

# Inhaltsverzeichnis

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Einführung</b>                                           | <b>1</b>  |
| 1.1 Geschichtliches                                           | 1         |
| 1.1.1 Vorwort aus Vitruv – De Architectura 27 v. Chr.         | 2         |
| 1.1.2 Seit wann gibt es Beton?                                | 4         |
| 1.1.3 Seit wann gibt es Faserbeton?                           | 5         |
| 1.2 Grundgedanken                                             | 5         |
| 1.2.1 Klassifizierung des Baustoffes                          | 5         |
| 1.2.2 Brandverhalten des Baustoffes                           | 7         |
| 1.2.3 Bemessung des Baustoffes                                | 8         |
| 1.2.4 Forderung an die Normung bzw. auch an die Bauwirtschaft | 9         |
| 1.3 Normen und Richtlinien                                    | 10        |
| 1.3.1 Normen                                                  | 10        |
| 1.3.2 Richtlinien                                             | 10        |
| <b>2 Definitionen</b>                                         | <b>13</b> |
| 2.1 Begriffe                                                  | 13        |
| 2.2 Zeichen                                                   | 14        |
| 2.3 Einheiten                                                 | 18        |
| <b>3 Beton</b>                                                | <b>19</b> |
| 3.1 Betonarten                                                | 19        |
| 3.2 Betonklassen                                              | 20        |
| 3.3 Zement                                                    | 21        |
| 3.4 Gesteinskörnungen (Zuschlag)                              | 23        |
| 3.5 Wasser                                                    | 25        |
| 3.6 Betonzusätze                                              | 25        |
| 3.6.1 Betonzusatzstoffe                                       | 25        |
| 3.6.2 Betonzusatzmittel                                       | 25        |
| 3.7 Betoneigenschaften                                        | 26        |
| 3.7.1 Betonarten                                              | 27        |
| 3.7.2 Einwirkungen auf den Beton                              | 27        |

|          |                                                   |           |
|----------|---------------------------------------------------|-----------|
| 3.7.3    | Konsistenz . . . . .                              | 30        |
| 3.7.4    | Kurzbezeichnungen . . . . .                       | 30        |
| 3.7.5    | Schwinden . . . . .                               | 31        |
| 3.7.6    | Zementsteinbildung . . . . .                      | 32        |
| 3.8      | Umweltverträglichkeit . . . . .                   | 35        |
| <b>4</b> | <b>Fasern</b>                                     | <b>39</b> |
| 4.1      | Kunststofffasern . . . . .                        | 39        |
| 4.1.1    | Mikrofasern . . . . .                             | 39        |
| 4.1.2    | Makrofasern . . . . .                             | 40        |
| 4.2      | Stahlfasern . . . . .                             | 41        |
| 4.2.1    | Hakenform . . . . .                               | 43        |
| 4.2.2    | Wellenform . . . . .                              | 44        |
| 4.2.3    | Gestauchte Form . . . . .                         | 44        |
| 4.3      | Glasfasern . . . . .                              | 45        |
| 4.3.1    | alkaliresistente Fasern . . . . .                 | 45        |
| 4.3.1.1  | Integrale Glasfasern . . . . .                    | 46        |
| 4.3.1.2  | Wasserdispersible Glasfasern . . . . .            | 47        |
| 4.3.2    | Nicht alkaliresistente Fasern . . . . .           | 48        |
| 4.4      | Naturfasern . . . . .                             | 48        |
| 4.4.1    | Pflanzenfasern . . . . .                          | 48        |
| 4.4.2    | Tierfasern . . . . .                              | 48        |
| <b>5</b> | <b>FB-Verarbeitung</b>                            | <b>51</b> |
| 5.1      | Kunststofffaserbeton . . . . .                    | 51        |
| 5.1.1    | konstruktive Anwendungen . . . . .                | 51        |
| 5.1.2    | Statisch wirksame Anwendungen . . . . .           | 52        |
| 5.1.3    | Thermisch wirksame Anwendungen . . . . .          | 52        |
| 5.1.4    | Baubiologisch interessante Auswirkungen . . . . . | 53        |
| 5.2      | Stahlfaserbeton . . . . .                         | 53        |
| 5.2.1    | Konstruktive Anwendungen . . . . .                | 53        |
| 5.2.2    | Statisch wirksame Anwendungen . . . . .           | 54        |
| 5.3      | Glasfaserbeton . . . . .                          | 54        |
| 5.3.1    | Konstruktive Anwendungen . . . . .                | 54        |
| 5.3.2    | Statisch wirksame Anwendungen . . . . .           | 54        |
| <b>6</b> | <b>FB-Eigenschaften</b>                           | <b>55</b> |
| 6.1      | Betoneigenschaften . . . . .                      | 55        |

