

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b>	1
1.1 Formelzeichen, Einheiten	1
1.2 Begriffe und Definitionen	3
<b>2 Werterhaltung</b>	4
2.1 Sicherheit und Wert von baulichen Anlagen	4
2.1.1 Lebenszyklus	4
2.1.2 Zuverlässigkeit	6
2.1.3 Wartung und Inspektion	7
2.1.4 Instandsetzung und Ertüchtigung	10
2.2 Bauwerksüberwachung	12
2.2.1 Eigentümerpflichten	12
2.2.2 Regelwerke zur Prüfung von Bauwerken	13
2.2.2.1 DIN 1076	13
2.2.2.2 Merkblätter des Deutschen Betonvereins	14
2.2.2.3 Hinweise der ARGEBAU	16
2.2.2.4 VDI-Richtlinie 6200	19
2.2.2.5 Weitere Richtlinien und Empfehlungen	21
2.3 Bewertung, Instandsetzung, Ertüchtigung (Überblick)	22
2.3.1 Bewertung der Tragsicherheit	22
2.3.2 Schutz und Instandsetzung von Stahlbetonkonstruktionen	25
2.3.3 Verstärkung und Ertüchtigungsmaßnahmen	26
2.3.4 Brandschutztechnische Bewertung	28
2.4 Konsequenzen für die Neubauplanung	28
<b>3 Entwicklung der technischen Regelwerke und Baukonstruktionen im Stahlbetonbau</b>	29
3.1 Technische Regelwerke	29
3.1.1 Regelwerke von 1904 bis 1972	29
3.1.2 Regelwerke von 1972 bis 2001	31
3.2 Historische Konstruktionen	32
3.2.1 Deckensysteme	32
3.2.1.1 Linien- und punktförmig gestützte Vollplatten	33
3.2.1.2 Stahlsteindecken	37
3.2.1.3 Rippendecken	39
3.2.1.4 Balkendecken	41
3.2.2 Stützen	42
3.2.3 Fundamente	46

<b>4 Baustoffe und ihre Eigenschaften</b>	47
4.1 Beton	47
4.1.1 Entwicklung	47
4.1.2 Zuordnung charakteristischer Festigkeiten	50
4.2 Betonstahl	53
4.2.1 Entwicklung	53
4.2.2 Zuordnung der charakteristischen Werte (Streckgrenze $f_{yk}$ )	54
4.3 Ermittlung der Materialeigenschaften aus einer Bauzustandsanalyse	56
4.3.1 Feststellung des Ist-Zustandes	56
4.3.2 Beton	57
4.3.3 Betonstahl	59
<b>5 Regelungen für den Stahlbetonbau (seit 1904)</b>	60
5.1 Grundlagen	60
5.2 Regelungen bis 1972	61
5.2.1 Konzept	61
5.2.2 Biegung und Längskraft	61
5.2.2.1 Bemessungsgrundlagen	61
5.2.2.2 Bemessungstafeln mit dimensionslosen Beiwerten (Pucher)	66
5.2.2.3 Besonderheiten bei Plattenbalken	70
5.2.3 Querkraft	72
5.2.3.1 Modell und zulässige Spannungen	72
5.2.3.2 Grundwerte und Grenzwerte der Schubspannung	73
5.2.3.3 Bemessung der Schubbewehrung	73
5.2.4 Druckglieder	77
5.2.5 Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit	80
5.2.5.1 Spannungs- und Rissbreitenbegrenzung	80
5.2.5.2 Durchbiegungsbegrenzung	80
5.2.5.3 Betondeckung der Bewehrung	81
5.3 Regelungen von 1972 bis 2001	82
5.3.1 Konzept	82
5.3.2 Biegung und Längskraft	82
5.3.3 Schubbemessung	83
5.3.4 Druckglieder	86
5.3.5 Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit	87
5.3.5.1 Spannungs- und Rissbreitenbegrenzung	87
5.3.5.2 Durchbiegungsbegrenzung	87
5.3.5.3 Betondeckung der Bewehrung	88
5.4 Regelungen ab 2001	89
5.5 Normenkonzepte im Vergleich	90
5.5.1 Sicherheiten bzw. Sicherheitsabstände	90

---

5.5.2 Zeitraum bis 1972 . . . . .	92
5.5.3 Zeitraum von 1972 bis 2001 . . . . .	96
5.5.3.1 Verfahren zur Schnittgrößenermittlung . . . . .	96
5.5.3.2 Platten- und plattenartige Bauteile . . . . .	97
5.5.3.3 Balkenartige Bauteile . . . . .	104
5.5.3.4 Stützen und Wände . . . . .	105
5.5.4 Schlussbetrachtung . . . . .	106
<b>6 Schutz und Instandsetzung . . . . .</b>	<b>107</b>
6.1 Dauerhaftigkeit von Stahlbetonkonstruktionen . . . . .	107
6.1.1 Bewehrungskorrosion . . . . .	107
6.1.2 Betonangriff . . . . .	108
6.1.3 Konsequenzen für die Tragwerksplanung . . . . .	109
6.1.3.1 Expositionsklassen und Mindestbetonfestigkeiten . . . . .	109
6.1.3.2 Mindestmaße $c_{\min}$ und Nennmaße $c_{\text{nom}}$ der Betondeckung . . . . .	110
6.1.3.3 Expositionsklassen bei Bestandsbauwerken . . . . .	110
6.2 Bauwerksdiagnose . . . . .	112
6.3 Instandsetzungsplanung und -durchführung . . . . .	115
6.3.1 Grundsätzliches . . . . .	115
6.3.2 Instandsetzungsprinzipien . . . . .	116
6.3.2.1 Instandsetzungsprinzipien nach TR IH . . . . .	116
6.3.2.2 Instandsetzungsprinzipien bei Bewehrungskorrosion nach TR IH	117
6.3.3 Untergrundvorbehandlung . . . . .	120
6.3.4 Füllen von Rissen und Hohlräumen . . . . .	121
6.3.5 Instandsetzungsmörtel, Oberflächenschutzsysteme . . . . .	122
6.4 Beispiel . . . . .	122
<b>7 Tragwerksplanung im Bestand . . . . .</b>	<b>124</b>
7.1 Zustandserfassung . . . . .	124
7.1.1 Bestandsaufnahme . . . . .	124
7.1.2 Kennwerte des Betons . . . . .	125
7.1.3 Kennwerte des Betonstahls . . . . .	129
7.2 Nachweise der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit bei Bestandsbauwerken . . . . .	130
7.2.1 Allgemeines . . . . .	130
7.2.2 Modifizierte Teilsicherheitsbeiwerte . . . . .	131
7.2.2.1 Grundsätzliches und allgemeine Voraussetzungen . . . . .	131
7.2.2.2 Angepasste Teilsicherheitsbeiwerte nach [DBV – 2013] . . . . .	131
7.2.3 Ausführliches Anwendungsbeispiel . . . . .	134
7.2.4 Erweiterte Verfahren der Schnittgrößenermittlung . . . . .	146
7.3 Experimentelle Methoden . . . . .	147

