

Verwölbungen von Zementestrichen

Inhalt

1. Sachlage	1
2. Normanforderungen	2
3. Ursachen der Aufwölbungen.....	2
4. Absenken der Aufwölbungen	4
5. Konvexe Verwölbungen.....	6
6. Vermeiden von Verwölbungen	6
7. Verantwortlichkeiten	7
8. Massnahmen bei Aufwölbungen	7
9. Aufwölbungen im Zusammenspiel mit abzudichtenden Innenräumen	7

1. Sachlage

Schwimmende Estriche aus zementgebundenem Mörtel neigen dazu, sich innerhalb weniger Tage und Wochen nach dem Ausführen entlang den Fugen, Rändern und insbesondere in den Ecken aufzuwölben. Dieser Vorgang – auch als „Schüsseln“ bezeichnet – findet oft unbemerkt statt, da sich die Estriche im Idealfall nur wenige Millimeter aufwölben. Trotzdem können bei Fertigestrichen schon kleine Versätze infolge von ungleichmässigen Verwölbungen entlang von Fugen problematische Stolperfallen bilden.

An den Ecken und Rändern der Estriche werden die Auswirkungen des „Schüsseln“ meist erst nach ein bis zwei Jahre ersichtlich, wenn sich der Bodenbelag entlang den Wandanschlüssen und Ecken absenkt. Typisch für diese Erscheinung sind optische und technische Beeinträchtigungen durch das Ablösen der Fugendichtungsmassen zwischen Wandsockel und Bodenbelag, vergrösserte Schattenfugen oder auch beschädigte Abdichtungen und Fugenbändern im Nassbereich. Durch das Absenken des Estrichs öffnen sich die Fugen zwischen Belag und Sockel unabhängig von der Raumgrösse um 3 bis 5 mm, manchmal auch bis zu 7 mm und mehr (Abb. 1).



Abbildung 1: Ablösen des Bodenbelags vom Wandsockel.

Wird eine lange Latte im rechten Winkel gegen die Wände gerichtet, stellt man fest, dass der Bodenbelag entlang den Rändern tiefer liegt als innerhalb der Flächen. Auf grösseren, rechteckigen Flächen sind hin und wieder auch mitten durch den Raum verlaufende wellenförmige Absenkungen vorhanden (Abb. 2), die in aller Regel mit einer sichtbaren Rissbildung einhergehen. Die Absenkungen sind bei Naturstein- und keramischen Plattenbelägen besonders augenfällig und werden bei diesen Belägen auch häufig beanstandet. Sie sind aber gleichermassen bei allen anderen Belagsarten, so auch

bei Parkett und textilen Belägen vorhanden, fallen aber weniger auf, da bei diesen Belagsarten auf Fugendichtungsmassen entlang den Wandanschlüssen verzichtet wird.

Das Ausmass der Absenkung ist unabhängig von der Belastung. Die Absenkungen bei unbelasteten Raumecken und entlang von freien Wandanschlüssen sind deshalb etwa gleich gross wie bei Bodenrändern, die mit Möbeln belastet werden.

Absenkungen sind ausserdem bei allen Arten von Dämmschichten festzustellen. Bei weichen und deformierbaren Dämmschichten – beispielsweise bei elastifizierten Schaumstoffen und Mineralfaserplatten – sind die Absenkungen in der Regel etwas grösser als bei druckfesten Dämmmaterialien. Estriche, die im Winterhalbjahr ausgeführt werden, neigen in der Regel zu grösseren Absenkungen. Ebenfalls ausgeprägter sind die Absenkungen bei Zementestrichen mit höheren Mörtelfestigkeiten.



Abbildung 2: Einsenkung im mittleren Drittel der Estrichfläche ca. 7mm. Im Plattenbelag ist die Einsenkung im Streiflicht zu erkennen. Die auf Druck beanspruchten Plattenoberflächen sind jedoch (noch) nicht gerissen.



Abbildung 2: Einsenkung mit Riss im Natursteinplattenbelag im mittleren Drittel der Estrichfläche. Der Riss erscheint im Streiflicht über einer leichten Einsenkung. Die durch Druck beanspruchte Oberfläche der Natursteinplatte schiefert auf.

