

Bernhard Wietek

# Stahlfaserbeton

Grundlagen und Praxisanwendung

2., überarbeitete Auflage

Mit 332 Abbildungen und 26 Tabellen

PRAXIS



**VIEWEG+**  
**TEUBNER**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Geschichtliches . . . . .	1
1.1.1	Vorwort aus Vitruv – De Architectura 27 v. Chr. . . . .	1
1.1.2	Seit wann gibt es Beton? . . . . .	2
1.1.3	Seit wann gibt es Stahlbeton? . . . . .	3
1.1.4	Seit wann gibt es Stahlfaserbeton? . . . . .	3
1.2	Umweltverträglichkeit . . . . .	4
1.3	Korrosion der Stahlfasern . . . . .	5
1.4	Normen und Richtlinien . . . . .	6
1.4.1	Normen . . . . .	6
1.4.2	Richtlinien . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Zeichendefinition</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Baustoff</b>	<b>13</b>
3.1	Beton . . . . .	13
3.1.1	Betonarten . . . . .	13
3.1.2	Betonklassen . . . . .	14
3.2	Zement . . . . .	15
3.3	Gesteinskörnungen (Zuschlag) . . . . .	17
3.4	Wasser . . . . .	19
3.5	Betonzusätze . . . . .	19
3.5.1	Betonzusatzstoffe . . . . .	19
3.5.2	Betonzusatzmittel . . . . .	19
3.6	Betoneigenschaften . . . . .	20
3.6.1	Betonarten . . . . .	20
3.6.2	Einwirkungen auf den Beton . . . . .	21
3.6.3	Konsistenz . . . . .	23
3.6.4	Kurzbezeichnungen . . . . .	23
3.7	Stahlfasern . . . . .	24
3.7.1	Hakenform . . . . .	26
3.7.2	Wellenform . . . . .	26
3.7.3	Gestauchte Form . . . . .	26
3.7.4	Zugfestigkeit . . . . .	27
3.8	Bewehrungsstahl . . . . .	27
3.9	Spannstahl . . . . .	28

<b>4</b>	<b>Verarbeitung</b>	<b>31</b>
4.1	Übliche Betonsorten . . . . .	31
4.2	Zusatzstoffe für Pumpbeton . . . . .	31
4.3	Übliche Dosierungen . . . . .	31
4.4	Zugabe der Stahlfasern . . . . .	32
4.5	Mischvorgang . . . . .	33
4.6	Igelbildung . . . . .	34
4.7	Einbauen von Stahlfaserbeton . . . . .	35
4.8	Besonderheiten für Stahlfaserspritzbeton . . . . .	39
<b>5</b>	<b>Materialkennwerte</b>	<b>43</b>
5.1	Betoneigenschaften . . . . .	43
5.2	Stahlfasern . . . . .	48
5.3	Abbindevorgang . . . . .	49
5.4	Verbundwirkung der Stahlfaser . . . . .	52
5.4.1	Ausgangssituation . . . . .	53
5.4.2	Versuchsanordnung . . . . .	54
5.4.2.1	Einfacher Biegebalken . . . . .	54
5.4.2.2	Einfacher Biegebalken mit Kerbe . . . . .	55
5.4.2.3	Standardbiegebalken . . . . .	57
5.4.3	Versuchsablauf . . . . .	59
5.4.4	Auswertung der Messdaten . . . . .	61
5.4.5	Ergebnisse der Versuchsreihen . . . . .	67
5.4.6	Ermittlung der Faserkennwerte . . . . .	68
5.4.7	Materialkennwerte Stahlfaserbeton . . . . .	70
<b>6</b>	<b>Bemessung</b>	<b>73</b>
6.1	Bemessungsverfahren . . . . .	73
6.1.1	Gebrauchslastverfahren . . . . .	74
6.1.2	Traglastverfahren . . . . .	74
6.1.3	Bemessung mit Teilsicherheitsfaktoren . . . . .	75
6.2	Zuverlässigkeitskonzepte . . . . .	76
6.2.1	Deterministisches Zuverlässigkeitsprinzip . . . . .	76
6.2.2	Probabilistisches Zuverlässigkeitsprinzip . . . . .	77
6.2.3	Semiprobabilistisches Zuverlässigkeitsprinzip . . . . .	77
6.2.3.1	Nachweis der Tragsicherheit . . . . .	77
6.2.3.2	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit . . . . .	78
<b>7</b>	<b>Bemessungstheorie</b>	<b>79</b>
7.1	Bemessung für Materialwahl – Dosierung . . . . .	79
7.1.1	Biegung . . . . .	79
7.1.1.1	Zustand 1 . . . . .	79
7.1.1.2	Zustand 1–2 . . . . .	81
7.1.1.3	Zustand 2 . . . . .	82

