

Masstoleranzen und Ebenheit

Das vorliegende Merkblatt behandelt die Anforderungen an die Masstoleranzen von Estrich- und Bodenbelagsarbeiten. Zudem werden die unerlässlichen Kontrollen erläutert, die der Estrichleger vor der Ausführung seiner Arbeiten am Untergrund vornehmen muss.

In der Folge werden sämtliche ausführenden Unternehmer wie Industrieboden und Estrichleger mit «ausführender Unternehmer» bezeichnet.

Für den Industrieboden- und Estrichleger sind in der Regel die Flächen- und Längenmasse des zu verlegenden Estrichs durch die raumumgebenden Wände vorgegeben. Eine Kontrolle der Längen- und Breitenmasse der Bodenflächen entfällt daher in den meisten Fällen. Nicht verzichten kann der ausführende Unternehmer aber auf die Prüfung des Untergrunds hinsichtlich Höhenlage, Ebenheit und Gefälle. Im Weiteren sind auch die korrekte Lage und die Gradlinigkeit von Fugen im Untergrund zu prüfen, die im Estrich übernommen werden müssen.

Inhalt

| | |
|--|----|
| 1. Normenübersicht | 2 |
| 2. Sachlage | 2 |
| 3. Abweichungen | 3 |
| 4. Toleranzen | 3 |
| 5. Kontrolle vor Beginn der Estricharbeiten..... | 4 |
| 6. Höhenkote und Anschlusslage | 4 |
| 6.1 Höhenkote und Anschlusslage des Untergrunds..... | 4 |
| 6.2 Höhenkote und Anschlusslage des Estrichs..... | 4 |
| 7. Ebenheit des Untergrunds und des Estrichs | 6 |
| 8. Anforderungen an die Ebenheit | 7 |
| 8.1 Untergrund..... | 7 |
| 8.2 Schwimmende Estriche..... | 7 |
| 8.3 Verbundestriche und Bodenbeläge im Verbund | 8 |
| 8.4 Monobeton | 8 |
| 9. Messung der Aufwölbung und der Rückverformung | 9 |
| 10. Winkelabweichung..... | 10 |
| 11. Grenzwerte für Treppen..... | 10 |
| 12. Festlegen von Toleranzen | 11 |

1. Normenübersicht

Folgende Normen behandeln die Masstoleranzen für Estriche und Bodenbeläge:

- 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 der Norm SIA 414/1:2016 sind die Begriffe und Grundsätze für die Masstoleranzen festgelegt. Sie unterscheidet normale Anforderungen und erhöhte Anforderungen an die Masstoleranzen. Die normalen Anforderungen an die Masstoleranzen sind in der Norm SIA 414/2:2016 in Tabellen definiert.

Erhöhte Anforderungen an die Masstoleranzen sind auszuschreiben, speziell im Werkvertrag zu vereinbaren und in den Ausführungsplänen aufzuführen. Dazu wird auf die PAVIDENSA Empfehlung 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*» verwiesen. Erhöhte Anforderungen an die Masstoleranzen erfordern in der Regel kostenrelevante Massnahmen wie Spachteln oder Schleifen, die vergütet werden müssen.

Fachspezifische Anforderungen sind in den Normen SIA 251: 2008 «*Schwimmende Estriche im Innenbereich*» und SIA 252: 2012 «*Bodenbeläge aus Zement, Magnesia, Kunstharz und Bitumen*» enthalten. Sie behandeln die speziellen Eigenschaften der Estriche und Beläge hinsichtlich der Masstoleranzen. Insbesondere werden die zulässigen Abweichungen infolge von materialbedingten Verformungen, wie zum Beispiel das «Schüsseln und Rückschüsseln» von Zementestrichen, behandelt.

