

Klaus Beer

Bewehren nach DIN EN 1992-1-1 (EC2)

Tabellen und Beispiele für Bauzeichner
und Konstrukteure

3. Auflage

STUDIUM

 Springer Vieweg

Bewehren nach DIN EN 1992-1-1 (EC2)

Klaus Beer

Bewehren nach DIN EN 1992-1-1 (EC2)

Tabellen und Beispiele für Bauzeichner
und Konstrukteure

3., vollst. aktual. Aufl. 2012

Dipl.Ing. Klaus Beer
Essen, Deutschland

ISBN 978-3-8348-1352-7
DOI 10.1007/978-3-8348-8656-9

ISBN 978-3-8348-8656-9 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Vieweg+Teubner Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden 2007, 2009, 2012

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Lektorat: Ralf Harms | Annette Prenzer

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE.
Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer-vieweg.de

Vorwort

Die Eurocodes, ein europäisches Normenwerk, ist mit der DIN EN 1992-1-1 für die Konstruktion neuer Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton zwingend vorgeschrieben. Das vorliegende Werk setzt keinerlei Kenntnisse nach der DIN für Stahlbeton voraus, so das auch der Anfänger anhand vieler Beispiele und Erläuterungen mit der Konstruktion beginnen kann. So wird an vielen Beispielen gezeigt, wie mit einer Zeichnung und der nebenstehenden Tabelle, bzw. Erläuterung ohne großartige Rechnerei ein Bauwerk, Bauteil konstruiert werden kann. Unter anderem erfährt der Leser alles notwendige über die DIN EN 1992-1-1, die hier nur dem Lernenden, Studierenden und Konstrukteur eine Hilfe sein sollte. Auf unnötigen Ballast wird verzichtet. Wo immer es geht, gibt der Autor aus seiner Erfahrung Tipps, wie die Bewehrung und Konstruktion vereinfacht werden kann, ohne auf die notwendige Genauigkeit zu verzichten.

Zunehmend werden Fähigkeit und Motivation Lernender, sich selbstständig in neue Aufgaben einzuarbeiten, als ein wichtiges Ergebnis beruflicher Ausbildung und Fortbildung gesehen. Strukturierendes, planerisches Denken, handlungsorientiertes Lernen und, damit verbunden, die Stoffbeherrschung werden durch das Benutzen des Handbuches gefördert.

Ich war bemüht, gemäß den Lernzielen der beruflichen Bildung und Fortbildung die Aufarbeitung des Inhalts vorzunehmen und ein einsichtiges Nachschlagesystem zu schaffen. Den genannten methodischen Zielen ist ein ausgewogenes Verhältnis von Tabellen, erklärendem Text und sorgfältig ausgewählten Zeichnungen geschuldet. Mit Hilfe dieses Handbuchs kann systematisch Wissen erworben werden.

Praktische Aufgaben mit Lösungen zur Vertiefung erworbener Kenntnisse runden die Möglichkeiten selbstständigen Wissenserwerbs ab.

Für den Auszubildenen und den Studierenden werden Tabellen nach dem EC2 geboten, die das Verständnis für die Konstruktion von Tragwerken sowie der Bewehrungsführung liefert. Dem Auszubildenen und Studierenden bietet das Handbuch beste Möglichkeiten um nachzuschlagen. Damit wird es zugleich auch zum wertvollen, unterstützenden Hilfsmittel bei der Vorbereitung von Prüfungen.

Ich spreche mit dem Handbuch auch den Lernenden an, der im Berufsleben steht und sich durch Weiterbildung den Zugang zum richtigen Konstruieren nach der DIN erschließen will.

Für den Fachmann war ich bemüht, ein leicht handbares Nachschlagewerk zu schaffen, das den Zugang zur Lösung von Problemen am Bauwerk durch Tabellen, erklärenden Text und Beispiellösungen erschließen hilft.