---

<b>8 Verstärken von Stahlbetonkonstruktionen . . . . .</b>	154
8.1 Grundsätzliches . . . . .	154
8.2 Querschnittsergänzung mit Beton . . . . .	155
8.2.1 Querschnittsergänzung mit Normalbeton . . . . .	155
8.2.2 Querschnittsergänzung mit Spritzbeton und Bewehrung . . . . .	159
8.3 Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung . . . . .	167
8.3.1 Grundsätzliche Möglichkeiten und Ausführung . . . . .	167
8.3.2 Regelungen für Klebeverstärkungen . . . . .	168
8.3.3 Grundlagen der Bemessung nach [DAfStb-Ri – 2012] . . . . .	169
8.3.3.1 Materialkennwerte . . . . .	170
8.3.3.2 Schnittgrößenermittlung . . . . .	170
8.3.3.3 Nachweis der Biegetragfähigkeit . . . . .	170
8.3.3.4 Nachweis des Verbundes . . . . .	172
8.3.3.5 Querkraftnachweis . . . . .	173
8.3.3.6 Endverbügelung zur Verhinderung eines Versatzbruchs . . . . .	174
8.3.3.7 Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit . . . . .	175
8.3.3.8 Konstruktionsregeln . . . . .	175
8.3.4 Besonderheiten bei eingeschlitzten CFK-Lamellen . . . . .	175
8.3.5 Ermüdungsnachweise, Brandschutz . . . . .	178
8.3.6 Beispiel 1: Verstärkung einer einfeldrigen Platte . . . . .	179
8.3.6.1 Ausgangssituation . . . . .	179
8.3.6.2 Nutzungsänderung und Ertüchtigung . . . . .	181
8.3.6.3 Nachweis mit EDV-Programm . . . . .	184
8.3.7 Beispiel 2: Verstärkung eines Plattenbalkens . . . . .	186
8.4 Verstärken mit Textilbeton (Carbonbeton) . . . . .	189
8.4.1 Grundsätzliches . . . . .	189
8.4.2 Tragverhalten und Bemessung der Biegezugzone . . . . .	192
8.4.2.1 Materialkennwerte . . . . .	192
8.4.2.2 Bemessungsverfahren . . . . .	194
8.4.3 Schubkraftübertragung in der Verbundfuge . . . . .	198
8.4.4 Endverankerungsnachweise . . . . .	198
8.4.4.1 Endverankerung der vorhandenen Betonstahlbewehrung . . . . .	198
8.4.4.2 Verankerung der textilen Bewehrung . . . . .	198
8.4.5 Beispiel: Verstärkung einer zweifeldrigen Platte . . . . .	200
8.4.5.1 Lasten und Schnittgrößenermittlung . . . . .	200
8.4.5.2 Biegebemessung für den Alt-Zustand . . . . .	200
8.4.5.3 Biegebemessung im Feld für den verstärkten Zustand (nach Umnutzung) . . . . .	201
8.4.5.4 Querkrafttragfähigkeit . . . . .	203
8.4.5.5 Schubkraftübertragung in der Verbundfuge . . . . .	203
8.4.5.6 Endverankerungsnachweise . . . . .	203
8.4.5.7 Weitere Nachweise . . . . .	204

<b>9 Nachträgliche Befestigung im Beton</b>	205
9.1 Allgemeines	205
9.2 Technisches Regelwerk	207
9.3 Arten von Befestigungsmitteln im konstruktiven Ingenieurbau	211
9.4 Bemessung von Befestigungsmitteln	214
9.4.1 Grundlagen der Bemessung	214
9.4.1.1 Allgemeines	214
9.4.1.2 Voraussetzungen	215
9.4.1.3 Erforderliche Nachweise und Teilsicherheitsbeiwerte	216
9.4.2 Versagen unter Zug- und Querbeanspruchung	219
9.4.3 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit	221
9.4.3.1 Zuglast	222
9.4.3.2 Querlast	231
9.4.3.3 Interaktion von Zug- und Querlast	238
9.4.4 Erforderliche Angaben der Produktspezifikation (Auszug)	240
9.5 Beispiel	241
9.6 Nachweis der Betonbauteile mit Befestigungen	242
<b>10 Normen- und Literaturverzeichnis</b>	245
<b>11 Stichwortverzeichnis</b>	257