

Estrichennicken bei Estrichen auf Dämmschichten im Hochbau ohne nennenswerte Fahrbeanspruchung

von Werner Schnell

veröffentlicht in -boden wand decke- (Heft 9/1990)

1. Einführung

Estriche auf Dämmschichten sind nach DIN 18 560 Teil 1 – Estriche im Bauwesen; Begriffe, Allgemeine Anforderungen, Prüfung - auf Dämmschicht hergestellte Estriche, die auf ihrer Unterlage beweglich sind und keine unmittelbare Verbindung mit angrenzenden Bauteilen, z.B. Wänden oder Rohren aufweisen. Sie werden deshalb auch als „schwimmende Estriche“ bezeichnet. Beheizbare schwimmende Estriche werden „Heizestriche“ genannt. Ein auf Dämmschicht verlegter Estrich ist also eine lastverteilende Platte auf elastischer Unterlage, die wiederum auf einer Rohbetondecke, also einem relativ steifen Untergrund aufliegt. Das System kann deshalb mit einer lastverteilenden Bodenplatte auf elastischem Untergrund im Grund- und Straßenbau verglichen werden, für die Bemessungsverfahren vorhanden sind. Manns und Zeus [1] haben die nach dem Bettungsmodulverfahren ermittelten Gleichungen von Westergaard auf den schwimmenden Estrich übertragen, wobei sie die Bettungszahl KS des Dämmstoffes aus dem Bestimmungsverfahren der DIN 18 165 Teil 2 bzw. DIN 18 164 Teil 2 für die Zusammendrückbarkeit des Dämmstoffes $d_L - d_B$ (Lieferdicke – Dicke unter Belastung) ableiteten.

Estrichart	Estrich-Nennstärke ²⁾ bei einer Zusammendrückbarkeit ³⁾ der Dämmschicht		Werte für die Bestätigungsprüfung Biegezugfestigkeit β_{BZ}	
	bis 5 mm	über 5 mm ⁴⁾ bis 10 mm	kleinster Einzelwert N/mm ²	Mittelwert N/mm ²
Anhydritestrich AE 20 Magnesiaestrich ME 7 ⁵⁾ Zementestrich ZE 20	≥ 35	≥ 40	≥ 2,0	≥ 2,5

¹⁾ siehe hierzu Abschnitt 5.2
²⁾ Bei Dicken der Dämmstoffe unter Belastung von mehr als 30 mm ist die Estrichdicke um 5 mm zu erhöhen.
³⁾ Die Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht ergibt sich aus der Differenz zwischen Lieferdicke d_L und der Dicke unter Belastung d_B des Dämmstoffes. Sie ist aus der Kennzeichnung der Dämmstoffe ersichtlich, z.B. 20/15: $d_L = 20$ mm, $d_B = 15$ mm. Bei mehreren Lagen ist die Zusammendrückbarkeit der einzelnen Lagen zu addieren.
⁴⁾ Für Heizestriche nicht geeignet.
⁵⁾ Die Oberflächenhärte bei Steinholzestrichen muss mindestens 30 N/mm² betragen.

Tabelle 1 Dicken und Festigkeit einschichtiger schwimmender Estriche auf Dämmschichten nach DIN 18 164 Teil 1 und Teil 2 sowie DIN 18 165 Teil 1 und Teil 2 für Verkehrslasten bis 1,5 kN/m² aus DIN 18 560 Teil 2

Die Berechnungen von Manns und Zeus sowie Vergleichsversuche an großen Platten dienten als Grundlage zur Festlegung der Estrichnennstärken in DIN 18 560 Teil 2 für Verkehrslasten bis 1,5 kN/m² (siehe Tabelle 1), die für den Wohnungsbau anzusetzen sind. Die Begrenzung der Verkehrslast bei der Dickenangabe in der Norm wurde aber in der Vergangenheit häufig übersehen und die dort angegebenen Estrichnennstärken auch für Bauvorhaben mit höheren Verkehrslasten ausgeschrieben. Risse in schwimmenden Estrichen sind deshalb nicht selten auf Überlastung im Bauzustand aufgrund zu geringer Estrichdicke zurückzuführen und nicht - wie in solchen Fällen überwiegend angenommen - auf Schwindspannungen.