2. Normanforderungen

Die Norm SIA 251 «Schwimmende Estriche im Innenbereich» lässt Verformungen entlang den Wandanschlüssen und Fugen zu. Die maximale Aufwölbung wird begrenzt auf 5 mm und die maximale Rückverformung auf 7 mm. Dabei ist die Eindrückung der Trittschall- und Wärmedämmung nicht eingerechnet. In der Norm SIA 251 ist auch das Messverfahren zur Ermittlung der Aufwölbungen und Absenkungen aufgeführt (siehe auch Pavidensa PAV-E 06).

Bei abzudichtenden Flächen im Innenbereich gelten erhöhte Anforderungen. Hier ist die Norm SIA 271/1 anzuwenden. Die maximal zu erwartende Bewegung des Gesamtaufbaus darf das Mass von 2 mm nicht übersteigen.

3. Ursachen der Aufwölbungen

Folgende material- und verarbeitungstechnische Faktoren beeinflussen die Verformungen:

- Schwindmass und Schwindverhalten des Bindemittels
- Art und Korngrössenverteilung der Gesteinskörner
- Wasserzugabe (Wasser-Zement-Faktor)
- Verdichten und Glätten
- Ausbildung und Verlauf der Fugen
- Art des Belagsmaterials
- Restschwindmass nach dem Verlegen des Belags.

Im Weiteren bestimmen auch raumklimatische Faktoren das Verwölungsverhalten des Estrichs:

- Relative Luftfeuchtigkeit (Winter oder Sommer)
- Luftzirkulation
- Temperatur
- Betrieb der Fussbodenheizung.

Basierend auf verschiedenen Laboruntersuchungen, Verformungsberechnungen, Beobachtungen und Messungen beeinflussen die folgenden Faktoren das Verwölungsverhalten von schwimmenden Zementestrichen entscheidend:

- Der Estrichmörtel schwindet beim Verdunsten des für die Bearbeitung notwendigen Überschusswassers; beim Schwinden zieht sich der Estrich zusammen (Abb. 3).
- Die Austrocknung erfolgt ausschliesslich gegen die Oberfläche des Estrichs; der Mörtel in den oberen Bereichen des Estrichs trocknet viel schneller als in den unteren.
- An den Oberflächen ist der Mörtel in der Regel wesentlich kompakter und reicher an Bindemittel und Wasser als im unteren Teil. Das Schwindmass der meist kompakteren Oberseite ist grösser als dasjenige der Unterseite.
- Wegen der unterschiedlich schnellen Trocknung und dem Schwindunterschied zwischen Ober- und Unterseite des Estrichs verkürzt sich die Oberseite des Estrichs gegenüber der Unterseite schneller und stärker; der Estrich verwölbt sich. Die Ecken und Ränder heben sich ab. Die Verformungen bilden sich sphärisch, zylindrisch oder bei grösseren Seitenverhältnissen auch doppelt sphärisch aus (Abb. 4).
- Bei weicheren Dämmschichten mit grossen Deformationen ist die Wölbverformung etwas grösser als bei harten mit geringer Eindrückung. Der Unterschied kann etwa 2 mm bis 3 mm ausmachen.
- Je höher der Elastizitätsmodul ist, umso grösser sind die Aufwölbungen. Dies bedeutet, dass besonders feste und kompakte Estriche eine entsprechend grössere Aufwölbung aufweisen können als solche mit geringen Festigkeiten und einem sehr porenreichen, weichen Gefüge.
- Intensive und beschleunigende Trocknungsmassnahmen unter Einsatz der Fussbodenheizung, mit Hilfe einer aktiven Luftentfeuchtung sowie Luftventilation führen zu einem deutlich grösseren Feuchtigkeitsgefälle zwischen Ober- und Unterseite des Estrichs und zu entsprechend grossen Aufwölbungen.
- Markant grössere Verwölbungen sind an Estrichen festzustellen, die im Winterhalbjahr ausgeführt werden. Durch die Beheizung im Winter sinkt die relative Luftfeuchtigkeit und die Trocknung des Estrichs wird beschleunigt.

