

Lastverteilung nach dem Stand der Technik

von Dipl.-Ing. Wolfgang Limp

veröffentlicht in Fliesen und Platten (Mai/2005) Heft 5; Technik + Forum; Estriche

Der schwimmende Estrich dient in der Regel als lastverteilende Schicht unter Belägen. Hierzu ist in erster Linie eine für den Verwendungszweck ausreichende Tragfähigkeit erforderlich, die sich aus der Dicke und der Festigkeit des Estrichs ergibt. Welche geänderten Anforderungen sich hierbei aufgrund der Neufassung der Estrichnorm DIN 18 560-2 (04.04) ergeben, darüber informiert Sie der folgende Artikel.

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf Zement- und Calciumsulfatestriche, können aber sinngemäß auf Kunstharz- und Magnesiaestriche übertragen werden. Für Gussasphaltestriche sind gesonderte Überlegungen anzustellen.

Wer die Estrichdicke eines schwimmenden Estrichs bemessen möchte, muss Folgendes berücksichtigen:

- geplante Nutzlast (Vorgabe des Bauwerksplaners), gegebenenfalls unter Berücksichtigung dynamischer Belastungen und besonderer Pressungen durch Bereifung von Flurförderfahrzeugen
- Dicke und Festigkeitsklasse des Estrichs
- Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht

Die mittlerweile zurückgezogene DIN 18 560 Teil 2 (05.92) berücksichtigte nur die Beanspruchung eines üblichen Wohnraums und definierte dessen Verkehrslast nach DIN 1055 Teil 3 (06.71) mit maximal 1,5 kN/m². Vorgesehen hierfür war ein Estrich der Festigkeitsklasse E 20, dessen Biegezugfestigkeit in der Bestätigungsprüfung im Mittel mindestens 2,5 N/mm² betragen musste. Die Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht unter Stein- und keramischen Belägen wurde auf fünf Millimeter begrenzt.

Für höhere Verkehrslasten, die aus der mittlerweile ebenfalls zurückgezogenen DIN 1055 Teil 3 (06.71) entnommen werden konnten, mussten die dazugehörigen Estrichendicken aus weiterführender Literatur, wie zum Beispiel „Estrichendicken bei Estrichen auf Dämmschichten im Hochbau ohne nennenswerte Fahrbeanspruchung“ (Werner Schnell, 1990) entnommen oder anhand des ZDB-Merkblatts „Mechanisch hoch belastbare keramische Bodenbeläge“ errechnet werden. Mit Erscheinen der derzeit gültigen DIN 1055-3 (10.02), welche die DIN 1055 Teil 3 (06.71) ersetzt hat, wurden Lastannahmen neu definiert und zum Teil erhöht.

Auszug aus der DIN 1055-3 (10.02)

1 Kategorie		2 Nutzung	3 Beispiele	4 qK kN/m ²	5 Qk kN
A	A1	Spitzböden	Für Wohnzwecke nicht geeigneter, aber zugänglicher Dachraum bis 1,80 m lichter Höhe	1,0	1,0
	A2	Wohn- und Aufenthaltsräume	Räume mit ausreichender Querverteilung der Lasten. Räume und Flure in Wohngebäuden, Bettenräume in Krankenhäusern, Hotelzimmer einschließlich zugehöriger Küchen und Bäder	1,5	-
	A3		wie A2, aber ohne ausreichende Querverteilung der Lasten	2,0	1,0
B	B1	Büroflächen, Arbeitsflächen, Flure	Flure in Bürogebäuden, Büroflächen, Arztpraxen, Stationsräume, Aufenthaltsräume einschließlich der Flure, Kleinviehställe	2,0	2,0
	B2		Flure in Krankenhäusern, Hotels, Altenheimen, Internaten usw.; Küchen u. Behandlungsräume einschließlich Operationsräume ohne schweres Gerät	3,0	3,0
	B3		wie B2, jedoch mit schwerem Gerät	5,0	4,0
C	C1	Räume, Versammlungsräume und Flächen, die der Ansammlung von Personen dienen können (mit Ausnahme von unter A, B, D und E festgelegten Kategorien)	Flächen mit Tischen; z.B. Schulräume, Cafés, Restaurants, Speisesäle, Lesesäle, Empfangsräume	3,0	4,0
	C2		Flächen mit fester Bestuhlung; z.B. Flächen in Kirchen, Theatern oder Kinos, Kongresssäle, Hörsäle, Versammlungsräume, Wartesäle	4,0	4,0
	C3		Frei begehbare Flächen; z.B. Museumsflächen, Ausstellungsflächen usw. und Eingangsbereiche in öffentlichen Gebäuden und Hotels, nicht befahrbare Hofkellerdecken	5,0	4,0
	C4		Sport- und Spielflächen; z.B. Tanzsäle, Sporthallen, Gymnastik- und Kraftsporträume, Bühnen	5,0	7,0
	C5		Flächen für große Menschenansammlungen; z.B. in Gebäuden wie Konzertsäle, Terrassen und Eingangsbereiche sowie Tribünen mit fester Bestuhlung	5,0	4,0