2. Sachlage

In den Planunterlagen sind die Längen und Breiten, Abstände, Höhen, Schichtdicken und Koten aller Bauteile und Einlagen vermessen. Diese im Plan eingetragene Masse sind sogenannte Nennmasse. Beim Einmessen und bei der Herstellung und Montage von Bauteilen sind aus material- und arbeitstechnischen Gründen Abweichungen von den geplanten Nennmassen unvermeidlich. Diese Abweichungen müssen innerhalb einer festgelegten Toleranz liegen. Die Toleranzen sind in der Regel abhängig von der Messlänge. Sie sind mit zunehmender Abmessung grösser. In den Normen sind diese Toleranzen für normale Anforderungen in Tabellen in Abhängigkeit der Messlängen definiert.

Die Tabellen in der Norm SIA 414/2:2016 berücksichtigen weder temperatur- noch feuchtigkeitsbedingte Verformungen. Ebenso wenig sind elastische, kriech- und schwindbedingte Massänderungen einbezogen. Diese Verformungen müssen je nach Situation bei der Ermittlung der zulässigen Toleranzen aufgerechnet werden.

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.

Zu beachten ist, dass bei minimalen Massen – beispielsweise bei Gefällen – keine Toleranzen zugerechnet werden dürfen. Die Normen verlangen in der Regel minimale Gefälle. Ein minimales Gefälle kann nur eingehalten werden, wenn die Planmasse die zulässigen Toleranzen berücksichtigen oder erhöhte Anforderungen an die Koten gestellt werden, welche die Gefälle definieren.

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 der Schichtdicke
- Abweichungen wegen materialbedingten Verformungen

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 414/1:2016 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 Ist-Mass bezeichnet. Die Abweichung ist das Mass zwischen dem Ist-Mass 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 Nennmass gebunden, das im Plan eingetragen ist oder abgeleitet werden kann; 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. Kontrolle vor Beginn der Estricharbeiten

Der ausführende Unternehmer muss vor Beginn seiner Arbeit den Untergrund und die Vorgaben prüfen:

- Liegt ein Grundrissplan mit eingetragenen Unebenheiten im Untergrund, die ausserhalb der Toleranzen liegen, vor?
- Sind vorhandene Meterrisse übereinstimmend?
- Liegt der Untergrund innerhalb der zulässigen Toleranz des Meterrisses?
- Ist der Untergrund ausreichend eben?
- Entspricht die Höhenlage des Untergrunds und der Anschlussbauteile den Anforderungen, die für die werkvertraglich festgelegte Einbaudicke des Belags oder Estrichs erforderlich sind?
- Ist sichergestellt, dass der Estrich oder Belag in einer gleichmässigen Dicke eingebaut werden kann?
- Sind die vorgegebenen minimalen Gefälle im Untergrund vorhanden?

6. Höhenkote und Anschlusslage

6.1 Höhenkote und Anschlusslage des Untergrunds

Die Höhenlage eines ebenen Untergrunds ist die Mittelebene zwischen dem tiefsten und dem höchsten Punkt. Die Abweichung der Mittelebene ergibt sich ausgehend vom Meterriss, der in der Regel im Treppenhaus durch den Geometer bestimmt wird. Die Mittelebene eines ebenen oder geneigten Untergrunds darf maximal ± 10 mm vom Meterriss abweichen. Die Kontrolle der Höhenlage erfolgt mit Hilfe eines Baulasers oder eines Nivelliergeräts. Ist der Untergrund im Gefälle eingebaut, wird das mittlere Gefälle analog zur Mittelebene einer ebenen Fläche ermittelt.

In vielen Fällen befinden sich Anschlüsse wie Türen, Liftbauten oder Treppenanlagen, die im Estrich und Bodenbelag höhengenaue übernommen werden müssen, ausserhalb der Mittelebene. In solchen Fällen sind die Prioritäten hinsichtlich der Anschlusshöhe und der Winkelgenauigkeit mit der Bauleitung zu klären. In der Regel muss die Lage des geplanten Bodenbelags an die höhengenaue Anschlüsse ausgelegt werden. Unter Umständen sind infolge der Anpassungen grössere Winkelabweichungen der Estrich- und Belagsoberfläche in Kauf zu nehmen (Abb. 2). Der Folgeunternehmer muss derartige Abweichungen unbedingt der Bauleitung melden und den Untergrund abmahnen, wenn der Estrich die Anforderungen an die Toleranzen überschreitet.