Wohnräume mit Decken nach DIN 1045	1,5 kN/m ²
Büroräume, Krankenzimmer, Flure in Wohn- und Büroräumen	2,0 kN/m ²
Balkone, Hörsäle, Klassenzimmer, Küchen und Flure in Krankenhäusern, Garagen, Parkhäusern	3,5 kN/m ²
Versammlungsräume in öffentlichen Gebäuden (Kirchen, Theater und Lichtspielsäle, Tanzsäle, Turnhallen), Flure zu Hörsälen und Klassenzimmern, Ausstellungs- und Verkaufsräume, Geschäfts- und Warenhäuser, Büchereien, Archive, Aktenräume	5,0 kN/m ²
Tribünen, Werkstätten sowie Lagerräume mit geringer Belastung	7,5 kN/m ²
Werkstätten und Fabriken sowie Lagerräume mit schwerem Betrieb, z.B. durch Gabelstapler	10 bis 30 kN/m ²

Tabelle 2 Gleichmäßig verteilte Verkehrslasten für Dächer, Decken und Treppen – Lotrechte Verkehrslasten nach DIN 1055 Teil 3

In Tabelle 2 sind die gleichmäßig verteilten Verkehrslasten für Dächer, Decken und Treppen angegeben, die auszugsweise aus DIN 1055 Teil 3 - Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten - entnommen sind. Daraus ist ersichtlich, dass z.B. für Büroräume, Schulen, Krankenhäuser, Versammlungsräume, Verkaufsräume und Warenhäuser teilweise erheblich höhere Verkehrslasten anzunehmen sind als im Wohnungsbau. Um diese Verkehrslasten aufzunehmen, müssen teilweise erheblich größere Estrichnennstärken vorhanden sein als im Wohnungsbau. In der Praxis wird häufig versucht, eine zu geringe Estrichdicke mit einer höheren Festigkeitsklasse auszugleichen. Sowohl auf die größeren Dicken bei höheren Verkehrslasten als auch auf die möglichen abweichenden Dicken bei anderen Festigkeitsklassen als angegeben, wird in der Norm 18 560 Teil 2 unter dem Abschnitt 5.2 Dicke hingewiesen. Es werden aber keine Werte angegeben.

Der Artikel soll diese Lücke sowohl für die höheren, gleichmäßig verteilten Verkehrslasten als auch für andere Festigkeitsklassen, als in der DIN 18 560 Teil 2 zugrundegelegt, schließen und die Werte, die bisher nur in Seminarvorträgen genannt wurden, einer größeren Öffentlichkeit zugänglich machen. Nicht behandelt wird der Bereich mit Gabelstapler-Betrieb sowie

gleichmäßig verteilter Verkehrslast $>7,5 \text{ kN/m}^2$. Dieser Bereich wurde in der Veröffentlichung „Industrieböden“ von Lohmeyer [3] ohne Dämmschichten ausführlich dargestellt. Die notwendigen Ergänzungen für Estriche und Bodenplatten auf Dämmschichten für diesen Bereich wurden von meinem Mitarbeiter Müller ausgearbeitet und werden demnächst veröffentlicht werden. Es sei nur angemerkt, dass bei Gabelstaplerverkehr mindestens eine Verkehrslast von 10 kN/m^2 anzusetzen ist. Die im folgenden angegebenen Estrichnennstärken reichen deshalb für diese Beanspruchung nicht aus. Die erforderlichen Estrichnennstärken wurden, ausgehend von dem Versuchsbericht 1.3 - 22558 des Otto-Graf-Instituts [2] und der Veröffentlichung Manns und Zeus [1], ermittelt.

2. Einflüsse auf die Tragfähigkeit von schwimmenden Estrichen

Die Tragfähigkeit schwimmender Estriche hängt von folgenden Einflüssen ab:

- Estrichnennstärke
- Festigkeitsklasse des Estrichs
- Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht
- Steifigkeit des Untergrundes
- Aufstandsfläche der Last
- Lastangriffspunkt.