Diese Lastannahmen gelten für ruhende lotrechte Nutzlasten auf Bauteilen und werden in erster Linie vom Tragwerksplaner zur Bemessung herangezogen, zum Beispiel einer Decke. Diese lotrechte Nutzlast enthält nur die aus der Nutzung entstehenden Beanspruchungen.

Aus diesem Grund wurden in der Neufassung der DIN 18 560-2 (04.04) die lotrechten Nutzlasten der DIN 1055-3 (10.02) ohne Abzug übernommen. In den neuen Dämmstoffnormen (DIN EN 13 162 bis 13 171) wurden diese Annahmen ebenfalls berücksichtigt. Die in den Normen enthaltenen Tabellen, in denen die jeweilige erlaubte Zusammendrückbarkeit dargestellt ist, berücksichtigen eine „Nutzlast auf dem Estrich“ von 2,0 kPa bis 5,0 kPa.

In der Neufassung der DIN 1055-3 (10.02) sind neben Flächenlasten jetzt auch Einzellasten aufgeführt. Mit Hilfe dieser Einzellasten können erforderliche Estrichendicken in Abhängigkeit von der Biegezugfestigkeit des Estrichs ermittelt werden, zum Beispiel nach dem Verfahren nach Westergaart.

Maßgebend für die Bemessung eines Estrichs ist immer der ungünstigste Lastfall. Eine Flächenlast von 3 kN/m² entspricht etwa zwölf Zementsäcken je Quadratmeter. Diese Belastung stellt in der Regel auch für einen üblichen Wohnbau-Estrich kein Problem dar, der eigentlich für eine geringere Flächenlast bemessen wurde. Deshalb wird die lotrechte Nutzlast rechnerisch auf den Plattenrand beziehungsweise die Plattenecke gestellt, um die Estrichdicke zu bemessen. Eine Einzellast von 4 kN entspricht etwa 16 Zementsäcken, die rechnerisch auf einer Fläche, die etwa einer üblichen Getränkedose entspricht, in der Plattenecke angesetzt werden. Ob diese Lasten in der Praxis auftreten oder nicht, steht hier nicht zur Diskussion. Wichtig ist, dass der Estrich nach den Lastannahmen der Norm die genannten Lasten für den entsprechenden Lastfall aufnehmen können muss.

Estriche können dicker werden

Die Neufassung der DIN 18 560-2 (04.04) enthält für vier Gruppen von Lasten die erforderlichen Estrichnenndicken und Festigkeiten. Neben der wohnraumüblichen Nutzlast, die von früher 1,5 kN/m² auf jetzt 2 kN/m² erhöht wurden, enthält die Norm drei weitere Tabellen, die einen Bereich von bis zu 5 kN/m² mit einer Einzellast von bis zu 4 kN abdecken. Letzterer Lastfall wird nach DIN 1055-3 (10.02) zum Beispiel für Operationsräume mit schwerem Gerät, Museumsflächen, Konzertsäle, Warenhäuser sowie Werkstätten und Fabriken mit leichtem Betrieb angenommen.

Die Anpassung der DIN 18 560-2 (04.04) an die neuen Lastannahmen der DIN 1055-3 (10.02) kann weitreichende Konsequenzen haben. Dies möchte ich exemplarisch an der Dimensionierung eines Zementestrichs in den Klassenzimmern eines Schulgebäudes demonstrieren.

Nach der alten DIN 18 560 Teil 2 (05.92) wurde für ein Klassenzimmer entsprechend der alten DIN 1055 Teil 3 (06.71) eine gleichmäßig verteilte, lotrechte Verkehrslast von 3,5 kN/m² angesetzt. Aus den Tabellen nach Schnell ergab sich hieraus eine für einen Zementestrich der Festigkeitsklasse ZE 20 erforderliche Nenndicke von ≥ 60 Millimeter, bei einer angesetzten Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht bis 5 Millimeter und einer Dämmschichtdicke größer als 30 Millimeter.