Der Folgeunternehmer ist verpflichtet, die Höhenkote und die Anschlusslage am Untergrund zu prüfen. Ist eine ordentliche Ausführung des Estrichs wegen zu grosser Abweichungen der Toleranzen nicht möglich, muss der Folgeunternehmer den Untergrund ordentlich abmahnen (siehe Empfehlung PAVIDENSA PAV-01 «Haftungsbefreiung durch Abmahnen»). Im Weiteren ist auch die Ebenheit des Untergrunds zu überprüfen (siehe Punkt 7).

6.2 Höhenkote und Anschlusslage des Estrichs

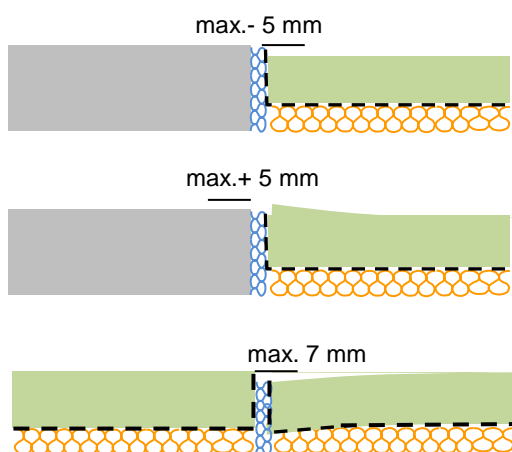
Die Höhenkote für Estriche und Bodenbeläge wird durch die Lage der Anschlussbauteile und des Meterrisses festgelegt. Der Meterriss ist an den Wänden, Türen oder Stützen möglichst an den im Bauplan angegebenen Koten zu versichern. Die maximale Massabweichung zum

Meterriss darf ± 5 mm betragen. Die Kontrolle der Höhenkoten erfolgt mit Hilfe eines Baulasers oder eines Nivelliergeräts an den in den Plänen angegebenen Koten.
Die effektive Höhenlage des Estrichs ist die Mittelebene zwischen dem höchsten und dem tiefsten Punkt auf dem Estrich.

Gemäss Norm SIA 251:2008 «Schwimmende Estriche im Innenbereich» (Ziffer 5.8.4) darf der Versatz bei höhengleichen Anschlüssen und ebenen Durchgängen maximal ± 5 mm betragen. Zudem dürfen bei zementgebundenen Estrichen die Abweichungen an Randstellen und Fugen, welche durch die zulässigen materialbedingten Verformungen auftreten, in Abzug gebracht werden. In der Praxis hat sich gezeigt, dass erhöhte Anforderungen an die Toleranzen notwendig sind.

Es empfiehlt sich, ebene Belagsanschlüsse höhengenaue auszuführen. Es ist anzustreben, dass der mittlere Versatz maximal 2 mm beträgt, wobei die geplante Dicke der anschliessenden Bodenbeläge einzurechnen ist. Dies ist in der Planung zu berücksichtigen, auszu-schreiben und im Werkvertrag festzuhalten.

Beispiele

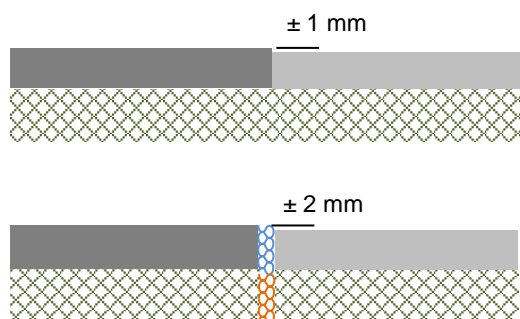


Schwimmende Estriche sind höhengleich bis maximal 5 mm tiefer an Verbundestriche, Treppen, Hebe-/Schiebetüren, Bodenkanäle u. ä. anzuschliessen.