7.1.2	Biegung mit Längskraft . . . . .	84
7.1.2.1	Kleine Ausmitte . . . . .	84
7.1.2.2	Mittlere Ausmitte . . . . .	85
7.1.2.3	Große Ausmitte . . . . .	87
7.1.3	Druckstäbe . . . . .	88
7.1.4	Schubnachweis . . . . .	90
7.1.5	Ausbruch eines Auflagers . . . . .	92
7.2	Bemessung für Querschnittswahl – Höhe . . . . .	95
7.2.1	Biegung . . . . .	95
7.2.2	Biegung mit Längskraft . . . . .	96
7.2.2.1	Kleine Ausmitte . . . . .	97
7.2.2.2	Mittlere Ausmitte . . . . .	98
7.2.3	Druckstäbe . . . . .	99
7.2.4	Schubnachweis . . . . .	101
7.2.5	Ausbruch eines Auflagers . . . . .	104
<b>8</b>	<b>Bemessungsanwendung</b>	<b>105</b>
8.1	Bemessung für Materialwahl – Dosierung . . . . .	105
8.1.1	Allgemeines . . . . .	105
8.1.2	Biegung . . . . .	106
8.1.2.1	Platten und Decken . . . . .	106
8.1.2.2	Träger . . . . .	111
8.1.3	Biegung mit Längskraft . . . . .	115
8.1.3.1	Kellerwände . . . . .	115
8.1.3.2	Wandscheibe mit Biegung . . . . .	117
8.1.3.3	Stütze mit Biegung . . . . .	119
8.1.4	Druckstäbe . . . . .	123
8.1.5	Querkraft . . . . .	125
8.1.5.1	Querkraft bei Träger . . . . .	125
8.1.5.2	Durchstanzen eines Auflagers . . . . .	127
8.1.6	Ausbruch eines Auflagers . . . . .	130
8.1.6.1	Auflager bei Träger . . . . .	130
8.1.6.2	Auflager bei Platte . . . . .	132
8.2	Bemessung für Querschnittswahl – Höhe . . . . .	136
8.2.1	Allgemeines . . . . .	136
8.2.2	Biegung . . . . .	136
8.2.3	Biegung mit Längskraft . . . . .	140
8.2.4	Druckstäbe . . . . .	143
8.2.5	Querkraft . . . . .	145
8.2.6	Ausbruch eines Auflagers . . . . .	147
<b>9</b>	<b>Beilagen</b>	<b>151</b>
9.1	Mohr-Coulomb Beziehungen . . . . .	151
9.1.1	Eindimensionale Beanspruchung . . . . .	151

9.1.2	Dreidimensionale Beanspruchung	156
9.2	Materialkennwerte	165
9.2.1	Faser FE 65/35 von ArcelorMittal	167
9.2.2	Faser HE 55/35 von ArcelorMittal	174
9.3	Bemessungsdiagramme für Platten	181
9.3.1	Fasern von Arcelor-Mittal	182
9.3.2	Fasern von Krampe-Harex	188
<b>10</b>	<b>Berechnung mit Tabellenkalkulation</b>	<b>189</b>
10.1	Bemessung für Materialwahl – Dosierung	191
10.1.1	Biegebemessung	191
10.1.1.1	Dateneingabe	191
10.1.1.2	Berechnung in Einzelschritten	193
10.1.1.3	Berechnungsergebnis	202
10.1.2	Biegung mit Druckkraft	205
10.1.2.1	Dateneingabe	205
10.1.2.2	Berechnung in Einzelschritten	207
10.1.2.3	Berechnungsergebnis	210
10.1.3	Knicken	212
10.1.3.1	Dateneingabe	212
10.1.3.2	Berechnung in Einzelschritten	215
10.1.3.3	Berechnungsergebnis	217
10.1.4	Schubbemessung	219
10.1.4.1	Dateneingabe	219
10.1.4.2	Berechnung in Einzelschritten	222
10.1.4.3	Berechnungsergebnis	223
10.2	Bemessung für Querschnittswahl – Höhe	225
10.2.1	Biegebemessung	225
10.2.1.1	Dateneingabe	225
10.2.1.2	Berechnung in Einzelschritten	228
10.2.1.3	Berechnungsergebnis	230
10.2.2	Biegung mit Druckkraft	231
10.2.2.1	Dateneingabe	231
10.2.2.2	Berechnung in Einzelschritten	234
10.2.2.3	Berechnungsergebnis	236
10.2.3	Reine Druckbelastung – Knicken	237
10.2.3.1	Dateneingabe	237
10.2.3.2	Berechnung in Einzelschritten	240
10.2.3.3	Berechnungsergebnis	242
10.2.4	Schub – Durchstanzen	243
10.2.4.1	Dateneingabe	243
10.2.4.2	Berechnung in Einzelschritten	246
10.2.4.3	Berechnungsergebnis	248