

# 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

Inhaltsverzeichnis	XIII
<b>Anhang</b>	<b>249</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>261</b>
<b>Sachverzeichnis</b>	<b>263</b>