

Praktische Durchführung und Bewertung von Bestätigungsprüfungen an unbeheizten und beheizten Estrichen nach DIN 18560-2



Referent:
Dipl.-Ing. Egbert Müller

Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung,
Industriestraße 19, 53842 Troisdorf

www.ibf-troisdorf.de

Tel.: 02241 / 39 7 39-70 Fax: 02241 / 39 7 39-89

Wir gehen dem Fußboden auf den Grund.

Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung

www.ibf-troisdorf.de

1

DIN 18560-2:2022-08

Estriche im Bauwesen – Teil 2: Estriche und
Heizestriche auf Dämmschichten (schwimmende
Estriche)

- Abschnitt 7.2 Bestätigungsprüfung
 - Abschnitt 7.2.3 Biegezugfestigkeit
 - Abschnitt 7.2.3.1 Proben
 - Abschnitt 7.2.3.2 Durchführung

Anzahl der Ausbauplatten: ≥ 2 Stück

Abmessungen der Ausbauplatten und Probekörper:

Maße der Ausbauplatten:

- Länge = $8 \times$ Estrichdicke d (Heizestriche d = Dicke über Rohr)
- Breite ≥ 300 mm

Maße der Probekörper:

- Länge = $6 \times$ Estrichdicke d (Heizestrich d = Dicke über Rohr)
- Breite = 60 mm



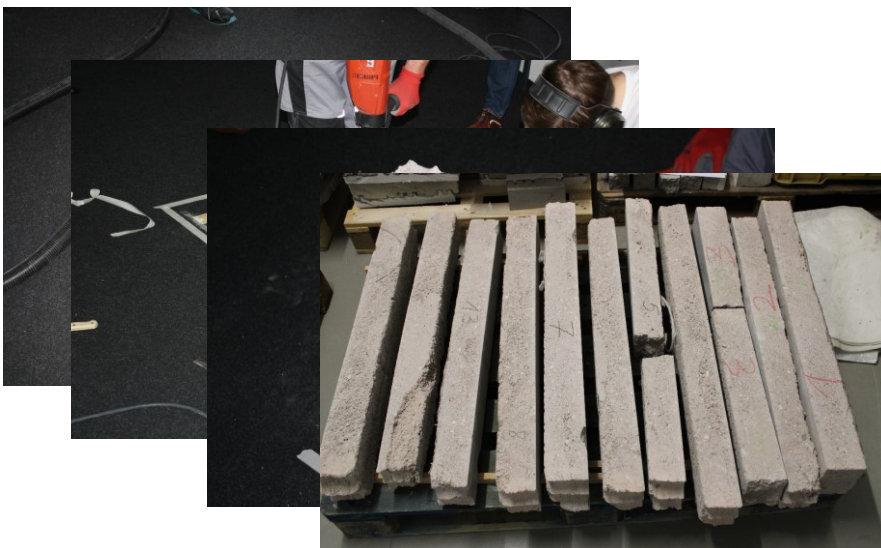


Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung

www.ibf-troisdorf.de

Referent: Dipl.-Ing. Müller

5



Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung

www.ibf-troisdorf.de

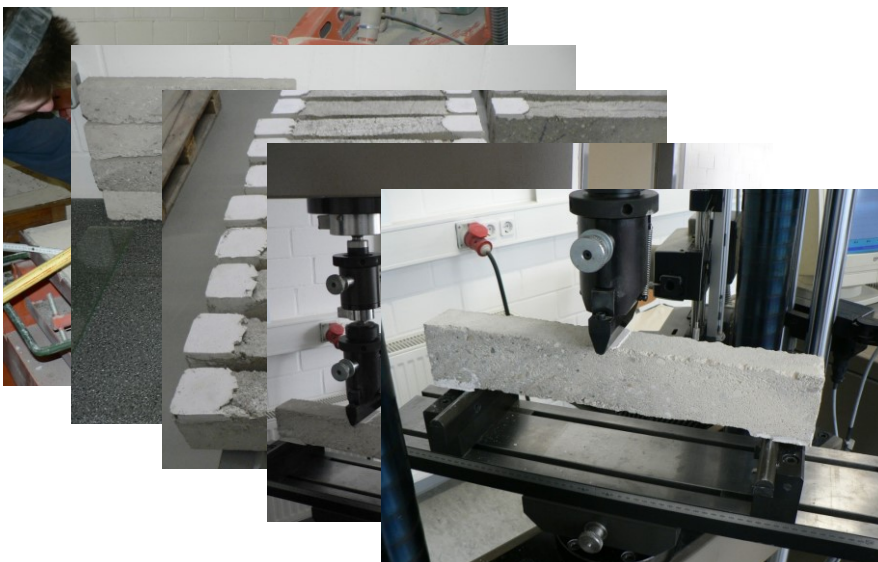
Referent: Dipl.-Ing. Müller

6

Vorsicht bei der Probeentnahme aus alten Fußböden bei Schadstoffbelastung!