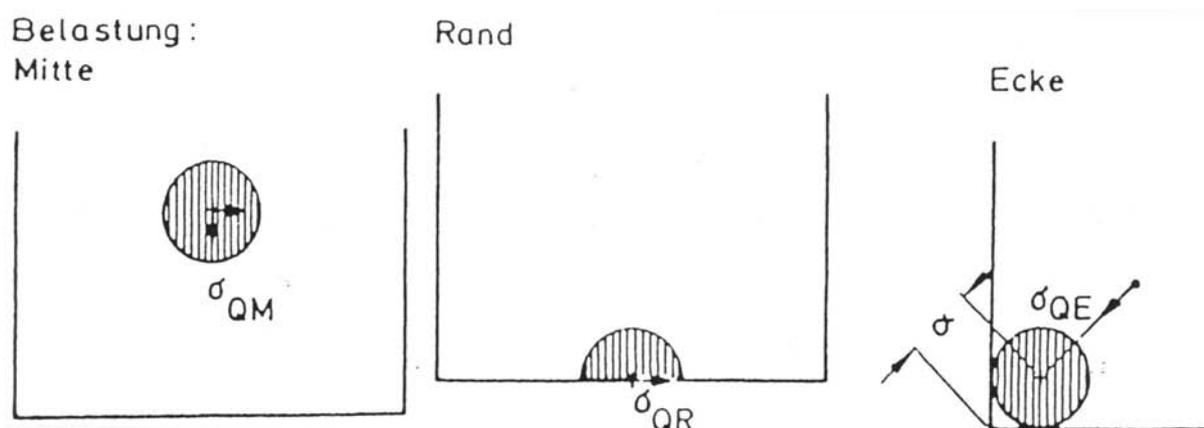


Abb. 1 Lastfälle: Einzellast in der Mitte, am Rand und in der Ecke

Verformungen der Estrichplatte infolge Schwinden oder Temperaturänderung können die Tragfähigkeit ebenfalls beeinflussen. Sie werden hier aber nicht berücksichtigt, weil von ausgetrockneten Estrichen in beheizten Innenräumen ausgegangen wird, in denen keine größeren Temperaturunterschiede auftreten. Zu unterscheiden sind drei Lastfälle (siehe Bild 1):

- Einzellast in Plattenmitte
- Einzellast am Plattenrand
- Einzellast in Plattenecke.

Die Belastung am Plattenrand verursacht etwa doppelt so hohe Spannungen wie die Belastung in Plattenmitte. Die Belastung am Rand wurde deshalb den Berechnungen zugrundegelegt.

3. Erforderliche Estrichnennstärken

In Tabelle 3 sind die erforderlichen Estrichnennstärken bei den Festigkeitsklassen E 20 bzw. E 30 sowie den Zusammendrückbarkeiten der Dämmschicht bis 5 mm bzw. über 5 mm bis 10 mm für die in Tabelle 2 angegebenen Verkehrslasten zusammengestellt. Dabei wurde von der Norm-Biegezugfestigkeit des verlegten Estrichs bei der Festigkeitsklasse E 20 und von der Biegezugfestigkeit $3,0 \text{ N/mm}^2$ bei der Festigkeitsklasse E 30 ausgegangen. Bei Dämmschichtdicken $>30 \text{ mm}$ ist die Estrichnennstärke gegenüber den angegebenen Werten um 5 mm zu erhöhen.

Verkehrslast	Estrichnennstärke ¹⁾ in mm bei einer Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht ²⁾			
	bis 5 mm und der Festigkeitsklasse		> 5 mm bis 10 mm und der Festigkeitsklasse	
	AE 20 ³⁾ ZE 20 ³⁾	AE 30 ⁴⁾ ZE 30 ⁴⁾	AE 20 ³⁾ ZE 20 ³⁾	AE 30 ⁴⁾ ZE 30 ⁴⁾
1,5	≥ 35	≥ 30	≥ 40	≥ 35
2,0	≥ 40	≥ 35	≥ 45	≥ 40
3,5	≥ 55	≥ 45	≥ 60	≥ 55
5,0	≥ 65	≥ 55	≥ 75	≥ 65
7,5	≥ 80	≥ 65	≥ 90	≥ 75

¹⁾ bei Dämmschichten $> 30 \text{ mm}$ ist die Estrichnennstärke gegenüber den angegebenen Werten um 5 mm zu erhöhen
²⁾ $d_L - d_B$; bei 2-lagiger Dämmschicht ist die Summe der Zusammendrückbarkeit beider Lagen einzusetzen
³⁾ Biegezugfestigkeit des verlegten Estrichs nach DIN 18 560 Teil 2 im Mittel $\geq 2,5 \text{ N/mm}^2$
⁴⁾ Biegezugfestigkeit des verlegten Estrichs in Anlehnung an DIN 18 560 Teil 2 im Mittel $\geq 3,0 \text{ N/mm}^2$