An dieser Stelle richte ich meinen Dank

an das
Institut für Stahlbeton
Bewehrung e. V.
Kaiserswerther Str. 137
40474 Düsseldorf

und an die
Ingenieurberatung
Pühl & Becker
Huysssenallee 86–88
45128 Essen

Klaus-Gerhard-Werner Beer
Essen, im Januar 2012

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Einführung	1
1 Baustoffe	4
1.1 Beton	4
1.2 Betonstahl	5
2 Allgemeines	6
2.1 Formelzeichen und Abkürzungen	6
2.1.1 Abkürzungen nach DIN 045-1	6
2.2 Expositionsklassen und Betondeckung	7
2.3 Brandschutz	8
2.3.1 Details zum Brandschutz	10
3 Verankerung von Betonstahl	12
3.1 Grundmaß der Verankerungslänge	12
3.2 Zugkraftdeckungslinie	13
3.3 Verankerung über den Auflagern	14
3.3.1 Verankerung über den Auflagern und Stützen	16
3.3.2 Verankerung im Feld	18
3.4 Übergreifungslängen von Betonstahl (500S)	19
3.5 Biegen von Betonstählen (B500S)	20
3.5.1 Verankerung von Bügeln und Querkraftbewehrung	21
3.6 Schweißen am Betonstahl	22
4 Betonstahlmatten	23
4.1 Sorten und Einteilung	23
4.2 Lagermatten	24
4.2.1 Darstellung der Lagermatten	25
4.2.2 Biegen von Lagermatten	26
4.3 Abstandhalter und Unterstützungen	27
4.3.1 Auswahl der Abstandhalter	27
4.3.2 Auswahl der Unterstützungen	27
4.4 Listenmatten	28
4.4.1 Beschreibung von Listenmatten	30
4.4.2 Darstellung von Listenmatten	31
4.4.3 Betonstahlmattenkörbe aus Listenmatten	32
4.4.4 Sonderdynmatten	33

5	Gründung	34
5.1	Gründungsarten	34
5.2	Die Flächengründung	35
5.3	Das Einzelfundament	36
5.3.1	Bewehrung zum Einzelfundament	37
5.3.2	Beschreibung zum Einzelfundament	38
5.3.3	Bewehrung zum Einzelfundament	39
5.3.4	Beschreibung zum Streifenfundament	40
5.3.5	Bewehrung zum Streifenfundament	41
5.4	Blockfundament mit zwei Stützen	42
5.4.1	Bewehrung zum Blockfundament	43
5.4.2	Blockfundament mit Ankerbarren	44
5.4.3	Bewehrung zum Blockfundament mit Rückverankerung	45
5.5	Köcherfundament	46
5.5.1	Köcherfundament (Schalung)	47
5.5.2	Blockfundament mit Köcher	48
5.5.3	Bewehrung zum Blockfundament	49
5.5.4	Bewehrung (Fundamentplatte) zum Köcherfundament	50
5.5.5	Köcherfundament Bewehrung (Köcherbewehrung)	51
5.6	Fundament, Sonderformen	52
5.6.1	Bewehrung der Sonderformen	53
5.7	Durchstanzbewehrung für Fundamente	54
5.7.1	Durchstanzen, Bewehrung	55
5.8	Die Fundamentplatte	56
5.8.1	Bewehrung zur Fundamentplatte	57
5.8.2	Die Stützwand	58
5.8.3	Bewehrung zur Stützwand	59
5.9	Durchstanzbewehrung für ein Fundament	60
5.10	Flachgründung	61
5.11	Tiefengründung	62
5.11.1	Tiefengründung, Details	63
5.11.2	Berliner Verbau	64
5.11.3	Berliner Verbau, Darstellung	65
5.11.4	Die Bohrpfahlbewehrung	66
5.11.5	Bewehrung zum Bohrpfahl	67
5.11.6	Wendelberechnung	68
5.11.7	Bohrpfahl mit Balken	69
5.11.8	Kopfbalken	70
5.11.9	Bewehrung zum Kopfbalken	71
5.11.10	Bohrpfahlwand mit Kopfbalken	72
5.11.11	Bohrpfahl mit Balkenrost	73
5.12	Die Deckelbauweise	74
5.12.1	Darstellung der Deckelbauweise	75