- künstliche Mineralwolle – bis 2000
- Asbest – bis 1993
- polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK
- polychlorierte Biphenyle PCB – bis 1989

→ Im Zweifelsfall immer auf einen Nachweis der Schadstofffreiheit vor Probeentnahmen bestehen!



Durchführung und Auswertung der Bestätigungsprüfung:

- Vorlagerung in Klima 20/65 bis zur Gewichtskonstanz
- Prüfung mit Stützweite ca. 5 x Estrichdicke
(Heizestriche 5 x Überdeckungshöhe)
- Prüfgeschwindigkeit 0,1 N/mm²·s

→ Biegezugfestigkeit: $\beta_{BZ} = \frac{1,5 \cdot F \cdot l}{b \cdot d^2}$ [N/mm²]

F = Bruchkraft in N

l = Stützweite in mm

b = Breite des Probekörpers im Bruchquerschnitt in mm

d = Dicke des Probekörpers im Bruchquerschnitt in mm

Bestätigungsprüfung bei Heizestrichen:

a) Bei Heizestrichen der Bauart A muss der Probekörper eines der quer zur Längsachse angeordneten Heizelemente enthalten, das in der Mitte zwischen den Auflagerschneiden liegen muss.

b) Norm-Anmerkung ergänzend dazu:

Wenn nur die Biegezugfestigkeit des verlegten Estrichmörtels nachgewiesen werden soll, kann die Probenentnahme auch ohne Heizrohr erfolgen.

IBF:

Diese Anforderungen wurden vom Estrich der geprüften Ausbaustücke bei der Prüfung als Estrichmörtel ohne prüftechnische Berücksichtigung von Heizrohren des Heizestrichs eingehalten.

