

MINDESTSTAHLFASERGEHALTE ZUM ERREICHEN VON LEISTUNGSKLASSEN NACH DAfStb-RICHTLINIE „STAHLFASERBETON“, JUNI 2021

Bei der Auswertung zahlreicher Balkenversuche im Rahmen der Erstellung einer Datenbank durch den Unterausschuss Stahlfaserbeton des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) ergeben sich Variationskoeffizienten von ca. 25 % bei Biegebalkenversuchen gemäß DAfStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“⁽¹⁾. Bei Prüfungen auf Grundlage der europäischen Prüfnorm DIN EN 14651⁽²⁾ liegen die Variationskoeffizienten bei ca. 20 %. Dieses Merkblatt soll dem Anwender ermöglichen, eigene Leistungsklassenversuche leichter einzuordnen und festzustellen, ob die durchgeführten Versuche eher im oberen oder unteren Erwartungsbereich liegen.

Werden sehr gute Ergebnisse in den Einstufungsprüfungen erzielt, sollte ein Vorhaltemaß (vgl. AST-Merkblatt „Stahlfaserbeton-Rezepturen für Industrieböden in Deutschland“⁽³⁾) bei der Herstellung sicherstellen, dass in der Praxis auf der Baustelle der gelieferte Beton die zugesicherte Eigenschaft bzw. Leistungsklasse auch zielsicher erreicht. Im Folgenden werden Mindeststahlfasergehalte für verschiedene handelsübliche Stahlfasertypen zum Erreichen von Leistungsklassen empfohlen.

Die folgenden empfohlenen Mindeststahlfasergehalte ersetzen keine notwendigen Biegebalkenprüfungen, sondern ermöglichen Ergebnisse im Rahmen der üblichen Streuungen richtig zu bewerten.

Die folgenden Mindeststahlfasergehalte basieren auf der Veröffentlichung „Empirischer Ansatz zur Bestimmung der Nachrießbiegezugfestigkeit“⁽⁴⁾. In der genannten Veröffentlichung

wird eine auf Grundlage der DAfStb-Datenbank entwickelte Formel zur Abschätzung der Leistungsklasse, unter Berücksichtigung von 680 Prüfserien für den 4-Punkt-Biegebalken gemäß Richtlinie, vorgestellt.

$$f_{\text{rim,Li}} = \frac{1}{0,37} \cdot k \cdot V_f \cdot (1 - k \cdot V_f) \cdot \frac{f_{\text{ctm,fl}}}{0,37} \cdot \zeta_{\text{Li}} \cdot \eta_v$$

mit:

ζ_{Li} Beiwert zur Berücksichtigung der Faserwirkung in Abhängigkeit von der Faserlänge und der betrachteten Durchbiegung

$$\zeta_{\text{L1}} = 1,66 - \frac{7,5 \cdot l_f}{1000} \quad \text{für L1} \rightarrow \delta_{\text{L1}} = 0,5\text{mm}$$

$$\zeta_{\text{L2}} = 0,74 + \frac{5,0 \cdot l_f}{1000} \quad \text{für L2} \rightarrow \delta_{\text{L2}} = 3,5\text{mm}$$

η_v Beiwert zur Berücksichtigung des nichtlinearen Ansatzes in Abhängigkeit vom Fasergehalt

$$\eta_v = 1 / (0,7 + 0,42 \cdot V_f)$$

Mit Hilfe dieses empirischen Ansatzes werden Mittelwerte abgeschätzt, die die empfohlenen Mindestdosierungen darstellen, die im Folgenden für die beiden Betondruckfestigkeitsklassen C25/30 und C30/37 für Stahldrahtfasern mit einfachem Endhaken und einer Zugfestigkeit der Stahlfasern von 1.100 bis 1.500 N/mm² dargestellt sind.

Betondruckfestigkeitsklasse C25/30

- > Stahldrahtfasern mit einfachem Endhaken
- > Zugfestigkeit der Stahlfasern 1.100 bis 1.500 N/mm²

Leistungsklasse	Empfohlene Mindeststahlfasergehalte [kg/m ³] für verschiedene Faserlängen und -durchmesser [mm]			
	50/1,0	60/1,0	60/0,9	60/0,75
0,9/0,6	20	17	16	13
0,9/0,9	26	20	18	15
1,2/0,9	26	24	21	18
1,2/1,2	35	28	25	21
1,5/1,2	35	30	27	22
1,5/1,5	44	35	32	26
1,8/1,5	44	36	33	27
1,8/1,8	54	43	39	32

Betondruckfestigkeitsklasse C30/37

- > Stahldrahtfasern mit einfachem Endhaken
- > Zugfestigkeit der Stahlfasern 1.100 bis 1.500 N/mm²

Leistungsklasse	Empfohlene Mindeststahlfasergehalte [kg/m ³] für verschiedene Faserlängen und Faserdurchmesser [mm]			
	50/1,0	60/1,0	60/0,9	60/0,75
0,9/0,6	17	15	14	12
0,9/0,9	23	18	16	14
1,2/0,9	23	21	19	16
1,2/1,2	31	24	22	18
1,5/1,2	31	26	24	20
1,5/1,5	39	31	28	23
1,8/1,5	39	32	29	24
1,8/1,8	47	37	34	28

Wie bereits zuvor erläutert, stellen die angegebenen Mindestdosierungen Empfehlungen dar. Bei Versuchen können auf Grundlage der üblichen Streuungen die ausgewiesenen

Leistungsklassen auch mit höheren oder geringeren Dosierungen erreicht werden.

