$	Höhe Austritt $h_{1,1}$	Neigung
1	Beton roh zur Aufnahme von Belägen	± 10	± 10	± 10	± 10	± 5
2	Flächenfertige Bodenbeläge	± 5	± 3	± 10	+ 3, - 10	± 2



- b Länge Treppenlauf
- b_x mittlere Auftritttiefe
- h Höhe Treppenlauf
- h_x mittlere Steigung
- $h_{1,n}$ Höhe Antritt
- $h_{1,1}$ Höhe Austritt
- n Anzahl Steigungen
- n_{-1} Anzahl Auftritte
- $h_{zul} = h_x \pm$ Grenzabweichung (Tabelle 8)
- $b_{zul} = b_x \pm$ Grenzabweichung (Tabelle 8)

$$b = b_{2,1} + b_{2,2} + \dots + b_{2,n-1}$$

$$b_x = b/n - 1$$

$$h = h_{1,1} + h_{1,2} + \dots + h_{1,n}$$

$$h_x = h/n$$

11. Festlegen von Toleranzen

Die in den Normen definierten Toleranzen gelten bei den jeweiligen Gewerken als «vorausgesetzte Eigenschaft». Wird eine erhöhte Genauigkeitsstufe verlangt, so ist dies eine «bestellte Eigenschaft» und muss in den Ausschreibungsunterlagen und Verträgen aufgeführt werden. Masse, bei denen eine erhöhte Genauigkeit einzuhalten ist, sind mit der einzuhaltenden Toleranz (d.h. den Grenzabweichungen) zu versehen und in den Plänen einzuzichnen (siehe Beispiel unten). Zudem sind die Genauigkeitsklassen der Messmittel festzulegen.

1000	+1 -3
------	----------