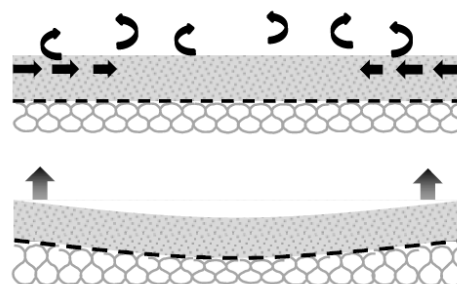
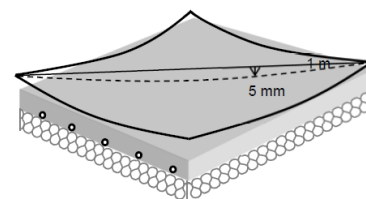
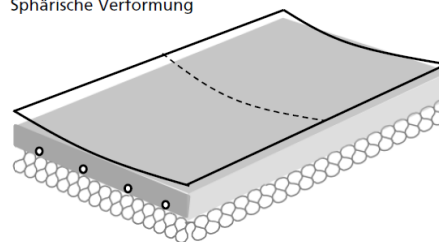


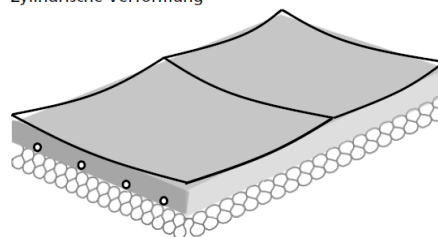
Abbildung 3: Schwinden



Sphärische Verformung



Zylindrische Verformung



Doppelt sphärische Verformung mit Riss

Abbildung 4: Arten der Verformung

4. Absenken der Aufwölbungen

Etwa 2 bis 8 Wochen nach dem Einbringen ist der Mörtel des Estrichs zum grössten Teil ausgetrocknet und die Schwindverformungen sind weitgehend abgeschlossen. Die Verwölbungen haben nun das Maximum erreicht. In dieser Zeit werden in der Regel die Bodenbeläge auf die verformten Estriche verlegt.

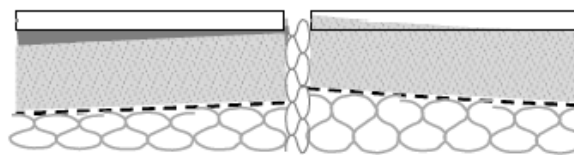


Abbildung 5: Spachteln und Schleifen

Um den Bodenbelag horizontal und eben verlegen zu können, werden die Oberflächen von ungleich aufgewölbten Fugenrändern entlang von Bewegungsfugen meistens durch Abschleifen ausgeglichen (Abb. 5). Bei «Wellentälern» innerhalb der Flächen sorgen Spachtelungen oder grössere Klebemörteldicken unmerklich für einen Höhenausgleich von bis zu 5 mm.

Bei Plattenbelägen reduzieren sich die Aufwölbungen wenige Stunden nach dem Verlegen um wenige Millimeter, da die Oberfläche des Estrichs durch die Feuchtigkeitseinwirkung aus dem Klebemörtel etwas aufquellen kann. Das vorgängige Applizieren von feuchten Matten oder einer wässerigen Grundierung kann diesen Effekt bereits vor der Belagsverlegung begünstigen. Bei den übrigen Belagsarten ist keine oder nur eine geringfügige Absenkung unmittelbar nach dem Verlegen zu erwarten. Die restliche Aufwölbung der Ränder und Ecken des Estrichs bilden sich danach nur noch sehr langsam zurück. Verantwortlich für die Rückverformung ist einerseits der Feuchtigkeits- und Schwindausgleich zwischen Ober- und Unterseite des Estrichs und andererseits die als «Kriechen» bekannte plastische Verformung des Mörtels. Als treibende Kraft für das «Kriechen» reicht das Eigengewicht des aufgewölbten Teils des Estrichs aus. Zusätzliche Lasten beschleunigen das Absenken. Etwa zwei Jahre nach dem Einbau des Estrichs sind die Rückverformungen mehrheitlich, nach drei Jahren vollständig abgeschlossen. Sie sind an den Ecken und manchmal auch in den Wandmitten am grössten und können in ungünstigen Fällen das zulässige Mass von 7 mm sogar überschreiten.