Die maximale Schüsselung von belegreifen Zementestrichen darf max. 5 mm betragen (siehe auch Punkt 9).

Die maximale Rückverformung von Zementestrichen darf nach 2 bis 3 Jahren 7 mm nicht übersteigen. Bei CA- und CAF-Estrichen darf die maximale Rückverformung max. 2 mm betragen.

Verbundestriche:



Etappenfuge und Anschlüsse an bestehende Beläge: Der Mittelwert des Versatzes darf an zehn zufällig gemessenen Stellen 1 mm nicht übersteigen.

Anschlüsse an Fugen mit oder ohne Fugenprofile: Der Mittelwert des Versatzes darf an zehn zufällig gemessenen Stellen 2 mm nicht übersteigen.

Abb. 1: Zulässige Abweichungen von ebenen Bodenanschlüssen

Zwischen zwei Bodenanschlüssen, die höhengenuau übernommen werden müssen, werden in ungünstigen Fällen die Winkelabweichungen der Estrichoberfläche zu gross ausfallen (Abb. 2). In solchen Fällen ist die Bauleitung resp. der Besteller (Bauherr) zu informieren, um das weitere Vorgehen festzulegen.

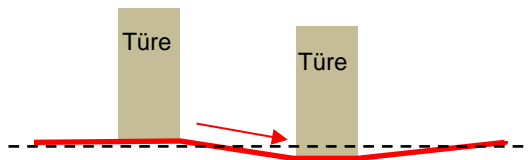
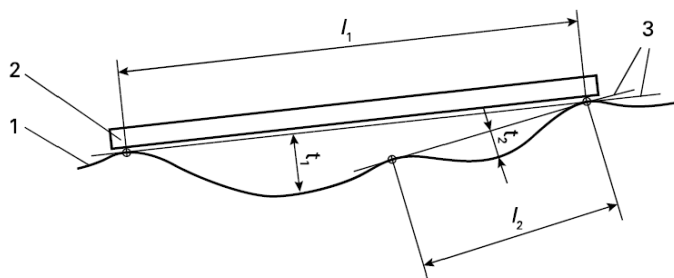


Abb. 2: Grosse Winkelabweichung zwischen zwei Türen

7. Ebenheit des Untergrunds und des Estrichs



- 1 Istfläche
- 2 Messlatte
- 3 Fluchtgerade der Messlatte
- l_1, l_2 Messpunkt Abstand
- t_1, t_2 Stichmass

Abb. 3: Messanordnung



Abb. 4: Unzulässige Messanordnung

Die Ebenheit wird durch Einzelmessungen mit einer Messlatte oder durch Messen der Abstände zwischen beliebig angeordneten Messpunkten und einer Bezugsfläche geprüft, wobei die Messanordnung über Fugen und Anschlüsse nicht gestattet ist. Bei der Einzelmessung wird die Messlatte auf zwei Hochpunkte in der Prüffläche aufgelegt und das Stichmass an der tiefsten Stelle bestimmt (Abb. 3). Der Abstand der beiden Hochpunkte ist die zum maximalen Stichmass zugehörige Messdistanz, wobei zwischen den Messdistanzen nicht interpoliert wird. Die Grenzwerte für die Ebenheits-

abweichung müssen für alle Messdistanzen zwischen frei gewählten Hochpunkten eingehalten sein. In der Regel reichen Messungen unter einer 2 m langen Latte bei kleinen Flächen zur Überprüfung der Ebenheit aus. Auf grossen Flächen hat sich die 4 m Latte bewährt. Das Stichmass kann schnell und einfach mit einem Messkeil, an dem die maximal zulässigen Toleranzen markiert sind, durchgeführt werden. Zu beachten ist, dass die häufig angewendete Messanordnung nach Abb. 4 nicht zulässig ist.