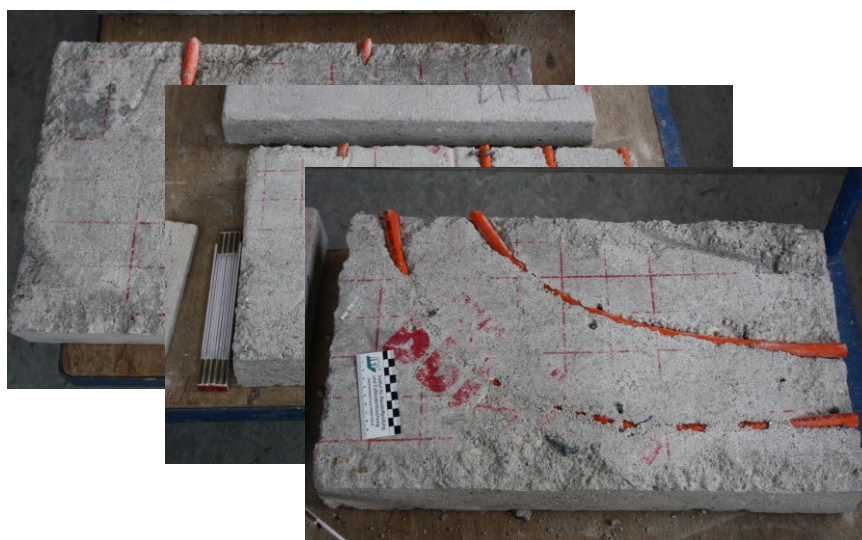


Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung

www.ibf-troisdorf.de

Referent: Dipl.-Ing. Müller

11

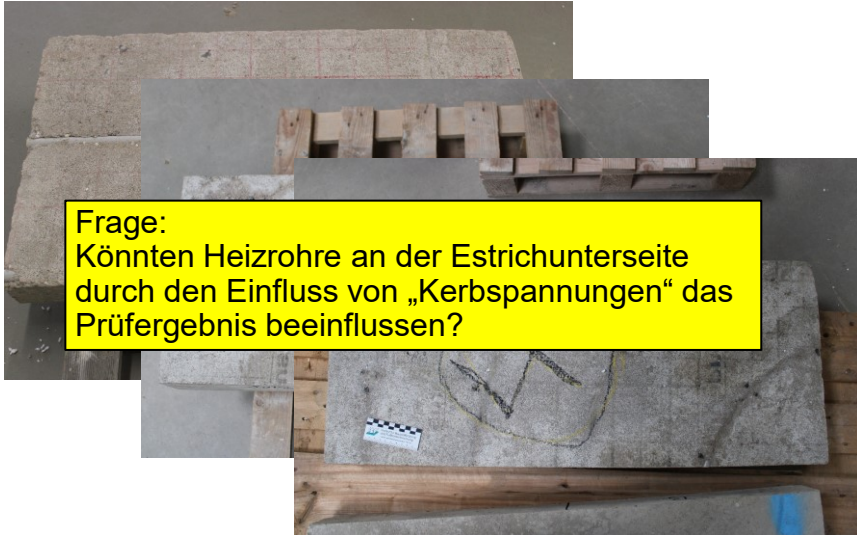


Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung

www.ibf-troisdorf.de

Referent: Dipl.-Ing. Müller

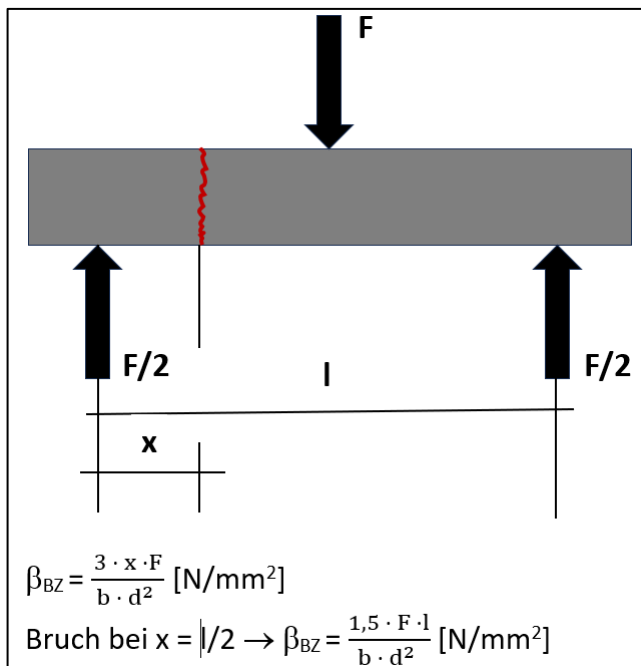
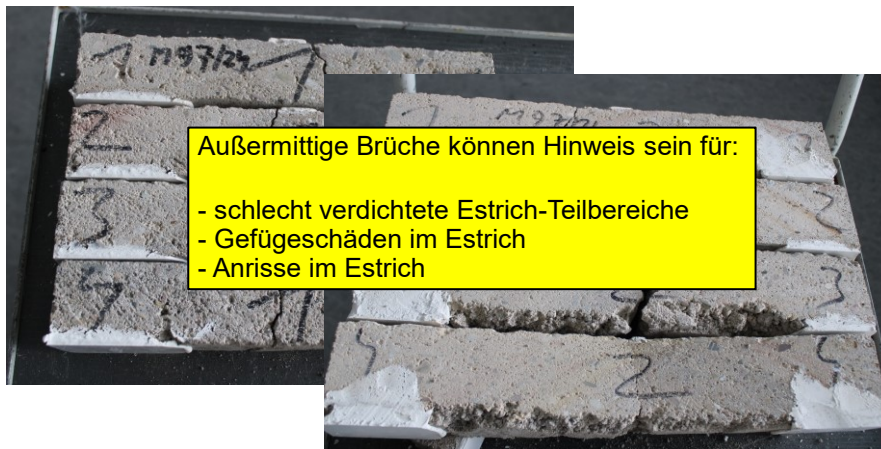
12



Estrich	Platte Nr.	Biegezugfestigkeit (Mittelwerte) N/mm ²			
		Prüfung ohne Heizrohr	Festigkeitsklasse	Prüfung mit Heizrohr	Festigkeitsklasse
1 - CA	1	2,7	F4	2,3	< F4
	2	2,6	F4	2,8	F4
	3	3,8	F5	3,6	F5
	4	3,3	F4	3,0	F4
2 - CAF	1	5,5	F5	4,6	F4
3 - CT	1	2,8	F4	2,8	F4
	2	3,2	F4	3,7	F5
	3	4,0	F6	4,4	F6
	4	3,6	F5	4,6	F5
	5	6,6	F7	5,8	F7
	6	4,6	F7	4,3	F6
	7	3,8	F5	4,2	F6
	8	3,3	F4	2,8	F4
	9	5,0	F7	5,0	F7
Gesamtmittel		3,7	-	3,6	-

Vergleichsprüfungen
an Probekörpern mit
und ohne Heizrohr im
Bruchquerschnitt

Außermittige Brüche von Probekörpern:



Berechnung
Biegezugfestigkeit
bei außermittigem
Bruch des
Probekörpers.

Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft vorh. N	Biegezug- festigkeit N/mm ²
1	60	87	440	1885	2,7
2	59	88	440	3048	4,4 (4,1) ¹⁾
3	60	87	440	2701	3,9 (3,3) ²⁾
4	61	87	440	2193	3,1 (2,6) ¹⁾
Mittel	-	87	-	-	3,5 (3,2)

¹⁾ Probekörper ca. 40 mm außermittig gebrochen

²⁾ Probekörper ca. 35 mm außermittig gebrochen

(-) Werte = unter Berücksichtigung des außermittigen Bruchs

→ Sollwert CT-F5 bei Berücksichtigung außermittiger Bruch nicht ganz erreicht!

Mindest- und Biegezugfestigkeit unbeheizter Estriche auf Dämmschichten für verschiedene lotrechte Nutzlasten

Estrichart	Biegezug- festigkeits- klasse nach DIN EN 13813	Estrichmindeststärken ¹⁾ in mm EL = Einzellasten ²⁾ FL = Flächenlasten bei einer Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht C ≤ 5 mm ³⁾				Bestätigungsprüfung Biegezugfestigkeit ⁴⁾ N/mm ²	
		≤ 3 mm		≤ 3 mm		kleinster Einzelwert	Mittelwert
		EL ≤ 1 kN FL ≤ 2 kN/m ²	EL ≤ 2 kN FL ≤ 3 kN/m ²	EL ≤ 3 kN FL ≤ 4 kN/m ²	EL ≤ 4 kN FL ≤ 5 kN/m ²		
Calciumsulfat- Fließestrich CAF	F4	≥ 35	≥ 50	≥ 60	≥ 65	≥ 3,5	≥ 4,0
	F5	≥ 35	≥ 45	≥ 50	≥ 55	≥ 4,5	≥ 5,0
	F7	≥ 35	≥ 40	≥ 45	≥ 50	≥ 6,5	≥ 7,0
Calciumsulfatestrich CA	F4	≥ 45	≥ 65	≥ 70	≥ 75	≥ 2,0	≥ 2,5
	F5	≥ 40	≥ 55	≥ 60	≥ 65	≥ 2,5	≥ 3,5
	F7	≥ 35	≥ 50	≥ 55	≥ 60	≥ 3,5	≥ 4,5
Kunstharzestrich SR	F7	≥ 35	≥ 50	≥ 55	≥ 60	≥ 4,5	≥ 5,5
	F10	≥ 30	≥ 40	≥ 45	≥ 50	≥ 6,5	≥ 7,0
Magnesiaestrich ⁴⁾ MA	F4	≥ 45	≥ 65	≥ 70	≥ 75	≥ 2,0	≥ 2,5
	F5	≥ 40	≥ 55	≥ 60	≥ 65	≥ 2,5	≥ 3,5
	F7	≥ 35	≥ 50	≥ 55	≥ 60	≥ 3,5	≥ 4,5
Zementestrich CT	F4	≥ 45	≥ 65	≥ 70	≥ 75	≥ 2,0	≥ 2,5
	F5	≥ 40	≥ 55	≥ 60	≥ 65	≥ 2,5	≥ 3,5

¹⁾ Bei Dämmschichten ≤ 40 mm kann die Estrichdicke um 5 mm reduziert werden, die Mindestmindeststärke von 35 mm darf nicht unterschritten werden.

²⁾ Bei Einzellasten sind für deren Aufstandsflächen im Allgemeinen zusätzliche Überlegungen erforderlich. Das Gleiche gilt für Fahrbeanspruchung.

³⁾ Bei lotrechten Nutzlasten bis 2,0 kN/m² sind im Ausnahmefall höhere Zusammendrückbarkeiten bis 10 mm zulässig. In diesem Fall muss die Estrichmindeststärke um 5 mm erhöht werden.