Durch den Umstand, dass der Bodenbelag «eben» verlegt wird, zeigen sich die Rückverformungen entlang den Rändern und Fugen visuell als ungleichmässige Absenkungen (Abb. 6 und 7). Die an den Wandanschlüssen dreieckförmig ausgebildeten Fugendichtungsmassen können Deformationen von kaum mehr als 1 mm aufnehmen. Sie reißen bei grösseren Fugenöffnungen vom Belag oder Sockel ab. Die ungleichmässig weit geöffneten Schattenfugen zwischen Boden und Wand fallen dann sofort auf.



Abbildung 6

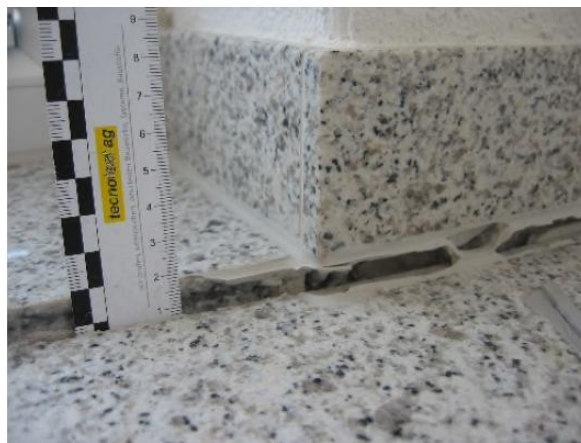


Abbildung 7

Absenkungen entlang den Fugen verursachen Überzähne, die Stolperfallen sein können (Abb. 8).

Starre Beläge aus gebrannten Materialien oder Natursteinen behindern das Schwinden des Estrichs. Dadurch entstehen zusätzliche Absenkungen, die je nach Restschwindmass mehrere Millimeter betragen können (Abb. 9). Sie müssen zu den Rückverformungen der Aufwölbungen hinzugerechnet werden. Die Verformungen bilden sich wie beim Schüsseln sphärisch, zylindrisch oder doppelt sphärisch aus (Abb. 10). In Estrichen mit einem Seitenverhältnis über 1 zu 1.5 bilden sich oft Risse im mittleren Drittel der längeren Seite und unterteilen den Estrich in kleinere Flächen.



Abbildung 8: Stolperfalle vor Lift infolge Absenkung des Estrichs.

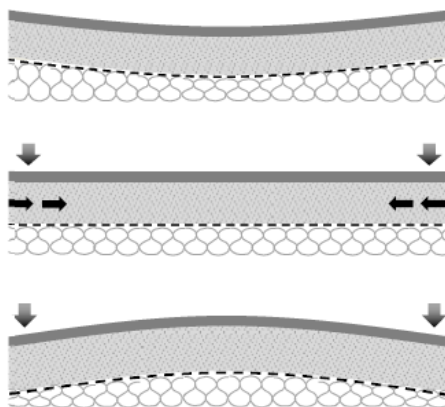
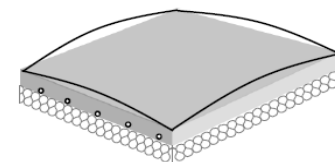
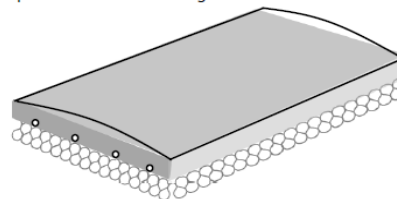


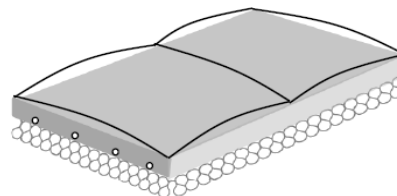
Abbildung 9: Konvexe Verwölbung bei starren Bodenbelägen



Sphärische Rückverformung



Zylindrische Rückverformung



Rückverformung mit querlaufendem Riss

Abbildung 10: Konvexe Verformung



Übermässig grosse Absenkungen bilden sich, wenn die Dämmschicht infolge Feuchtigkeitseinwirkung zerfällt (Abb. 11).