|          |                                               |           |
|----------|-----------------------------------------------|-----------|
| 6.2      | Fasereigenschaften                            | 61        |
| 6.2.1    | Kunststofffasern                              | 61        |
| 6.2.1.1  | Mikrofasern                                   | 61        |
| 6.2.1.2  | Makrofasern                                   | 63        |
| 6.2.2    | Stahlfasern                                   | 64        |
| 6.2.3    | Glasfasern                                    | 65        |
| 6.3      | Abbindevorgang                                | 66        |
| 6.4      | Verbundwirkung von Fasern                     | 71        |
| 6.4.1    | Räumliche Verteilung der Fasern im Beton      | 73        |
| 6.4.2    | Geometrie der Fasern                          | 75        |
| 6.4.3    | Form der Fasern                               | 76        |
| 6.4.4    | Dosierung der Fasern im Beton                 | 78        |
| 6.4.5    | Material der Fasern                           | 79        |
| 6.4.6    | Ermittlung der Faserspannung                  | 79        |
| 6.5      | Versuche zur Materialprüfung                  | 80        |
| 6.5.1    | Versuchsanordnung                             | 81        |
| 6.5.1.1  | Einfacher Biegebalken                         | 81        |
| 6.5.1.2  | Einfacher Biegebalken mit Kerbe               | 82        |
| 6.5.1.3  | Standardbiegebalken                           | 85        |
| 6.5.2    | Versuchsablauf                                | 87        |
| 6.5.3    | Auswertung der Messdaten                      | 88        |
| <b>7</b> | <b>FB-Bemessung</b>                           | <b>89</b> |
| 7.1      | Bemessungsverfahren                           | 89        |
| 7.1.1    | Gebrauchslastverfahren                        | 90        |
| 7.1.2    | Traglastverfahren                             | 91        |
| 7.1.3    | Bemessung mit Teilsicherheitsfaktoren         | 91        |
| 7.2      | Zuverlässigkeitskonzepte                      | 93        |
| 7.2.1    | Deterministisches Zuverlässigkeitsprinzip     | 93        |
| 7.2.2    | Probabilistisches Zuverlässigkeitsprinzip     | 93        |
| 7.2.3    | Semiprobabilistisches Zuverlässigkeitsprinzip | 94        |
| 7.2.4    | Nachweis der Tragsicherheit                   | 94        |
| 7.2.5    | Nachweis der Gebrauchstauglichkeit            | 95        |
| 7.3      | Bemessungstheorie                             | 96        |
| 7.3.1    | Bemessung für Materialwahl – Dosierung        | 96        |
| 7.3.1.1  | Biegung                                       | 96        |
| 7.3.1.2  | Biegung mit Längskraft                        | 102       |