⁴⁾ Die Oberflächenhärte bei Steinestrichen muss mindestens SH30 nach DIN EN 13813 betragen.

Bruchkraftberechnung:

DIN 18560-2:2022-08 – Abschnitt 7.2.3.2 Durchführung

Wenn die geforderte Estrichdicke oder die geforderte Biegezugfestigkeit nicht erreicht wird, kann die Abschätzung der Tragfähigkeit über die Bruchkraft erfolgen. Die Prüfung der Tragfähigkeit und eine Beurteilung der Oberflächenfestigkeit geben Hinweise zur Gebrauchstauglichkeit des Estrichs.

Bruchkraftvergleich:

vorhandene Bruchkraft $\geq$ erforderliche Bruchkraft

→ Tragfähigkeit vorhanden

Erforderliche Bruchkraft ergibt sich aus den vertraglichen Vereinbarungen (Biegezugfestigkeitsklasse und Estrichnenndicke)!

Berechnung der erforderlichen Bruchkraft:

$$\text{erf. } F = \frac{4 \cdot \beta_{\text{BZ}} \cdot b \cdot d^2}{l} \quad [\text{N}]$$

β_{BZ} = erforderliche Biegezugfestigkeit nach DIN 18560-2:2022-08

b = vorhandene Estrichdicke des Probekörpers im Bruchbereich

d = erforderliche Estrichnenndicke für den jeweiligen Nutzlastbereich und die erforderliche Biegezugfestigkeitsklasse

l = Stützweite des geprüften Probekörpers

Unsere Bezeichnung Ausbauplatte Nr.	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft vorh. N	Bruch- kraft erf. ¹⁾ N	Biegezug- festigkeit N/mm ²
P1	1	60	52	250	1464	3150	3,4 (2,7) ²⁾
	2	60	51	250	1578	3150	3,8
	3	60	51	250	1295	3150	3,1
	4	60	50	250	1121	3150	2,8
Mittel		-	51	-	1365	4050	3,2 (3,1)
P2	1	60	80	400	2714	1969	4,2 (3,3) ³⁾
	2	60	81	400	2907	1939	4,4
	3	60	80	400	1740	1969	2,7
	4	60	81	400	2645	1969	4,0
Mittel		-	81	-	2502	2531	3,8 (3,6)

¹⁾ erforderliche Bruchkraft für einen Zementestrich CT-F7 (Biegezugfestigkeit im Mittel $\geq 4,5$ N/mm² bei kleinstem Einzelwert $\geq 3,5$ N/mm²) mit 75 mm Estrichnenndicke

²⁾ Probekörper ca. 25 mm außermittig gebrochen

³⁾ Probekörper ca. 45 mm außermittig gebrochen

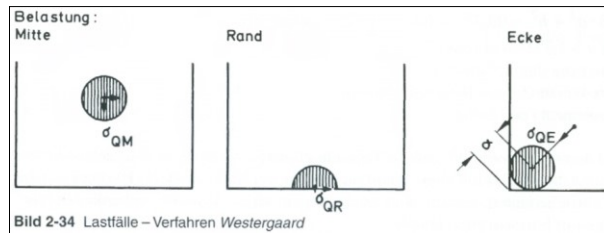
()-Wert = unter Berücksichtigung des außermittigen Bruchs

Berechnung auch für andere erf. Estrichenndicke / Nutzlastbereich möglich
→ Zuordnung zu Nutzlastbereich bzw. Abschätzung vorh. Tragfähigkeit

Ihre Bezeichnung Ausbauplatte Nr.	Bruchkraft vorh. N	Bruchkraft erf. in N für Verkehrslast			ca. zul. Verkehrslast nach DIN 18560-2: 2022-08 kN/m ²	vereinbarte Verkehrslast für CT-F5 kN/m ²
		$\leq 2,0$ kN/m ²	$\leq 3,0$ kN/m ²	$\leq 4,0$ kN/m ²		
1	1428	≥ 872	≥ 1649	≥ 1963	$\leq 2,0$	$\leq 3,0$
2	912	≥ 895	≥ 1868	≥ 2166	$\leq 2,0$	$\leq 5,0$
3	1485	≥ 653	≥ 1363	≥ 1581	$\leq 3,0$	$\leq 5,0$
4	1336	≥ 574	≥ 1291	≥ 1515	$\leq 3,0$	$\leq 5,0$
5	1326	≥ 704	≥ 1176	≥ 1860	$\leq 3,0$	$\leq 5,0$
6	918	≥ 965	≥ 1969	≥ 2382	$\leq 2,0$ annähernd	$\leq 3,0$
7	1266	≥ 1184	≥ 2238	≥ 2664	$\leq 2,0$	$\leq 3,0$

Kleinste zulässige Estrichdicke im Einzelfall an dünneren Stellen laut DIN 18560-1:2021-02 bei Bewertung einbeziehen.