Abbildung 11: Mineralische Dämmstoffe verlieren durch ungewollte Einwirkung von alkalischer Feuchtigkeit die Festigkeit, sie delaminieren und zerfallen langsam vor allem nach Wasserschäden. Die Einsenkungen an den Rändern sind dann meistens übermässig gross.

5. Konvexe Verwölbungen

Wird ein starrer Belag auf einem verhältnismässig jungen, noch unvollständig getrockneten Estrich schubfest geklebt, verformt sich das System Estrich-Plattenbelag infolge des Nachschwindens des Estrichs konvex. Bei konvex verwölbten Estrichen mit Plattenbelägen übertreffen die Randabsenkungen regelmässig 7 mm und sind nicht selten grösser als 10 mm. Infolge der konvexen Verformung hebt sich der Estrich in Feldmitte von der Dämmschicht ab. Die Dämmschicht wird in der Feldmitte entlastet. Entlang den Rändern nehmen die Lasten auf die Dämmung zu, die Dämmschichten werden über das übliche Mass zusammengedrückt. Stark konvex aufgewölbte Estriche brechen in der Regel etwa in Feldmitte ein. Entlang der Einbruchstelle bilden sich Risse und Einsenkungen (Abb. 12).

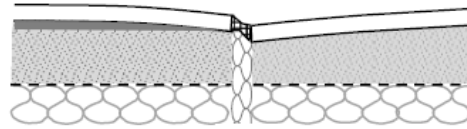


Abbildung 12: Rückverformung der Belagsfuge

6. Vermeiden von Verwölbungen

Die nach Norm SIA 251 „Schwimmende Estriche im Innenbereich“ zugelassenen Toleranzen von 5 mm für das Schüsseln und 7 mm für die Rückverformung sind in Nasszellen, wo wasserdichte Boden-Wandanschlüsse erforderlich sind, wie auch zum Verlegen von grossformatigen Platten- und Parkettbelägen zu gross und nicht mehr praxistauglich. Für diese Anwendung müssen möglichst verformungsstabile Bindemittel für den Estrichmörtel eingesetzt werden (siehe Kapitel 9).

Das Aufwölben und die Rückverformung gründen auf physikalischen Vorgängen, die bei Portlandzement als Bindemittel nicht verhindert werden können. Zum einen muss das Austrocknen der Estriche immer an der Oberfläche erfolgen und andererseits ist der Wasserverlust immer mit Schwindverformungen verbunden. Werden die wesentlichen Faktoren optimal auf ein möglichst geringes Schwinden eingestellt, lassen sich die Verwölbungen einschränken:

- Möglichst gleichmässige Verdichtung des Mörtels über die gesamte Dicke des Estrichs.
- Gesteinskörner mit einer günstigen Sieblinie (0-8 mm) reduzieren den Wasseranspruch.
- Moderate Trocknung des Estrichs in der Anfangsphase.
- Verkleben von starren Belägen auf einem trockenen, belegreifen Estrich.
- Einsatz eines schwindarmen oder schwindkompensierten Bindemittels.