Zur Bestimmung der Ebenheit können Anfangs- und Endpunkte der Messungen frei gewählt werden (Abb. 5). Bei schwimmenden Zementestrichen müssen laut Norm SIA 251:2008 die Anfangs- und Endpunkte wegen der Aufwölbung der Ecken und Ränder 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 (Abb. 6).

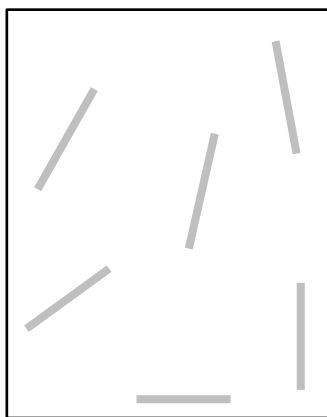


Abb. 5

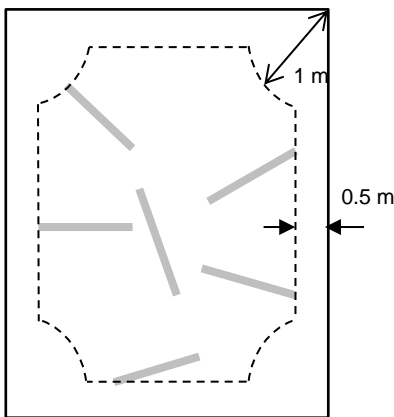


Abb. 6

8. Anforderungen an die Ebenheit

8.1 Untergrund

Die zulässigen Ebenheiten an den Untergrund sind in der Norm SIA 414/2:2016 folgendermassen definiert:

| Bezug | Stichmasse als Grenzwerte in mm bei Messpunktabständen in m | | | |
|---|---|---------|---------|---------|
| | ≤ 0,4 m | ≤ 1,0 m | ≤ 2,0 m | ≤ 4,0 m |
| Oberseiten von Decken, Untergründen, z.B. Beton zur Aufnahme von Abdichtungssystemen mit Verbund, schwimmenden Estrichen, Industrieböden, Plattenbelägen, Verbundestrichen. | 3 mm | 4 mm | 6 mm | 9 mm |

Tabelle 1: Grenzwerte für Ebenheitsabweichungen für den Untergrund

Gemäss Ziffer 5.1.1 der Norm SIA 251:2008 «Schwimmende Estriche im Innenbereich» sind Abweichungen des Untergrunds von der zulässigen Toleranz in einem Grundrissplan einzutragen. Ausserhalb der Toleranz liegende Flächen sind zu korrigieren. Insbesondere sind punktförmige Erhebungen abzutragen. Bei schwimmenden Estrichen mit einer Nenndicke ≤ 50 mm sind erhöhte Anforderungen an die Ebenheit des Untergrunds zu stellen. Die erhöhten Anforderungen sind bei Betonbauten in den Schalungsplänen einzutragen.

8.2 Schwimmende Estriche

Für die Ebenheit der Oberfläche von schwimmenden Estrichen gelten gemäss Norm SIA 251:2008 resp. Norm SIA 414/2:2016 die in Tabelle 2 zulässigen Abweichungen für Zementestriche innerhalb der durch die Randaufwölbungen eingeschränkten Flächen (Abb. 6) und für die übrigen Estriche auf der ganzen Fläche (Abb. 5):

| Bezug | Stichmasse als Grenzwerte in mm bei Messpunkt- abständen in m | | | | |
|----------------------------|--|-------|-------|-------|--------|
| | 0,4 m | 1,0 m | 2,0 m | 4,0 m | 10,0 m |
| Zulässige Abweichung in mm | 1 mm | 2 mm | 3 mm | 4 mm | 5 mm |

Tabelle 2: Ebenheits-Anforderungen für schwimmende Estriche (ohne Randaufwölbung bei Zementestrichen)

In der Norm SIA 414/2:2016 sind dieselben Anforderungen für Estriche zur Aufnahme von Bodenbelägen festgelegt. Anforderungen für die Messdistanz von 10 m fehlen.