6	Bodenplatten	76
6.1	Die Bodenplatte	76
6.1.1	Die Bodenplattenversprünge	77
6.1.2	Bewehrung der Bodenplatten	78
6.1.3	Bewehrungsanordnung	79
6.1.4	Rissbreitenbewehrung	81
6.1.5	Rissbreitenbewehrung zur Bodenplatte	82
6.1.6	Rissbreitenbewehrung	82
6.2	Erläuterung zu den Bewehrungsdetails	84
6.2.1	Bewehrungsdetails	85
6.2.2	Erläuterung zu den Innenwandanschlüssen	86
6.2.3	Bewehrung zu den Innenwandanschlüssen	87
6.3	Bewehren einer Bodenplatte	88
6.3.1	Bodenplattenbewehrung	89
6.3.2	Bewehren einer Bodenplatte mit Versprung	90
6.3.3	Bewehrungsführung der Bodenplatte	91
7	Die Weiße Wanne	92
7.1	Erläuterung zur Weißen Wanne	92
7.1.1	Bewehrungsdetails zur Weißen Wanne	93
8	Stützen	94
8.1	Ortbetonstützen	94
8.1.1	Bewehrungsquerschnitte der Stützen	95
8.1.2	Übergreifungslänge für Stützen	96
8.1.3	Übergreifungslänge	97
8.2	Beschreibung zur Stütze eingeschossig	98
8.2.1	Bewehrungsführung der Stütze	99
8.3	Erläuterung zur Stütze	100
8.3.1	Bewehrung einer Stütze mit Anschluss	101
8.4	Erläuterung zur Stütze 20/70 cm	102
8.4.1	Bewehrung einer Stütze, 20/70 cm	103
8.5	Stütze rund	104
8.5.1	Bewehrung zur runden Stütze	105
8.6	Stütze hoch bewehrt	106
8.6.1	Bewehrung der hoch bewehrten Stütze	107
8.7	Stützenanschlüsse	108
8.7.1	Bewehrung der Stützenanschlüsse	109
8.8	Verbundstützen	110
8.8.1	Querschnitte von Verbundstützen	110
8.8.2	Konsolbewehrung	110
8.9	Wendelberechnung	113
8.10	Stütze über zwei Geschosse	114
8.10.1	Bewehrung einer Stütze über zwei Geschosse	115

9	Unterzüge	116
9.1	Unterzüge, Einführung	116
9.1.1	Abkürzungen nach EC2-1-1 und Tabellen	117
9.1.2	Querschnitte der Unterzüge	118
9.1.3	Bewehrung der Querschnitte von Unterzügen	119
9.1.4	Erläuterung zur Bewehrungsführung	120
9.1.5	Bewehrungsführung bei Unterzügen	121
9.2	Bewehren eines Betonbalkens	122
9.2.1	Betonbalkenbewehrung	123
9.3	Unterzug (Einfeldbalken)	124
9.3.1	Bewehrungsführung des Unterzugs	125
9.4	Überzug	126
9.4.1	Überzugbewehrung	127
9.5	Unterzug (Zweifeldbalken)	128
9.5.1	Bewehrung eines Zweifeldbalkens	129
9.6	Unterzug-Auflager auf eine Konsole	130
9.6.1	Bewehrungsführung des hochgezogenen Auflagers	131
9.7	Betonbalken gebogen	132
9.7.1	Bewehrungsführung des gebogenen Betonbalkens	133
9.8	Indirektes Unterzugauflager	134
9.8.1	Bewehrungsführung eines indirekten Unterzugaufлагers	135
9.9	Deckengleiche Balken	136
9.9.1	Balken mit Torsion	136
9.9.2	Bewehrung der deckengleichen Balken	137
9.9.3	Bewehrung eines Balkens mit Torsion	138
9.9.4	Unterzug mit Öffnungen	139
9.9.5	Bewehrung der Unterzüge mit Öffnungen	140
9.9.6	Bewehrung der Balken b größer h	141
9.10	Unterzug mit Kragarm	142
9.10.1	Bewehrungsführung des Unterzugs	143
10	Rahmen	144
10.1	Rahmentragwerke	144
10.1.1	Bewehrungsführung der Rahmenecke	145
10.2	Rahmenecke und Mittelriegel	146
10.2.1	Bewehrungsführung der Rahmenecke und Mittelriegel	147
10.3	Rahmenecke (Zug innen)	148
10.4	Rahmenecken-Ausbildung	148
10.3.1	Bewehrung der Rahmenecken, Zug innen	149
10.4.1	Bewehren von Rahmenecken	150
10.4.2	Bewehrungsführung der Rahmen-Innenknoten	151
10.5	Der Rahmen	152
10.5.1	Bewehrungsführung eines Rahmens	153
10.5.2	Der Rahmen (Fortsetzung)	154
10.5.3	Vergrößerte Darstellung des Rahmens	155

