

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
1.1 Formelzeichen, Einheiten	1
1.2 Begriffe und Definitionen	3
<b>2 Werterhaltung</b>	<b>4</b>
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>	<b>29</b>
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</b>	<b>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	Expositionsclassen und Mindestbetonfestigkeiten	109
6.1.3.2	Mindestmaße $c_{\min}$ und Nennmaße $c_{\text{nom}}$ der Betondeckung	110
6.1.3.3	Expositionsclassen 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</b>	<b>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>	<b>154</b>
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</b>	<b>Nachträgliche Befestigung im Beton</b>	<b>205</b>
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</b>	<b>Normen- und Literaturverzeichnis</b>	<b>245</b>
<b>11</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>257</b>