8.3 Verbundestriche und Bodenbeläge im Verbund

Gemäss Norm SIA 414/2:2016 gelten für flächenfertige Böden sowie gespachtelte und geklebte Beläge dieselben Anforderungen an die Ebenheit wie für schwimmende Estriche (Tabelle 2).

Die Norm SIA 252:2012 legt für die Anforderungen an die Ebenheit für Hartbeton, für Zement- und für Kunstharzbeläge einheitliche Toleranzwerte fest:

| Bezug | Stichmasse als Grenzwerte in mm bei Messpunktabständen in m | | |
|----------------------------|--|-------|-------|
| | 1,0 m | 2,0 m | 4,0 m |
| Zulässige Abweichung in mm | 2 mm | 3 mm | 4 mm |

Tabelle 3: Ebenheits-Anforderungen für Hartbeton, Zement-Kunstharz und Kunstharzbeläge

Für Magnesia gebundene Beläge sowie für Gussasphaltbeläge gelten gemäss SIA 252:2012 folgende zulässige Abweichungen:

| Bezug | Stichmasse als Grenzwerte in mm bei Messpunktabständen in m | | |
|----------------------------|--|-------|-------|
| | 1,0 m | 2,0 m | 4,0 m |
| Zulässige Abweichung in mm | 3 mm | 4 mm | 6 mm |

Tabelle 4: Ebenheits-Anforderungen für Gussasphalt- und Magnesiabeläge

In der Norm SIA 414/2:2016 wird für alle Beläge eine zulässige Abweichung von 1 mm bei einer Messdistanz ≤ 0.4 m verlangt. Zudem beträgt die Anforderung für Gussasphalt 5 mm auf einer Messdistanz von 4.0 m.

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.

8.4 Monobeton

Die Norm SIA 414/2:2016 legt die Anforderungen an die Ebenheit für Monobeton als Konstruktionsbeton und als Überbeton folgendermassen fest:

| Bezug | Stichmasse als Grenzwerte in mm bei Messpunktabständen in m | | | |
|--|---|---------|---------|---------|
| | ≤ 0,4 m | ≤ 1,0 m | ≤ 2,0 m | ≤ 4,0 m |
| Flächenfertiger Konstruktionsbeton (Monobeton), z.B. Einstellhallen | 3 mm | 4 mm | 6 mm | 9 mm |
| Flächenfertiger Beton als Nutzbelag, z.B. Monobeton als Überbeton, Verbunddecken | 2 mm | 3 mm | 4 mm | 6 mm |

Tabelle 5: Grenzwerte für Ebenheitsabweichungen für Konstruktions- und Monobeton

Bei einem flächenfertigen, direkt nutzbaren Konstruktionsbeton als Monobeton wird die ganze Betondicke in einem Herstellungsgang ausgeführt, d.h. mit allen Bewehrungen, Einlagen sowie An- und Abschlüssen. Konstruktionsbetons sind in der Regel mindestens 250 mm dick. Überbetons als direkt nutzbare Flächen werden auf einen vorbetonierten Untergrund oder Elementen aufgetragen. Der Überbeton kann auch zusätzlich bewehrt sein. Die Dicke des Überbetons ist in der Regel kleiner als 150 mm.

Die Anforderungen an die Ebenheiten sind bei Monobeton deutlich weniger streng als für Hartbeton oder Kunstharzbeläge. Der Einsatz von Monobeton muss daher auf die Anforderungen der Nutzung abgestimmt sein. Monobeton hat sich beispielsweise in Einstellgaragen gut bewährt. Zu beachten ist, dass wegen der etwas grösseren Unebenheiten der Wasserabfluss durch ein höheres Gefälle sichergestellt sein muss. Monobeton hat sich als Fertigbelag in Hochregallagern oder Speditionen, die zügig mit Staplerfahrzeugen befahren werden, als ungeeignet erwiesen. Die Oberflächen müssen für erhöhte Anforderungen nachbearbeitet werden, z.B. durch höhengenaues Schleifen.