11 Betonwände	156
11.1 Betonwände, Einführung	156
11.2 Eine Betonwand bewehren	157
11.2.1 Bewehrungsführung der Betonwand	159
11.3 Betonwand mit Stütze	160
11.3.1 Bewehrung einer Betonwand mit Stütze	161
11.4 Betonwand mit Rissbreite	162
11.4.1 Bewehrung einer Betonwand mit Rissbreite	163
11.5 Betonwand mit Erddruck und Rissbreitenbewehrung	164
11.5.1 Bewehrung der Betonwand mit Erddruck und Rissbreitenbewehrung	165
11.6 Betonwand mit Konsolen	166
11.6.1 Bewehrung von Wandkonsolen	167
11.7 Betonwand auf zwei Stützen	168
11.7.1 Bewehrung einer Betonwand auf zwei Stützen	169
11.8 Betonwand auf zwei Stützen mit eingehängter Last	170
11.8.1 Bewehrung einer Betonwand mit eingehängter Last	171
11.9 Betonwand mit Kragarm	172
11.9.1 Bewehrung einer Betonwand mit Kragarm	173
11.10 Betonwand über ein mehrfaches Auflager	174
11.10.1 Bewehrung einer Wand über ein mehrfaches Auflager	175
11.11 Nachträglicher Einbau einer Betonwand	176
11.11.1 Bewehrung einer nachträglich eingebauten Wand	177
11.11.2 Schalung der nachträglich eingebauten Betonwand	178
11.12 Wand oder Balken	179
11.12.1 Halbfertigteile-Wände	179
11.13 Betonwand über ein mehrfaches Auflager	180
11.13.1 Bewehrung einer Betonwand mit mehrfachem Auflager	181
11.13.2 Bewehrung der Betonwand (Eisenauszug)	182
12 Decken	183
12.1 Decken, Einführung	183
12.1.1 Decken, Einführung andere Decken	184
12.1.2 Ermittlung der Stablängen	185
12.2 Einfeldplatte mit Kragarm	186
12.2.1 Bewehrungsführung der Decke	187
12.3 Durchlaufplatte über zwei Felder	188
12.3.1 Bewehrungsführung der Durchlaufplatte	189
12.4 Durchlaufplatte, 4-seitiges Auflager	190
12.4.1 Bewehrung der 4-seitig gestützten Platte	191
12.5 Deckenplatte dreiseitig gelagert	192
12.5.1 Bewehrung der dreiseitig gelagerten Platten	193
12.6 Die Flachdecke	194
12.6.1 Bewehrung einer Flachdecke	195

