

# **Schadenfreies Bauen**

Herausgegeben von Professor Günter Zimmermann  
und Dr.-Ing. Ralf Ruhnau

Band 14

## **Schäden an Tragwerken aus Stahlbeton**

Von

Dipl.-Ing. Bernhard Brand

Dipl.-Ing. Gerhard Glatz

2., erweiterte Auflage

Mit 137 Abbildungen und 25 Tabellen

# Inhaltsverzeichnis

---

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Stahlbeton – ein Verbundwerkstoff</b>                                  | <b>13</b> |
| 1.1      | Grundprinzip und Stoffe   | 14        |
| 1.2      | Klassifizierung von Stahlbeton  | 15        |
| 1.2.1    | Betonarten  | 15        |
| 1.2.2    | Betonklassen  | 16        |
| 1.3      | Arten und Ursachen von Schäden an Stahlbetontragwerken                    | 20        |
| 1.3.1    | Übersicht   | 21        |
| 1.3.2    | Bruchmechanismen, Brucharten  | 21        |
| <br>     |   |           |
| <b>2</b> | <b>Stofflich-physikalische und verarbeitungsbedingte Schadensursachen</b> | <b>23</b> |
| 2.1      | Herstellungsfehler  | 23        |
| 2.1.1    | Betonzusammensetzung  | 23        |
| 2.1.1.1  | Zuschlagstoffe  | 24        |
| 2.1.1.2  | Zement  | 28        |
| 2.1.1.3  | Zugabewasser  | 31        |
| 2.1.1.4  | Verhältnis Wasser/Zement  | 33        |
| 2.1.1.5  | Betonzusätze  | 37        |
| 2.1.2    | Betonverarbeitung   | 42        |
| 2.1.2.1  | Einbau von Stahl und Beton  | 42        |
| 2.1.2.2  | Verdichten und Oberflächenbehandlung                                      | 49        |
| 2.1.2.3  | Nachbehandlung  | 52        |
| 2.1.3    | Transport und Montage von Fertigteilen                                    | 58        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 2.2      | Volumenänderungen und Verformungen                              | 58         |
| 2.2.1    | Bluten  | 60         |
| 2.2.2    | Schrumpfen  | 59         |
| 2.2.3    | Schwinden   | 59         |
| 2.2.4    | Quellen   | 66         |
| 2.2.5    | Kriechen  | 67         |
| 2.2.6    | Temperaturverformungen  | 70         |
| 2.3      | Chemische und physikalische Einflüsse                           | 75         |
| 2.3.1    | Betonkorrosion  | 76         |
| 2.3.2    | Bewehrungskorrosion   | 80         |
| 2.3.2.1  | Karbonatisierung und Betondeckung                               | 80         |
| 2.3.2.2  | Risse im Beton und mangelhafte Betonqualität                    | 85         |
| 2.3.2.3  | Stahlkorrosion durch Chlorideinwirkung                          | 86         |
| 2.3.3    | Schadensdiagnose und Sanierung                                  | 88         |
| 2.3.3.1  | Überprüfung der Betondeckung der Bewehrung                      | 89         |
| 2.3.3.2  | Ermittlung der Betongüte  | 92         |
| 2.3.3.3  | Ermittlung der Abreiß- bzw. Haftzugfestigkeit                   | 93         |
| 2.3.3.4  | Ermittlung der Karbonatisierungstiefe                           | 93         |
| 2.3.3.5  | Ermittlung des Feuchtegehaltes und der<br>Oberflächentemperatur | 94         |
| 2.3.3.6  | Weitere Untersuchungen  | 94         |
| 2.3.3.7  | Sanierung von Schäden infolge Bewehrungskorrosion               | 95         |
| <b>3</b> | <b>Statisch-konstruktive Schadensursachen</b>                   | <b>101</b> |
| 3.1      | Schalung und Rüstung  | 101        |
| 3.1.1    | Formtreue der Schalung  | 101        |
| 3.1.2    | Ausschalfristen   | 104        |
| 3.1.3    | Seitliche Aussteifung   | 105        |
| 3.1.4    | Dichtigkeit der Schalung  | 106        |

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| 3.2       | Rissbildung an Stahlbetonbauteilen   | 107 |
| 3.2.1     | Notwendigkeit der Begrenzung der Rißbildung  | 108 |
| 3.2.2     | Rissarten  | 110 |
| 3.2.3     | Rissursachen   | 113 |
| 3.2.3.1   | Unzweckmäßige Wahl des statischen Systems  | 113 |
| 3.2.3.2   | Falsche Belastungsannahmen   | 116 |
| 3.2.3.2.1 | Nicht berücksichtigte Beanspruchung von Bodenplatten<br>aus planmäßigen Fundamentsetzungen | 117 |
| 3.2.3.2.2 | Nicht berücksichtigte Zwängungen zwischen Decken<br>und aussteifenden Bauteilen            | 120 |
| 3.2.3.3   | Unzweckmäßige Bewehrung  | 123 |
| 3.2.3.3.1 | Konsolen   | 123 |
| 3.2.3.3.2 | Ausgeklinkte Trägerenden   | 128 |
| 3.2.3.3.3 | Balken mit Aussparungen im Steg  | 132 |
| 3.2.3.3.4 | Auswechslungen   | 136 |
| 3.2.4     | Maßnahmen zur Beschränkung der Rissbildung   | 141 |
| 3.3       | Durchbiegung von Stahlbetonbauteilen   | 145 |
| 3.3.1     | Wände auf Decken   | 146 |
| 3.3.2     | Auflagerverdrehungen   | 155 |
| 3.3.3     | Abheben von Ecken  | 162 |
| 3.4       | Horizontale Längenänderung von Stahlbetonbauteilen   | 164 |
| 3.5       | Fugen  | 174 |
| 3.5.1     | Dehnfugen  | 175 |
| 3.5.2     | Arbeitsfugen   | 178 |
| 3.5.3     | Setzungsfugen  | 181 |
| 3.6       | Brandbelastung und Brandschutz   | 183 |
| 3.6.1     | Brandbelastung   | 183 |
| 3.6.2     | Brandschutz  | 185 |
| 3.6.2.1   | Baustoffklassen  | 185 |
| 3.6.2.2   | Feuerwiderstandsklassen  | 186 |
| 3.6.2.3   | Brandschutzbemessung   | 186 |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>4</b> | <b>Überbeanspruchung aus unplanmäßigem Lastangriff<br/>oder Bauteilschwächung</b> | <b>191</b> |
| 4.1      | Dynamische Beanspruchung  | 191        |
| 4.2      | Beanspruchung aus „vorwiegend ruhenden“ Lasten                                    | 195        |
| 4.3      | Bauteilschwächung   | 198        |
| <b>5</b> | <b>Sanierung von Rissen in Stahlbetonbauteilen</b>                                | <b>201</b> |
| 5.1      | Schließen von Rissen  | 208        |
| 5.1.1    | Tränkung  | 208        |
| 5.1.2    | Injektion   | 208        |
| 5.2      | Abdichten von Rissen  | 208        |
| 5.3      | Dehnfähiges Verbinden von Rißufern  | 209        |
| 5.4      | Kraftschlüssiges Verbinden von Rißufern   | 210        |
| <b>6</b> | <b>Literaturverzeichnis</b>   | <b>211</b> |
| <b>7</b> | <b>Sachregister</b>   | <b>219</b> |