9. Messung der Aufwölbung und der Rückverformung

Bei schwimmenden Zementestrichen wölben sich die Ecken und Ränder infolge der einseitigen Trocknung des Mörtels konkav. Die Aufwölbung bei zementgebundenen Estrichen darf gemäss Norm SIA 251:2008 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 (Abb. 6). Der maximale freie Abstand zum Estrich wird gemessen. Er darf 5 mm nicht überschreiten. Die Messgenauigkeit beträgt 1 mm.

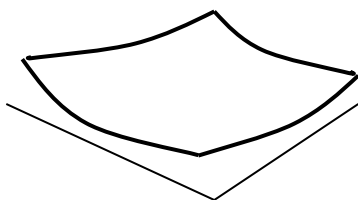


Abb. 7: Aufwölbung und Schüsselung

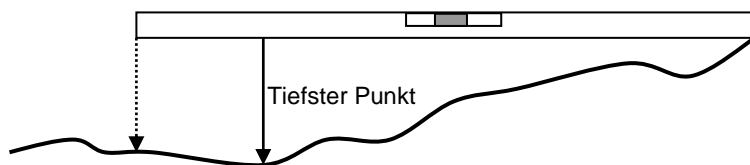


Abb. 8: Messung der Aufwölbung

Die Rückverformung wird bestimmt, indem die Fugenöffnung zwischen Sockelleiste und Bodenbelag gemessen wird. Massgebend ist die Differenz zwischen der maximalen und der minimalen Fugenöffnung (Abb. 7 und Abb. 8). Bei Bewegungsfugen wird die Höhendifferenz zwischen den beiden angrenzenden Belägen gemessen. Die Absenkung wird mit Hilfe von Messkeilen oder Plättchen mit einer Genauigkeit von 1 mm gemessen.

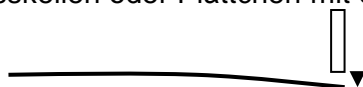


Abb. 9: Minimale Öffnung

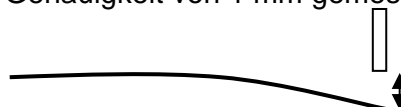


Abb. 10: Maximale Öffnung

Die Messung erfolgt auf 1 mm genau. Die Rückverformungen dürfen maximal 7 mm betragen.

10. Winkelabweichung

In der Norm SIA 414/2:2016 gelten die Anforderungen an die Winkelabweichungen für waagrechte, geneigte und auch senkrechte Flächen gleichermassen. Die Messdistanzen sind an ein im Plan eingetragenes Mass gebunden. Gefälle werden daher durch die im Plan angegebenen Messpunkten und Koten festgelegt.

| Bezug | Stichmasse als Grenzwerte in mm bei Nennmassen in m | | | | | | |
|---|---|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|-------|
| | ≤ 0,4 | > 0,4 ≤ 1,0 | > 0,4 ≤ 2,0 | > 2,0 ≤ 4,0 | > 4,0 ≤ 10,0 | > 10,0 ≤ 20,0 | > 20 |
| Vertikale, horizontale und geneigte Flächen | 4 mm | 6 mm | 8 mm | 10 mm | 16 mm | 20 mm | 24 mm |