13 Durchstanzbewehrung	196
13.1 Durchstanzbewehrung in Decken	196
13.1.1 Die kritischen Flächen	197
13.2 Durchstanzbewehrung in der Ecke und am Rand	198
13.2.1 Durchstanzbewehrung in der Ecke	198
13.2.3 Durchstanzbewehrung am Rand	198
13.2.2 Durchstanzbewehrung in der Ecke	199
13.3 Bereiche der Durchstanzbewehrung	201
13.4 Durchstanzbewehrung im Feld über der Stütze	202
13.4.1 Bewehrung einer Durchstanzbewehrung im Feld	203
13.5 Durchstanzbewehrung mit Pilzkopf	204
13.5.1 Bewehrung der Durchstanzbewehrung mit Pilzkopf	205
13.6 Deckenaufleger	206
13.6.1 Deckenaufleger in eine vorhandene Wand	207
13.6.2 Decken-Details	208
14 Treppen	209
14.2 Ortbeton-Treppe	210
14.2.1 Bewehrungsführung der Ortbetontreppe	211
14.3 Bewehrungsführung des Treppenanschlusses	212
14.3.1 Fertigteiltreppe und gewandelt	213
15 Schachtbewehrung	214
16 Sonderbauteile	215
16.1 Spaltzugbewehrung	215
16.2 Bewehrung einer Wand mit $A_S \geq 0,02 A_C$	215
16.3 Fertigteil-Deckenplatten	216
16.3.1 Endauflager Filigranplatten	216
16.3.2 Plattenstoß	216
16.3.3 Spannbeton-Hohldielen	216
16.4 Decke mit Schubbereichen	217
16.5 Fertigteilstütze mit angeformten Fundament	218
16.5.1 Bewehrung zur Fertigteilstütze mit angeformten Fundament	219
Formeln und Tabellen	220
Schwerpunktermittlung in Flächentragwerken	220
Tabelle alte Lagermatten-Programm bis 2008	221
Tabellen der Übergreifungslängen	228
Tabellen der Bewehrungsquerschnitte	230
Tabellen der Biegerollendurchmesser	231
Lagermatten-Programm	233
Tabellen der Übergreifungslängen von Lagermatten	234
Tabellen zu den Maschenregeln	235
Sachwortverzeichnis	241

Einführung

Das neue Normenwerk:

Die 10 Eurocodes

- Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung
- Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke
- Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
- Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
- Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton
- Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
- Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
- Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
- Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben
- Eurocode 9: Berechnung und Bemessung von Aluminiumkonstruktionen

Diese 10 Eurocodes sind weiter in 58 Teile untergliedert. Zusätzlich gibt es zu jedem Eurocode die nationalen Anhänge. Für uns ist der Eurocode 2 (EC2) mit der DIN EN 1992-1-1 interessant.

Die Bewehrung

Ein Bauteil aus dem Verbundbaustoff Stahlbeton kann für fast alle tragenden Konstruktionen des Ingenieurbaus herangezogen werden.

Der Verbund der Bewehrung mit dem Beton entsteht durch die Verzahnung (Rippen) der Bewehrungsstäbe mit dem Bindemittel Zement.

Stahlbeton nimmt besonders hohe Druck- und Zugbelastungen auf, wobei der Beton mit den erforderlichen Zusätzen besonders für den Brandschutz, bei Umwelteinflüssen durch Chloride und chemischen Angriff und für Unterwasserbauwerke geeignet ist.

Da der Beton zwar eine hohe Druckfestigkeit besitzt, jedoch eine geringe Zugfestigkeit aufnehmen kann, wird eine Bewehrung eingelegt.

Die Bewehrung hat nun die Aufgabe, die Zugkräfte der aus Biegung oder Zug beanspruchten Bauteile aufzunehmen. Hierbei muss die Bewehrung in Richtung der Zugzone eingelegt werden.

In Platten und Balken ist die Bewehrung horizontal zu verlegen. Für die einwirkende Querkraft sind Bügel mit ihren vertikalen Schenkeln anzurechnen. Aufgebogene Stäbe hingegen nur bis zu einem Winkel von 90° bis 45° .

Ein unbewehrter Betonbalken würde beim ersten Riss versagen, ohne dass die hohe Betondruckfestigkeit des Betons f_{ck} erreicht wurde. Die hohe Druckfestigkeit des Betons kann für die aus Biegung beanspruchten Bauteile ausgenutzt werden.

Bei nur auf Druck beanspruchten Bauteilen kann durch geeignete Bewehrung die Tragfähigkeit auf Druck erhöht werden.

Die Tragfähigkeit eines Bauteils ist nach dem Sicherheitskonzept geregelt. Für die Anwendung gilt die DIN EN 1990 mit den Ergänzungen in der DIN EN 206-1. Nach diesem Konzept wird in der statisch konstruktiven Bearbeitung in drei Bereiche unterschieden.

Die Tragfähigkeit

Ein Tragwerk muss so ausgebildet werden, dass es allen Einwirkungen widersteht. Auch außergewöhnliche Einwirkungen wie Erdbeben und Brandbeanspruchung sollte es ohne größere Schäden überstehen. Die Sicherheit des Tragwerks ist durch rechnerische und konstruktive Maßnahmen zu gewährleisten. Hierzu gehören der richtige Einbau und die konstruktive Ausbildung der Bewehrung.