|         |                                                      |            |
|---------|------------------------------------------------------|------------|
| 7.3.1.3 | Druckstäbe . . . . .                                 | 107        |
| 7.3.1.4 | Schubnachweis . . . . .                              | 109        |
| 7.3.1.5 | Ausbruch eines Auflagers . . . . .                   | 112        |
| 7.3.2   | Bemessung für Querschnittswahl – Abmessung . . . . . | 114        |
| 7.3.2.1 | Biegung . . . . .                                    | 115        |
| 7.3.2.2 | Biegung mit Längskraft . . . . .                     | 116        |
| 7.3.2.3 | Druckstäbe . . . . .                                 | 119        |
| 7.3.2.4 | Schubnachweis . . . . .                              | 121        |
| 7.3.2.5 | Ausbruch eines Auflagers . . . . .                   | 124        |
| 7.4     | Bemessungsbeispiele . . . . .                        | 125        |
| 7.4.1   | Querschnitt auf Biegung . . . . .                    | 126        |
| 7.4.1.1 | Kunststofffaser . . . . .                            | 126        |
| 7.4.1.2 | Stahlfaser . . . . .                                 | 133        |
| 7.4.1.3 | Glasfaser . . . . .                                  | 141        |
| 7.4.2   | Querschnitt auf Biegung mit Normalkraft . . . . .    | 144        |
| 7.4.2.1 | Kunststofffaser . . . . .                            | 144        |
| 7.4.2.2 | Stahlfaser . . . . .                                 | 149        |
| 7.4.3   | Querschnitt auf Druck (Knicken) . . . . .            | 152        |
| 7.4.3.1 | Kunststofffaser . . . . .                            | 152        |
| 7.4.3.2 | Stahlfaser . . . . .                                 | 154        |
| 7.4.4   | Querschnitt auf Querkraft . . . . .                  | 156        |
| 7.4.4.1 | Kunststofffaser . . . . .                            | 156        |
| 7.4.4.2 | Stahlfaser . . . . .                                 | 158        |
| 7.4.5   | Anwendung mit Spritzbeton . . . . .                  | 160        |
| 7.4.5.1 | Kunststofffaser . . . . .                            | 160        |
| 7.4.5.2 | Stahlfaser . . . . .                                 | 168        |
| 7.4.6   | Anwendung mit verkehrtem Plattenbalken . . . . .     | 172        |
| 8       | <b>Anwendungen</b> . . . . .                         | <b>173</b> |
| 8.1     | Bodenplatten . . . . .                               | 173        |
| 8.1.1   | Wohnhäuser . . . . .                                 | 173        |
| 8.1.2   | Industrieböden . . . . .                             | 174        |
| 8.2     | Wände . . . . .                                      | 175        |
| 8.2.1   | Kellerwände . . . . .                                | 175        |
| 8.2.2   | Wandscheiben . . . . .                               | 176        |
| 8.3     | Decken . . . . .                                     | 178        |
| 8.3.1   | Wohnhäuser . . . . .                                 | 178        |

|                              |                                         |            |
|------------------------------|-----------------------------------------|------------|
| 8.3.2                        | Industriebauten . . . . .               | 179        |
| 8.4                          | Träger . . . . .                        | 180        |
| 8.4.1                        | Unter- und Überzüge . . . . .           | 180        |
| 8.4.2                        | Einzelträger . . . . .                  | 180        |
| 8.4.3                        | Fahrbahnen . . . . .                    | 181        |
| 8.5                          | Galerien . . . . .                      | 181        |
| 8.5.1                        | Fuß- und Radwege . . . . .              | 181        |
| 8.5.2                        | Straßen . . . . .                       | 182        |
| 8.6                          | Tunnelauskleidung . . . . .             | 183        |
| 8.6.1                        | Stützmaßnahmen . . . . .                | 184        |
| 8.6.2                        | Innenauskleidung . . . . .              | 185        |
| 8.7                          | Tübbinge . . . . .                      | 186        |
| 8.7.1                        | Tunnelbau . . . . .                     | 186        |
| 8.7.2                        | Schachtbau . . . . .                    | 187        |
| 8.8                          | Fertigteile . . . . .                   | 187        |
| 8.8.1                        | Rohre . . . . .                         | 188        |
| 8.8.2                        | Platten und Decken . . . . .            | 188        |
| 8.8.3                        | Treppen . . . . .                       | 189        |
| 8.8.4                        | Stützwände . . . . .                    | 190        |
| 8.9                          | Baugruben- u. Hangsicherungen . . . . . | 191        |
| 8.9.1                        | Baugruben . . . . .                     | 191        |
| 8.9.2                        | Hangsicherungen . . . . .               | 194        |
| 8.9.3                        | Wandsicherung . . . . .                 | 195        |
| <b>Anhang</b>                |                                         | <b>197</b> |
| <b>Tabellenverzeichnis</b>   |                                         | <b>199</b> |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b> |                                         | <b>201</b> |
| <b>Literaturverzeichnis</b>  |                                         | <b>207</b> |
| <b>Stichwortverzeichnis</b>  |                                         | <b>211</b> |