Tabelle 3 Estrichnennstärken bei den Verkehrslasten nach Tabelle 2

4. Einfluss der Dämmschicht

Die Zunahme der Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht nimmt mit steigender Auflast ab. Bei den Berechnungen wurde eine lineare Abhängigkeit zwischen Belastung und Zusammendrückung angenommen. Die angegebenen Werte sind deshalb auf der sicheren Seite. Der Einfluss der Dämmschicht auf die Tragfähigkeit des Estrichs ist dem Bild 2 zu entnehmen, das aus [1] stammt und auf die Estrichdicke 20 mm erweitert wurde. Es zeigt, dass der Einfluss der Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht mit abnehmender Estrichnennstärke zunimmt. So beträgt der Unterschied in der Estrichbiegespannung zwischen einer Dämmschicht aus zwei Lagen Mineralfaserplatten mit insgesamt 10 mm Zusammendrückbarkeit und einer Dämmschicht aus Wärmedämmplatten mit insgesamt 0,1 mm Zusammendrückbarkeit bei 60 mm Estrichnennstärke rund $0,4 \text{ N/mm}^2$ und bei 20 mm Estrichnennstärke rund $2,8 \text{ N/mm}^2$. Dieser Zusammenhang lässt sich auch auf höhere Verkehrslasten übertragen.

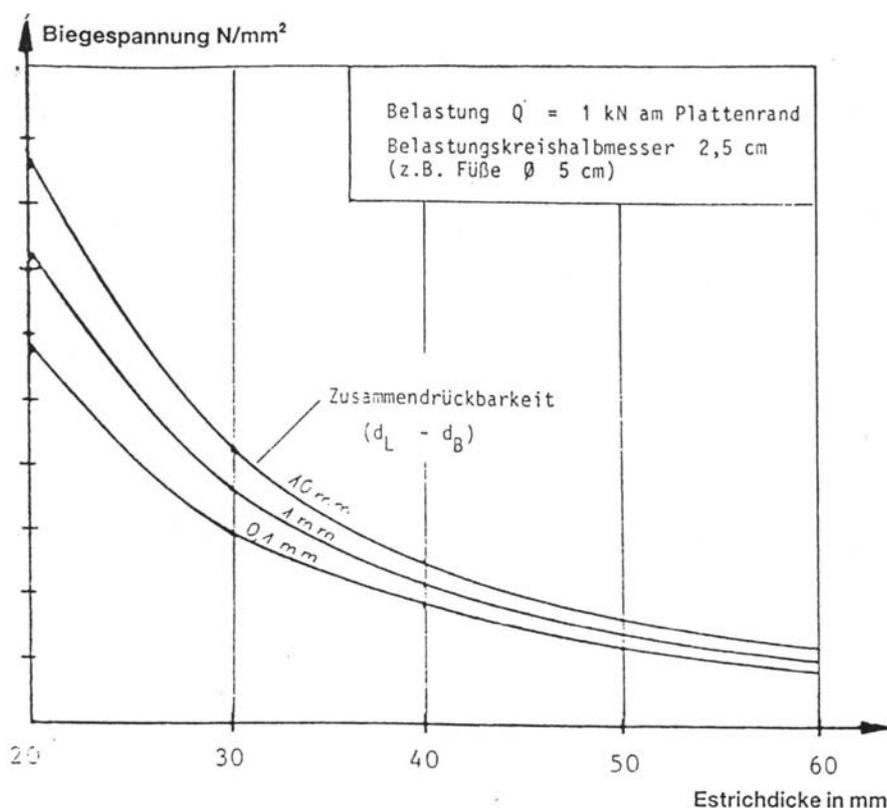


Abb. 2 Abhängigkeit der Biegespannung von der Estrichdicke bei Dämmschichten mit Zusammendrückbarkeit $d_L - d_B$ von 10 mm, 1 mm und 0,1 mm für den Lastfall; Einzellast 1 kN am Plattenrand (\cong etwa einer Verkehrslast von $1,5 \text{ kN/m}^2$); erweiterte Darstellung aus [1]

Die dynamische Steifigkeit s' der weichfedernden Trittschalldämmplatten, die mit der Flächenbelastung das Trittschallverbesserungsmaß der Dämmschicht bestimmt, wird bei der Dicke unter Belastung d_B gemessen. Bei höherer Verkehrslast wird die weichfedernde Dämmschichtplatte weiter zusammengedrückt werden.

Die dynamische Steifigkeit s' wird dann zunehmen und zu einem geringeren Trittschallverbesserungsmaß führen. Es gibt aber Hersteller von weichfedernden Trittschalldämmplatten, die die angegebene dynamische Steifigkeit s' bis zu einer Verkehrslast von 5 kN/m^2 garantieren.