Das Feuchthalten der Oberfläche nach dem Einbringen des Estrichs durch das Auflegen einer PE-Folie während etwa sieben Tagen oder länger, führt leider zu keiner Reduktion der Aufwölbungen. Die Aufwölbungen entstehen in diesem Fall relativ rasch nach dem Wegnehmen der Folie infolge der schnellen Kapillartrocknung. Da das Austrocknen nun bereits am erhärteten Estrich mit einem verhältnismässig hohen Elastizitätsmodul stattfindet, fallen die Aufwölbungen vor allem bei einem festen Mörtel unerwartet gross aus und übertreffen selbst das in der Norm SIA 251 angegebene Mass von 5 mm. Nachbehandlungsmassnahmen sorgen in erster Linie für eine feste und harte Oberflächenschicht, die besonders bei Parkettbelägen wichtig ist. Ein Schutz der frischen Oberfläche ist besonders bei Zugluft erforderlich. Viel effektiver sind ein zurückhaltendes Lüften und eine relative Luftfeuchtigkeit von 70% in den ersten zwei Wochen. Diese Bedingungen werden in der Regel im Sommer ohne besondere Massnahmen erreicht. Im Winter führt die fehlende Lüftung bei reduzierter Raumtemperatur zur Kondenswasser an den Fenstern. Die reduzierte Trocknung während der ersten Tage und Wochen ist zum Erlangen der Belegreife einzurechnen. Eine forcierte Trocknung des Estrichs sollte auf jeden Fall vermieden werden.

7. Verantwortlichkeiten

Der Estrichleger ist dafür verantwortlich, dass der eingebaute Estrich die vertraglich vereinbarten besonderen Eigenschaften – beispielweise eine Belegreife nach 20 Tagen – erfüllt und den technischen Anforderungen der Norm SIA 251:2008 entspricht. Er ist daher auch verpflichtet, der Bauleitung resp. dem Besteller mitzuteilen, welche klimatischen Bedingungen inklusive aktiver Trocknungsmassnahmen nach dem Einbau oder den Herstellerangaben des Estrichmörtels einzuhalten und erforderlich ist, die vereinbarte Belegreife auch zu erreichen.

Im Gegenzug muss die Bauleitung resp. Besteller die vom Unternehmer geforderten Trocknungsbedingungen sicherstellen, kontrollieren und dokumentieren. Neben dem richtig dosierten Lüften, muss die Bauleitung auch den rechtzeitigen und korrekten Einsatz von aktiven Trocknungsmassnahme wie Luftentfeuchtung und Ventilation planen und festlegen.

8. Massnahmen bei Aufwölbungen

Absenkungen sind besonders wegen der Unberechenbarkeit etwas unangenehme Erscheinungen. Eine Voraussage des Ausmasses und der Lage der Absenkungen ist nicht möglich. Berechnungsmethoden zeigen lediglich Tendenzen. Gemäss Norm SIA 251:2008 wird davon ausgegangen, dass Aufwölbungen bis zu 5 mm und Absenkungen bis 7 mm zulässig sind. Absenkungen von 7 mm sind in der Regel gut sichtbar und häufig auch störend. Sie sollten schon in der Planung einkalkuliert werden.

Die einfachste Massnahme ist, auf das frühzeitige Anbringen von Fugendichtungsmassen bei Wandanschlüssen zu verzichten. Die Absenkungen erreichen normalerweise nach etwa drei Jahren das Maximum und das Anbringen der Fugendichtungsmassen ist dann risikolos möglich. Korrekt erstellte Fugen mit einer Breite von 5 mm mit Hinterstopfprofil können in der Regel auch grössere Verformungen aufnehmen als die häufig angetroffenen Fugen mit Dreiseitenhaftung. Günstig sind auch Boden-Wandanschlüsse ohne Sockel. Die Einsenkungen entlang den Rändern sind in der Regel nicht augenfällig. Auch hier hilft eine korrekte Fuge, die Verformungen zu kaschieren.

Die Aufwölbungen können durch Befeuchten der Estrichoberflächen mit nassen Tüchern teilweise rückgängig gemacht werden. Diese Massnahme kann bei besonders heiklen Anschlussbauteilen wie Treppenaufgängen, Türen oder Liftanschlüssen wirkungsvoll eingesetzt werden, wenn Plattenbeläge versetzt werden. Kann damit kein zufriedenstellendes Resultat erreicht werden, müssen die Estriche allenfalls eingeschnitten, gebrochen und wieder verharzt werden.