MINDESTLEISTUNGSKLASSEN BZW. -STAHLFASERGEHALTE BEI FUGENARMEN INDUSTRIEBÖDEN

Neben den angegebenen Mindestdosierungen sollten bei fugenlosen Industrieböden auch Mindestleistungsklassen auf Grundlage der Fugenfeldgröße berücksichtigt werden. Hier sollte die Nachrisszugfestigkeit, die aus der jeweiligen Leistungsklasse abgeleitet werden kann, höher sein als die zu erwartende Zugspannung aus zentrischer Verkürzung aus Zwang. Wichtig anzumerken ist hierbei, dass eine rechnerische Rissbreitenbegrenzung unter Zwang mit reinem Stahlfaserbeton nicht zielsicher nachzuweisen ist. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass bei größeren Fugenabständen auch höhere Leistungsklassen bzw. Fasergehalte notwendig werden.

Der Bemessungswert der zentrischen Nachrisszugfestigkeit sollte höher sein als die planmäßige Zugspannung aus der Verkürzung aus dem Schwindprozess.

Im Folgenden wird eine Abschätzung der Mindestleistungsklassen in Abhängigkeit der Fugenfeldgröße für eine 20 cm dicke Bodenplatte auf zwei Folien mit einem Reibbeiwert von 0,6 durchgeführt. Der Bemessungswert der zentrischen Nachrisszugfestigkeit wird dabei gemäß DAFStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“ ermittelt.

Leistungsklasse L1	Grundwert der zentrischen Nachrisszugfestigkeit $f_{ctd,L1}^f$ [N/mm ²]	Rechenwert der zentrischen Nachrisszugfestigkeit $f_{ctR,L1}^f$ mit $K_F=1,7$ und $K_G=1,0$ [N/mm ²]	Bemessungswert der zentrischen Nachrisszugfestigkeit $f_{ctd,L1}^f$ mit $\alpha_c=1,0$ und $\gamma_{ct}^f=1,0$ [N/mm ²]
0,6	0,24	0,408	0,408
0,9	0,36	0,612	0,612
1,2	0,48	0,816	0,816
1,5	0,60	1,020	1,020
1,8	0,72	1,224	1,224

Unter Ansatz einer realistischen über die volle Fläche der Bodenplatte angesetzten Flächenlast von 15 bis 20 kN/m² ergeben sich die folgenden Mindestleistungsklassen in Abhängigkeit von den Feldgrößen. Hierbei ist zu beachten, dass es sich dabei um Lastannahmen handelt, die die Bodenplatte dauerhaft in den ersten ca. 2 Jahren an der Verkürzung durch

den Schwindprozess behindert. Auf Grundlage dieser Annahmen ergeben sich bei einer 20 cm starken Bodenplatte folgende Mindestleistungsklassen.

Feldgröße in m	Mindestleistungsklassen L1
20 x 20	1,2
25 x 25	1,2
30 x 30	1,2 bis 1,5
35 x 35	1,5 bis 1,8

Anhand der Beispielbetrachtungen wird deutlich, dass die Leistungsklasse L1 bei fugenarmen Industrieböden in der Regel im Bereich von den Leistungsklassen 1,2 bis 1,8 liegen.

Daraus ergeben sich die folgenden empfohlenen Mindestdosierungen.

Leistungsklasse L1	Mindeststahlfasergehalte [kg/m ³] für verschiedene Faserlängen und -durchmesser [mm]			
	50/ 1,0	60/ 1,0	60/ 0,9	60/ 0,75
1,2	23	21	19	16
1,5	31	26	24	20
1,8	39	32	29	24

Literatur:

- ¹⁾ DafStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“, Juni 2021
- ²⁾ DIN EN 14651 „Prüfverfahren für Beton mit metallischen Fasern – Bestimmung der Biegezugfestigkeit (Proportionalitätsgrenze, residuelle Biegezugfestigkeit)“, Dezember 2007
- ³⁾ AST-Merkblatt „Dosierung von Stahlfasern zur Herstellung von Probekörpern für die Erstprüfung zur Ermittlung der Leistungsklasse“, Oktober 2022
https://www.ast-ev.com/de/merkblatt/SFB_leistungsklasse
- ⁴⁾ Beton- und Stahlbetonbau Sonderheft Stahlfaserbeton April 2021 „Empirischer Ansatz zur Bestimmung der Nachrissbiegezugfestigkeit“, Oettl, Schulz, Lanwer

Kontakt:

Association Steel Fibre Technology e. V. (AST)

Römerstraße 42 | 59075 Hamm | Germany | E-Mail: info@ast-ev.com | Internet: www.ast-ev.com