Laststellungen beim Westergaard-Verfahren:



Lastfall Plattenrand/Plattenecke in der Regel maßgebend!

1. Vertikale Verformungen

- Belastung Plattenecke: $f_E = (1,1 - 0,88 \cdot \frac{r\sqrt{2}}{l}) \cdot \frac{F}{K_S \cdot l^2}$

- Belastung Plattenrand: $f_R = \frac{1}{\sqrt{6}} \cdot (1 + 0,4 \cdot \mu) \cdot \frac{F}{K_S \cdot l^2}$

2. Biegezugspannungen

- Belastung Plattenecke: $\beta_{Bz,E} = \frac{3 \cdot F}{h^2} \cdot [1 - (\frac{12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot K_S}{E \cdot h^3})^{0,3}] \cdot (r \cdot \sqrt{2})^{1,2}$ bzw.

$\beta_{Bz,E} = \frac{3 \cdot F}{h^2} \cdot [1 - (\frac{r \cdot \sqrt{2}}{l})^{1,2}]$

- Belastung Plattenrand: $\beta_{Bz,R} = \frac{0,529 \cdot F}{h^2} \cdot (1 - 0,54 \cdot \mu) \cdot [\lg(\frac{E \cdot h^3}{K_S \cdot b^4}) + \lg(\frac{b}{1 - \mu^2}) - 2,484]$

In obigen Formeln bedeutet:

- l = elastische Länge $l = \sqrt[4]{\frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot K_S}}$ [mm]

- E = Elastizitätsmodul (E-Modul) der Lastverteilungsschicht (Estrich) [N/mm²]

- h = Dicke der Lastverteilungsschicht (Estrich) [mm]

- r = Belastungskreishalbmesser [mm]

- μ = Querdehnzahl ($\mu \approx 0,2$)

- K_S = Bettungsmodul des Dämmstoffes [N/mm³]

- F = Punktlast (Einzellast) [N]

- $b = \sqrt{1,6 \cdot l^2 + h^2} - 0,675 \cdot h$ für $r < 1,724 \cdot h$ bzw. $b = r$ für $r > 1,724 \cdot h$ [mm]

Bettungsmodul nach Manns/Zeus: $KS = \frac{1,75}{c} \text{ [MN/m}^3\text{]}$

c = Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht in mm

Zusammengesetzte Dämmschichten: $KS_{\text{gesamt}} = KS_1 \cdot KS_2 / (KS_1 + KS_2)$

Beispiele:

EPS mit $KS_1 = 10 \text{ MN/m}^3$ + EPST mit $KS_2 = 0,58 \text{ MN/m}^3 \rightarrow KS_{\text{gesamt}} = 0,55 \text{ MN/m}^3$

EPST mit $KS_1 = 0,58 \text{ MN/m}^3$ + EPST mit $KS_2 = 0,58 \text{ MN/m}^3 \rightarrow KS_{\text{gesamt}} = 0,29 \text{ MN/m}^3$

Bemessungswert der zulässigen Biegezugfestigkeit:

- **zul. Biegezugfestigkeit $\beta_{Bz} = \min. \beta_{Bz} / (\gamma \cdot \varphi)$**

min. β_{Bz} = Mindestbiegezugfestigkeit (Mittelwert) des Estrichs nach DIN 18560-2

γ = Sicherheitsbeiwert ($\gamma = 1,2$)

φ = Schwingbeiwert ($\varphi = 1,4$) zur Berücksichtigung einer evtl. dynamischen Belastung

Bemessung durch Statiker!

Zweischichtige Estriche

- Beispielsweise Zementestrich + Terrazzoestrich
 - Zweischichtsystem mit unterschiedlichen E-Modulen
- Berechnung der Biegezugfestigkeit des gesamten Estrichs nur bei bekannten E-Modulen beider Schichten möglich
 - jede Schicht einzeln prüfen
- Prüfung beider Schichten zusammen
 - Bruchkraftvergleich
(Vergleich mit erforderlicher Bruchkraft eines gleich dicken einschichtigen Estrichs)