Auf ein Abschleifen der aufgewölbten Bereiche sollte nach Möglichkeit verzichtet werden, da damit das Problem nicht gelöst, sondern nur zeitlich verschoben wird. Falls ein Abschleifen aus Sicherheitsgründen bei Stolperfällen beispielsweise bei Treppen erforderlich ist, muss vorwiegend die Nenndicke des Estrichs am aufgewölbten Anschluss abgeklärt werden.

9. Aufwölbungen im Zusammenspiel mit abzudichtenden Innenräumen

Die Norm SIA 271/1 «Abdichtungen von Innenräumen» stellt an schwimmende Estrichkonstruktionen in abzudichtenden Innenräumen wesentlich höhere Anforderungen als die Norm SIA 251. Während SIA 251 Aufwölbungen bis 5 mm und Rückverformungen bis 7 mm zulässt (Ziffer 5.8.3), begrenzt SIA 271/1 die maximal zulässige Bewegung des Gesamtaufbaus bestehend aus schwimmendem Estrich einschliesslich Dämmung und Trittschalldämmung, auf 2 mm (Ziffer 2.2.1.4). Massgebende Verformungsursachen sind dabei insbesondere Setzungen, Schwinden, Schüsseln und Rückschüsseln.

Aus dieser Anforderung ergibt sich, dass herkömmliche Zementestriche auf Basis von Portlandzement in abzudichtenden Innenräumen faktisch nicht einsetzbar sind: Das Schüsseln und Rückschüsseln lässt sich mit Portlandzement als Bindemittel physikalisch nicht auf das geforderte Mass beschränken, da es entscheidend von den Bedingungen nach dem Einbau abhängt und nicht allein durch die Rezeptur steuerbar ist. Die Anforderung kann durch den Estrichleger mit einem herkömmlichen Zementestrich nicht sichergestellt werden.

Die nach SIA 271/1 zulässige Zusammendrückbarkeit der Dämmschichten ist auf $d_L - d_B \leq 2$ mm beschränkt (Ziffer 3.1.5). Diese Anforderung ist strenger als diejenige nach SIA 251, Ziffer 2.2.6, welche für Estriche unter starren Belägen eine Zusammendrückbarkeit von maximal 3 mm toleriert. In abzudichtenden Innenräumen sind deshalb ausschliesslich formstabile Dämmstoffe mit nachgewiesener Zusammendrückbarkeit ≤ 2 mm gemäss SN EN ISO 29770 einzusetzen. Gängige Trittschalldämmplatten überschreiten diesen Grenzwert in der Regel und sind in abzudichtenden Innenräumen nicht geeignet.

Für die Wahl des geeigneten Estrichsystems sind die Anwendungsuntergruppen gemäss SIA 271/1, Tabelle 1, massgebend. Für die Anwendungsuntergruppen A4.2 und A4.3 (öffentliche und gewerbliche Nutzung mit hoher bzw. sehr hoher Wasserbelastung) sind feuchtebeständige, schwindkompensierte Spezialzemente (ternäre Systeme) oder Kunstharzbindemittel einzusetzen. Für die Anwendungsuntergruppe A4.1 (häusliche Nutzung und vergleichbare Nutzungen mit mässiger Wasserbelastung) können mit Ausnahme der Bodenfläche im Duschbereich auch Calciumsulfateestriche oder Trockenestriche aus zementgebundenen Leichtbetonbauplatten gemäss Tabelle 3 der SIA 271/1 eingesetzt werden, sofern die Anforderungen nach Ziffer 2.2.1.4 erfüllt sind.

Bei der Planung von Estrichen in abzudichtenden Innenräumen ist die interdisziplinäre Abstimmung zwischen Abdichtungsplaner und Estrichleger unerlässlich. Das Bindemittel, die Trittschalldämmung, die Wärmedämmung und das Abdichtungssystem müssen aufeinander abgestimmt und gemeinsam auf die Einhaltung der maximal zulässigen Bewegung von 2 mm ausgelegt werden. Die Verantwortlichkeiten sind in der Nutzungsvereinbarung gemäss SIA 271/1, Ziffer 1.1.15, 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.