In Platten und Balken liegt die Tragbewehrung unten und muss über das Auflager geführt werden. Auf eine ausreichende Auflagertiefe ist bei der Konstruktion und Bewehrungsführung zu achten. Auch Aussparungen für die Rolladenführung sollten beachtet werden. Über den Mittelauflagern bei durchlaufenden Betonbauteilen ist oben eine Stützbewehrung einzubauen.

Schlanke Betonbauteile bewirken einen hohen Bewehrungsanteil und eine damit verbundene große Verankerungslänge am Endauflager. Eine größere Betondeckung ist mit einzubeziehen. Um eine gute Bewehrungsführung zu erreichen, sollte eine Betonplatte bzw. eine Deckenplatte über die Spannweite von 4,50 m mindestens 20 cm stark sein. Betonbalken mit den Abmessungen 24/70 cm können bis zu einer Länge von 5,50 m gut bewehrt werden. Ein zu hoher Bewehrungsgehalt führt oft zu einem Mangel am Bauteil.

Die Gebrauchstauglichkeit

Hierbei sind die Gebrauchseigenschaften des Tragwerks während der gesamten Nutzungsdauer gefordert. Das Tragwerk soll sich nicht zu stark verformen und in unangenehme Schwingungen geraten. Das Auftreten übermäßiger Rissbildung ist durch eine geeignete Bewehrung zu verhindern. Durch die Wahl eines nicht zu großen Stabdurchmessers in der Tragbewehrung und einen nicht zu großen Stabdurchmesser in der Bügelbewehrung mit einem engeren Bügelabstand ist eine übermäßige Rissbildung zu verhindern.

Die Dauerhaftigkeit

Durch einen geeigneten Beton und eine ausreichende Betonüberdeckung zur Bewehrung soll das Bauteil gegen physikalische und chemische Eingriffe geschützt werden.

Ein besonderes Augenmerk ist auch auf die Herstellungs- und Unterhaltsaufwendungen zu richten. Ist die Betondeckung zu groß oder zu klein, können im Beton Risse entstehen, die später zu Betonabplatzungen führen können. Der Unterhaltsaufwand ist dann sehr groß.

Die geeignete Bewehrungswahl zu den Bauteilabmessungen können die Herstellungskosten senken.

In der DIN EN 1992-1-1 ist die erforderliche Betondeckung nach Expositionsklassen geregelt und kann nach den Umwelteinflüssen, die auf ein Bauteil einwirken, bestimmt werden.

Die Robustheit

Einzelne Tragwerke können einer ungewöhnlich hohen oder ungeplanten Einwirkung ausgesetzt sein. Das sind zum Beispiel eine sehr hohe Schneelast, ein Gebäude in Bergbauensenkungsgebieten oder ein Gebäude, in der Explosionsgefahr besteht. Auch die Anprallbelastung muss berücksichtigt werden. Die erforderliche Tragbewehrung wird in diesem Fall durch eine zusätzliche Bewehrung ergänzt.

In der heutigen Zeit führen Bauwerksentwürfe zu immer schlankeren Tragwerken. Wohl kann das Tragwerk nach der Computeranalyse bemessen werden, wird dann aber nach dem billigsten Bieter in der Tragwerkskonstruktion und Ausführung gesucht, nehmen Tragwerksschäden durch eine geringere Bauqualität und Bemessung zu.

Schon nach 5 Jahren kann man Sicherheitsmängel an den modernen Baukonstruktionen erkennen. Es ist immer eine ausreichende mechanische Festigkeit und Standsicherheit gefordert.

In der DIN EN 1992-1-1 ist konkretisiert, welche Folgen aus möglichen Einwirkungen auf ein Tragwerk nicht eintreten dürfen:

- Einsturz des gesamten Bauwerks oder eines Teils.
- Größere Verformungen in unzulässigem Umfang.
- Beschädigung anderer Bauteile oder Einrichtungen und Ausstattungen infolge zu großer Verformungen des Tragwerks.