Tabelle 6: Grenzwerte für Winkelabweichungen

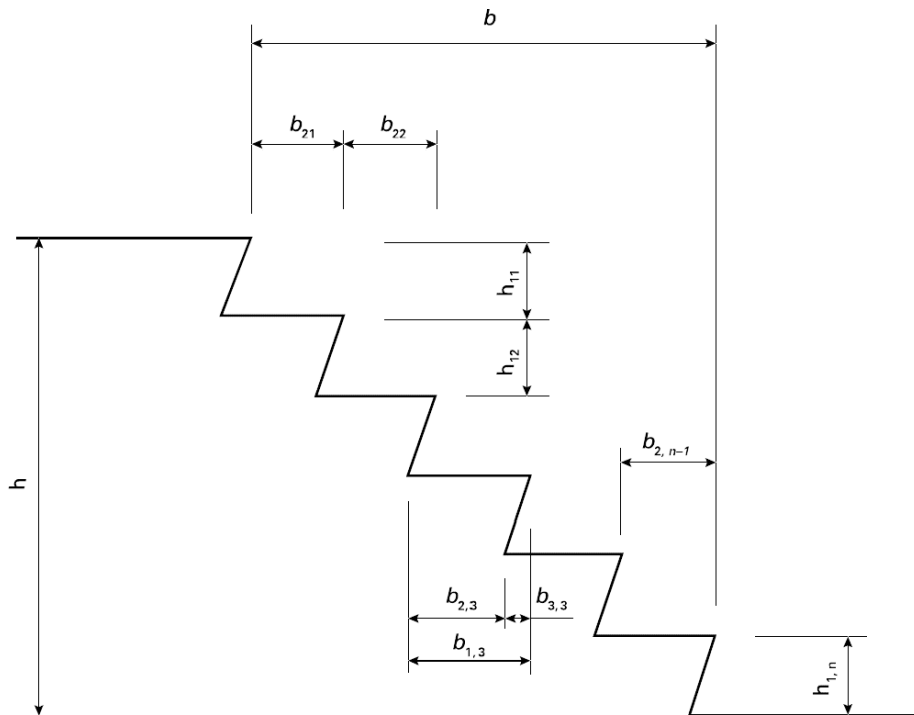
Die Normen legen normalerweise die Minimalgefälle in Prozent fest. Grundsätzlich sind Minimalanforderungen einzuhalten. Um die Minimalanforderungen zu erreichen, ist die zulässige Toleranz in den Planunterlagen einzurechnen. Allenfalls sind auch die elastischen und plastischen Verformungen infolge Kriechen und Schwinden zu berücksichtigen. Dies gilt insbesondere auf Terrassen und begehbaren Dächern, wo die Entwässerungen in der Regel im Bereich von Stützen und tragenden Wänden angeordnet sind.

11. Grenzwerte für Treppen

Für Treppen mit einer Auftritttiefe ≤ 0.40 m gelten die Grenzabweichungen der Tabelle 7 der Norm SIA 414/2. Für die Bewertung der Grenzabweichungen nach Tabelle 7 wird das am Bau bestimmte mittlere Steigungsmass aus der Höhendifferenz zwischen den Podesten ermittelt.

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

Tabelle 7: Grenzwerte bei Treppenstufen



- 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

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

$$b_x = b/n - 1$$

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

$$h_x = h/n$$

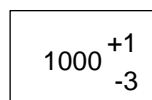
$$h_{zul} = h_x \pm \text{Grenzabweichung (Tabelle 7)}$$

$$b_{zul} = b_x \pm \text{Grenzabweichung (Tabelle 7)}$$

Abb. 11: Bezeichnungen

12. 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 einzuzeichnen (siehe Beispiel unten). Zudem sind die Genauigkeitsklassen der Messmittel festzulegen.



Haftungsausschluss

PAVIDENSA ist darum bemüht, dass die Informationen auf den Empfehlungen korrekt sind. Sie beziehen sich auf Normalfälle und beruhen auf den Kenntnissen und Erfahrungen der PAVIDENSA-Fachgruppenmitglieder. PAVIDENSA kann aber keine Gewähr bezüglich ihrer Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit oder Eignung gewähren. PAVIDENSA schliesst die eigene Haftung und sonstige Verantwortung für allfällige Fehler oder Unterlassungen sowie für die Folgen der Benutzung der Empfehlungen aus.