Nach DIN 18 560-2 (04.04) ist für ein Klassenzimmer (Kategorie C1; Flächen mit Tischen, z.B. Schulräume, Cafés, Restaurants, Speisesäle, Lesesäle, etc.) entsprechend DIN 1055-3 (10.02) eine lotrechte Nutzlast von 3,0 kN/m² anzusetzen. Anhand des Zahlenwertes ist eine Verringerung der Nutzlast zu vermuten, da die Annahme der Flächenlast gegenüber der DIN 1055 Teil 3 (06.71) etwas reduziert wurde. Zusätzlich enthält die DIN 1055-3 (10.02) aber eine assoziierte Einzellast von 4,0 kN. Für diesen Lastfall „Einzellast bis 4 kN“ kann aus der Tabelle 4 der DIN 18560-2 (04.04) eine erforderliche Nenndicke für einen Zementestrich der Festigkeitsklasse CT-F4



von ≥ 75 Millimeter entnommen werden (Dämmschichtdicke über 40 Millimeter, Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht maximal 3 Millimeter).

Die Anforderungen an die Biegezugfestigkeit in der Bestätigungsprüfung eines ZE 20 (entspricht einem CT-F4) wurden in der Neufassung der DIN 18 560-2 (04.04) aus der DIN 18 560 Teil 2 (05.92) übernommen; der hier angenommene Estrich ist also nicht schlechter geworden.

Das Beispiel legt dar, dass sich bei neu zu erstellenden Bauten oder bei Umnutzungen höhere Estrichdicken als bisher ergeben können.

Für höhere Beanspruchungen als in der DIN 18 560-2 (04.04) genannt, ist eine Bemessung im Einzelfall erforderlich. Eine höhere Beanspruchung liegt neben höheren Nutzlasten insbesondere dann vor, wenn Flurförderfahrzeuge, zu denen auch ein Palettenhubwagen gehört, zu berücksichtigen sind. Neben den hohen Einzellasten und der dynamischen Beanspruchung ist bei Palettenhubwagen insbesondere die ausgeübte Pressung der harten Räder, in der Regel Polyamidbereifung, zu berücksichtigen. Für hohe Einzellasten sind ebenfalls gesonderte Überlegungen anzustellen, zum Beispiel unter Aufstandsflächen von hoch belasteten Regalen.

Die Bemessung der erforderlichen Estrichnenndicke und der Estrichfestigkeitsklasse ist Sache des Bauwerksplaners beziehungsweise des Tragwerksplaners. Nur er kennt die spätere Nutzung im Detail und die relevanten Faktoren. Zu berücksichtigen ist auch, dass während der Bauphase gegebenenfalls höhere Lasten auftreten können als in der späteren Nutzung, zum Beispiel durch Baumaschinen oder Arbeitsbühnen.

Ergänzend ist vom Bauwerksplaner in der Bauzeitenplanung zu berücksichtigen, dass eventuell höhere Estrichnenndicken zu längeren Austrocknungszeiten führen.

Anforderungen in der Bestätigungsprüfung erhöht

Es existierten bisher keine normativen Anforderungswerte für Biegezugfestigkeiten in der Bestätigungsprüfung von schwimmenden Estrichen höherer Festigkeitsklassen als E 20. Diese konnten zum Beispiel aus dem Verhältnis der Biegezugfestigkeit in der Güteprüfung zur Biegezugfestigkeit in der Bestätigungsprüfung des Estrichs der Festigkeitsklasse E 20 abgeleitet werden oder wurden vom Tragwerksplaner vorgegeben. Stellte man nach DIN 18 560 Teil 2 (05.92) diese Betrachtung zum Beispiel für einen Zementestrich der Festigkeitsklasse ZE 30 an, so konnte man folgende Richtwerte für die erforderliche Biegezugfestigkeit in der Bestätigungsprüfung ableiten: Für einen ZE 20 waren folgende Anforderungen festgelegt:

- Biegezugfestigkeit in der Güteprüfung (18 560 Teil 1) = 4 N/mm²
- mittlere Biegezugfestigkeit in der Bestätigungsprüfung (18 560 Teil 2) = 2,5 N/mm²
- kleinster Einzelwert der Biegezugfestigkeit in der Bestätigungsprüfung (18 560 Teil 2) = 2,0 N/mm²

Daraus ergibt sich ein Verhältnis Biegezugfestigkeit in der Güteprüfung zu Biegezugfestigkeit in der Bestätigungsprüfung von 0,625 (Mittelwert) beziehungsweise 0,5 (kleinster Einzelwert).