Die Tragfähigkeit der Dämmschicht wird durch die hier behandelten Verkehrslasten dagegen

nicht beeinträchtigt, wenn die in der Tabelle 3 genannten Dicken eingehalten werden. Dennoch ist es zweckmäßig, bei Verkehrslasten über 5 kN/m^2 die etwas druckfesteren Trittschalldämmplatten der Type TK zu verwenden.

5. Einfluss der Festigkeitsklasse

Durch eine Anhebung der Festigkeitsklasse kann die Estrichnenndicke vergleichsweise nur wenig verkleinert werden. Der Einfluss der Festigkeitsklasse auf die Tragfähigkeit ist wesentlich geringer als der der Estrichnenndicke. Deshalb sollte bei höheren Verkehrslasten in erster Linie die Estrichnenndicke entsprechend erhöht werden.

Häufig werden schwimmende Zementestriche mit Festigkeitsklassen $> \text{ZE } 30$ ausgeschrieben. Durch die Erhöhung der Festigkeitsklasse kann natürlich eine Dickenreduzierung gegenüber der Festigkeitsklasse $\text{ZE } 30$ erreicht werden. Ein solches Vorgehen ist aber nicht zweckmäßig, da die notwendige Festigkeit am verlegten Estrich über den ganzen Querschnitt vorhanden sein muss und sich dies wegen der geringen Verdichtung des Estrichs auf weichfedernder Dämmschicht kaum erreichen lässt. Dazu kommt, dass die Verformung der Estrichplatte und die Rissgefahr mit höherem Zementgehalt zunimmt. Der geringe Vorteil der kleinen Dickenreduzierung wird also durch die Nachteile in diesem Fall bei weitem aufgewogen.

Bei Dickenreduzierungen unter 30 mm sollte bedacht werden, dass die Verformbarkeit des Estrichs bei Dickenreduzierung trotz gleicher Tragfähigkeit zunimmt und die Lastverteilung der Platte abnimmt. Örtlich hohe Auflasten, z.B. Flügel, bewirken dann auch örtlich höhere Zusammendrückungen der Dämmschicht. Im Randbereich führen dünne Estriche unter entsprechender Auflast zu größeren Randabsenkungen als dickere Estriche. Auch vom Einbau einer Bewehrung zur Dickenreduzierung ist abzuraten. Bei den angegebenen Dicken kann eine statisch wirksame Bewehrung nicht eingebaut werden.

6. Zusammenfassung

Die Norm 18 560 Teil 2 gibt nur Estrichendicken für die Verkehrslast 1,5 kN/m² und die Festigkeitsklasse E 20 an. Ausgehend von der Veröffentlichung Manns und Zeus [1] wurden die erforderlichen Estrichendicken bei höheren Verkehrslasten als 1,5 kN/m² für die Festigkeitsklassen E 20 und E 30 und unterschiedlicher Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht berechnet. Bei der Festlegung der Estrichendicke sollte folgendes beachtet werden:

- Den größten Einfluss auf die Tragfähigkeit hat die Estrichdicke.
- Die Dickenreduzierung durch Erhöhung der Festigkeitsklasse ist vergleichsweise gering. Mit Erhöhung der Festigkeitsklasse können Nachteile verbunden sein, wie z.B. ungünstigeres Schwindverhalten. Die Standardfestigkeitsklasse sollte deshalb auch bei größeren Verkehrslasten als 1,5 kN/m² die Festigkeitsklasse E 20 sein.
- Dünnere Estriche verformen sich bei gleicher Auflast mehr als dickere Estriche. Randabsenkungen infolge Auflast sind deshalb bei dünnen Estrichen größer als bei dicken Estrichen.
- Der Einfluss der Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht auf die Tragfähigkeit ist in dem behandelten Lastbereich gering, wenn die genannten Estrichendicken eingehalten werden. Der Einfluss der Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht nimmt mit abnehmender Estrichdicke zu.
- Eine Bewehrung des Estrichs kann eine fehlende Estrichdicke in diesem Lastbereich nicht ersetzen, da sie bei den genannten Estrichdicken und der Dämmschicht nicht statisch wirksam eingebaut werden kann.

7. Literatur

- [1] Manns, W. und Zeus, K.: Zum Tragverhalten von Estrichen auf Dämmschichten, Baugewerbe 61 (1981). Hefte 6+8
- [2] Versuchsbericht 1.3 - 22558 des Otto-Graf-Instituts, Abteilung Baustoffe (unveröffentlicht)
- [3] Lohmeyer, G.: Betonböden im Industriebau; Hallen und Freiflächen, Schriftenreihe der Bauberatung Zement