- Beschädigung durch ein Ereignis in einem zur ursprünglichen Ursache unverhältnismäßig großen Ausmaß.

Die Robustheit eines Bauteils wird durch

- fehlerfreie Berechnungen,
- sorgfältiges Konstruieren,
- hochwertige Baustoffe,
- bekannte und bewährte Bauweise und
- eine regelmäßige, sorgfältige Überprüfung erzielt.

1 Baustoffe

1.1 Beton

Der Beton ist in der europäischen Norm EN 206-1 geregelt. Sie ist mit der nationalen Anwendungsregel, der DIN 1045-2, zu verwenden. Der DIN Fachbericht 100 fasst beide Normen zusammen und beschreibt die Eigenschaften des Betons.

Beton besteht aus einer Mischung von

- Zement,
- Gesteinskörnung,
- Wasser und
- eventuell Zusatzmitteln, Zusatzstoffen.

Der Zement sollte nach der Verwendungsart, den Bauteilabmessungen, den Umgebungsbedingungen und der Wärmeentwicklung des Betons im Bauwerk gewählt werden.

Die Gesteinskörnung besteht aus natürlichen oder künstlich gebrochenen, mineralischen Stoffen. Auch Recyclingmaterial kann verwendet werden. Für Normalbetone werden Korngrößen verwendet, die kleiner oder gleich 32 mm sind. Zu beachten ist, dass die Korngröße immer 5 mm kleiner als der lichte Abstand der Bewehrungsstäbe sein sollte.

Der Wasserzementwert richtet sich nach den Umgebungsbedingungen und den Anforderungen, die an den Beton gestellt werden. Die Anteile an **Wasser** sind in der **EN 206-1** geregelt.

Zusatzmittel, Zusatzstoffe werden dem Beton zugegeben, wenn an ihn erhöhte Anforderungen gestellt werden, z. B. beim Betonieren um die Frostgrenze, bei Unterwasserbetonen und beim Einsatz von WU-Betonen.

Bei der Bauabnahme kann man anhand von Lieferscheinen bzw. Aufschriften auf dem Zementsack erkennen, welcher Beton eingebaut wird. Ihnen entnimmt man Zementart, Festigkeitsklasse, das Lieferwerk und das Gewicht sowie die Kennzeichnung für die

Güteüberwachung und die Bezeichnung für besondere Eigenschaften.

Für unsere Zwecke reicht die Aufteilung der Betonsorten nach den Expositionsklassen. Alle anderen Anforderungen und Zuschläge sind in den verschiedenen Normen geregelt und dort nachzulesen.

Beton der Güte C8/10 wird nur für die Sauberkeitsschicht verwendet. Eine Sauberkeitsschicht von 5 bis 10 cm sollte immer unter einem Gründungsbauteil eingebaut werden. Diese verhindert einen direkten Kontakt des Betons mit dem aggressiven Erdreich. Beton wird mit dem Buchstaben C aus dem Englischen „concrete“ und Leichtbeton mit den Buchstaben LC für „lightconcrete“ geschrieben.

Normalbeton ist ein C12/15; C16/20; C20/25; C25/30; C30/37; C35/45; C40/50; C45/55 und ein C50/60.

Hochfester Beton ist ein C55/67; C60/75; C70/85; C80/95; C90/105; C100/115.

Hochfester Beton ist in der DIN 1045-2 geregelt.

Die erste Zahl gibt die charakteristische Betondruckfestigkeit am Würfel an. Die zweite Zahl gibt die charakteristische Betondruckfestigkeit am Zylinder an. Die Würfeldruckfestigkeit ist für Deutschland maßgebend.

Leichtbetone werden in den Sorten LC8/9; LC12/13; LC16/18; LC20/22; LC25/28; LC30/33; LC35/38; LC40/44; LC45/50; LC50/55; LC55/60 und LC60/66 unterteilt.

Wasserundurchlässiger Beton ist in der DIN 1045-2 Absatz 5.5.3 und DIN EN 206-1 geregelt. Zur Ausführung muss mindestens ein Beton C25/30 vorgesehen werden.

Beton für hohe Gebrauchstemperaturen bis 250 °C ist in der DIN 1045-2, 5.3.6 beschrieben.