Hiermit errechneten sich für den Zementestrich ZE 30 folgende Richtwerte:

- Biegezugfestigkeit in der Güteprüfung (18 560 Teil 1) = 5 N/mm²
- mittlere Biegezugfestigkeit in der Bestätigungsprüfung (18 560 Teil 2) = $0,625 \times 5 \text{ N/mm}^2 = 3,125 \text{ N/mm}^2$
- kleinster Einzelwert der Biegezugfestigkeit in der Bestätigungsprüfung (18 560 Teil 2) = $0,5 \times 5 \text{ N/mm}^2 = 2,5 \text{ N/mm}^2$

Mit dem Erscheinen der DIN 18 560-2 (04.04) wurden die bisherigen Richtwerte für die erforderlichen Biegezugfestigkeiten in der Bestätigungsprüfung als Anforderungen

formuliert und sind in den Tabellen 1 bis 4 enthalten. Hierbei bleiben die bisherigen Anforderungen an konventionell hergestellte Estriche der Festigkeitsklasse E 20 bestehen, die der höheren Festigkeitsklassen wurden dagegen erhöht. Für einen Zementestrich der Festigkeitsklasse CT-F5 (entspricht dem bisherigen ZE 30) betragen die Anforderungen an die Biegezugfestigkeit in der Bestätigungsprüfung nunmehr 3,5 N/mm² im Mittel, beziehungsweise 2,5 N/mm² für den kleinsten Einzelwert.

Die neuen Tabellen 1 bis 4 der DIN 18 560-2 (04.04) bieten für die geforderte Nutzlast eine Estrichnenndicke in Abhängigkeit vom Bindemittel und der Biegezugfestigkeitsklasse des Estrichs. Neu ist die besondere Berücksichtigung der Calciumsulfat-Fließestriche, die in einer geringeren Nenndicke verlegt werden können als konventionell hergestellte Calciumsulfat-Estriche der gleichen Biegezugfestigkeitsklasse. Um dies zu ermöglichen wurde die Anforderung an die Biegezugfestigkeit in der Bestätigungsprüfung insofern verschärft, als dass Calciumsulfat-Fließestriche im Mittel ihre volle, durch Prüfungen im Labor ermittelte, deklarierte Biegezugfestigkeit aufweisen müssen.

Natürlich können diese Nenndicken bei anderen als in der Norm genannten Biegezugfestigkeitsklassen unterschritten werden, wobei unter Stein- oder keramischen Belägen eine Nenndicke, beziehungsweise eine Rohrüberdeckung bei Heizestrichen, von 40 Millimeter bei Calciumsulfat-Fließestrichen oder 45 Millimeter bei allen anderen Estrichen, nicht unterschritten werden darf. Bei geringeren Nenndicken ist allerdings die Prüfung auf Tragfähigkeit und auf Durchbiegung durchzuführen.

Bei der Bezeichnung schwimmender Estriche nach DIN 18 560-2 (04.04) wird nur die Biegezugfestigkeitsklasse angegeben, da nur sie ausschlaggebend für die Bemessung ist. So wird mit der neuen Bezeichnung „DIN 18 560 CT-F4 S50“ ein schwimmender Zementestrich mit einer Biegezugfestigkeit in der Güteprüfung von 4 N/mm² in einer Nenndicke von 50 Millimeter ausgeschrieben. Ein Verweis auf eine dazu assoziierte Druckfestigkeitsklasse ist nicht mehr erforderlich und nicht mehr möglich, da die Vorgaben der DIN 18 560 Teil 1 (05.92) bezüglich der Korrelation zwischen



Biegezug- und Druckfestigkeit nun nicht mehr gelten. Die Angabe der Druckfestigkeitsklasse ist nach DIN 18 560-2 (04.04) nicht erforderlich.

Trotzdem muss der Estrichmörtel, auch wenn er mit einem Belag versehen wird, die nach DIN EN 13 813 geforderten Mindestangaben deklarieren, zu denen im Fall von Zement- und Calciumsulfatestrichen neben der Biegezug- auch die Druckfestigkeit gehört.

Die Tragfähigkeit eines verlegten Estrichs setzt sich aus dessen Dicke und Biegezugfestigkeit zusammen. Weist ein Estrich in der Betätigungsprüfung eine geringere Biegezugfestigkeit als gefordert auf, ist jedoch dicker als gefordert ausgeführt, kann über eine Bruchkraftberechnung eine Abschätzung der Tragfähigkeit durchgeführt werden.

Eine höhere Tragfähigkeit sollte eher über eine größere Estrichnenndicke als über eine höhere Festigkeitsklasse geplant werden. Höhere Zementestrichfestigkeitsklassen werden in der Regel durch einen höheren Zementgehalt in der Mischrezeptur hergestellt. Hierdurch steigt aber die Gefahr möglicher Verformungen des Estrichs. Für schwimmend verlegte Estriche sollte daher keine höhere Festigkeitsklasse als CT-F5 eingesetzt werden, was dem bisherigen ZE 30 entspricht.

Ich möchte noch darauf hinweisen, dass bei dicken einschichtig hergestellten Estrichen auf weichfedernder Dämmung (Trittschalldämmung; DES) die Gefahr einer zu geringen Verdichtung des Estrichs im unteren Bereich besteht.

Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht wird begrenzt

Die Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht geht als „Bettungsmodul“ in die Berechnung nach dem Verfahren nach Westergaart ein. Je „weicher“ der Untergrund, desto höher die Biegebeanspruchung des Estrichs unter Belastung. Dem wurde dadurch Rechnung getragen, dass die Estrichnenndicke mit steigender Dämmstoffdicke und Zusammendrückbarkeit erhöht werden musste. Mit steigender Nutzlast auf dem Estrich

wird die darunter liegende Dämmschicht entsprechend höher belastet. In der Neufassung der DIN 18 560-2 (04.04) wird daher die Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht begrenzt. So darf sie ab einer Flächenlast von ca. 4 kN/m² und einer Einzellast von maximal 3 kN nur noch höchstens 3 Millimeter betragen.

Die Zusammendrückbarkeit ist dabei als Summe der einzelnen Schichten zu betrachten, wobei Wärmedämmstoffe (DEO) rechnerisch mit einer Zusammendrückbarkeit von 0 Millimeter angesetzt werden.

Estriche auf Trennschicht sind ein Sonderfall

In der DIN 18 560-4 (04.04) – Estriche im Bauwesen; Estriche auf Trennschicht – sind keine vergleichbaren Tabellen für erforderliche Estrichdicken in Abhängigkeit von der Nutzlast enthalten. Problematisch ist bei der Bemessung der Estrichnenndicke, dass sich das „Bettungsmodul“ einer Trennschicht nicht so einfach erfassen lässt, wie es bei schwimmenden Estrichen der Fall ist. Zudem können zementgebundene Estriche auf Trennschicht zu Aufschüsselungen im Rand- und Fugenbereich neigen. Diese können beim Befahren zum Schwingen der Konstruktion führen, was sich durch klappernde Regale bemerkbar machen kann, und im Extremfall zum Abbrechen der Ränder führt.

Fazit

Durch die Neufassung der DIN 18 560-2 (04.04) wurde die Ermittlung von Estrichnenndicken stark vereinfacht. Die entsprechende Bemessung liegt in der Verantwortung des Planers, der die neuen Normen kennen und die notwendigen Konstruktionshöhen von vornherein mit einplanen muss.

Die Festigkeit des Estrichs kann vom Fliesen- und Plattenleger durch die gewerkeüblichen Prüfungen des Untergrunds in der Regel nicht ermittelt werden, hierzu ist die Durchführung einer Bestätigungsprüfung an aus dem Bauvorhaben entnommenen Platten erforderlich. Die Dicke des Estrichs kann bei einer CM-Prüfung ermittelt werden. Bei festgestellten Estrichdicken, die von den Nenndicken der



entsprechenden Tabellen 1 bis 4 der DIN 18 560-2 (04.04) deutlich abweichen, sollten hinsichtlich der Tragfähigkeit des Verlegeuntergrunds Bedenken angemeldet werden. Dies betrifft nicht nur Neubauten. Insbesondere beim Bauen im Bestand oder bei der Umnutzung eines Gebäudes könnte die vorhandene Fußbodenkonstruktion nicht mehr geeignet sein, den künftigen Beanspruchungen zu genügen.

Neben dem Estrich als lastverteilender Schicht muss der keramische Belag selbst für die Beanspruchung geeignet sein. Hier wird verwiesen auf die Ausführungen in den Merkblättern „Mechanisch hoch belastbare keramische Bodenbeläge“ (Ausgabe Juni 2002), herausgegeben vom Fachverband Deutsches Fliesengewerbe, und „Industrieböden; Bodenbeläge aus Fliesen und Platten; Planung und Ausführung“ (Stand Oktober 1994), herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft Industriebau e.V. (AGI).