



Minnert

Stahlbeton-Projekt

5-geschossiges Büro- und Geschäftshaus

Konstruktion und Berechnung
nach Eurocode 2

5. Auflage

Bauwerk **BBB**
Beuth

Stahlbeton-Projekt
5-geschossiges Büro- und Geschäftshaus

Prof. Dr.-Ing. Jens Minnert

Stahlbeton-Projekt

5-geschossiges Büro- und Geschäftshaus

**Konstruktion und Berechnung
nach Eurocode 2**

5., überarbeitete und erweiterte Auflage

**Bauwerk
Beuth**

Bauwerk

© 2022 Beuth Verlag GmbH

Berlin · Wien · Zürich

Am DIN-Platz

Burggrafenstraße 6

10787 Berlin

Telefon: +49 30 2601-0

Telefax: +49 30 2601-1260

Internet: www.beuth.de

E-Mail: kundenservice@beuth.de

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in elektronische Systeme.

Die im Werk enthaltenen Inhalte wurden vom Verfasser und Verlag sorgfältig erarbeitet und geprüft. Eine Gewährleistung für die Richtigkeit des Inhalts wird gleichwohl nicht übernommen. Der Verlag haftet nur für Schäden, die auf Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit seitens des Verlages zurückzuführen sind. Im Übrigen ist die Haftung ausgeschlossen.

Druck und Bindung: Plump Druck & Medien GmbH, Rheinbreitbach
Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier nach DIN EN ISO 9706.

ISBN 978-3-410-29403-0

Vorwort

In der vorliegenden 5. Auflage des Buches „Stahlbeton-Projekt – Konstruktion und Bemessung nach Eurocode 2“ wird anhand eines konkreten Projektes aus dem Hochbau die Anwendung des Eurocode 2 (DIN EN 1992-1-1) praxisgerecht aufgezeigt. Hierbei werden die erforderlichen Nachweise mit dem zugehörigen Nationalen Anhang für die wesentlichen Bauteile „Schritt für Schritt“ erläutert und geführt. Der Schwerpunkt dieses Buches liegt nicht auf einer Erläuterung der Bemessungs- und Konstruktionsgrundlagen, da hierfür bereits zahlreiche Lehrbücher erhältlich sind.

Um den Lesern einen möglichst vollständigen Einblick in die Bemessungs- und Konstruktionsregeln des Eurocode 2 unter Berücksichtigung des Nationalen Anhangs zu geben, wurden die einzelnen Bauteilnachweise ausgehend von der Wahl des statischen Systems bis hin zur Umsetzung der Berechnung in einen Bewehrungsplan für die Bauausführung behandelt. In einer Kommentarspalte werden Ergänzungen und Erläuterungen zu den Nachweisen angegeben. Die einzelnen Bauteile werden jeweils in einem Kapitel behandelt, sodass jedes Bauteil weitgehend losgelöst von den übrigen Kapiteln betrachtet werden kann.

Die unterschiedlichen Bauteilnachweise sollen dem Praktiker bzw. Studierenden helfen, die oft umfangreichen Nachweise am Beispielprojekt zu verstehen und für eigene Projekte und Problemstellungen umsetzen zu können. Im Rahmen des Beispielprojektes wird die Gebäudeaussteifung sowie die Bemessung von Deckenplatten, eines Unterzuges, Stützen, einer Treppenanlage, von Wänden und einer Bodenplatte behandelt. Ergänzt werden die einzelnen Kapitel durch praxisgerechte Bewehrungspläne sowie durch eine Brandschutzbemessung nach DIN EN 1992-1-2 in Verbindung mit dem zugehörigen Nationalen Anhang. In den Kapiteln 12 bis 14 werden in dieser Auflage erstmals Hinweise und Erläuterungen zur Planungsmethode Building Information Modeling (BIM) gegeben.

Den Lesern möchte ich für die gute Annahme des Buches in den ersten Auflagen und die positiven Anregungen zur Weiterentwicklung danken, sowie dem Beuth Verlag für die gute und kooperative Zusammenarbeit.

Ehringshausen, im April 2022

Jens Minnert

Theresa, Rahel und Samuel gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Inhalt und Anwendungsbereich des Eurocode 2	1
1.2	Bautechnische Unterlagen.....	3
1.3	Inhalt einer prüffähigen statischen Berechnung.....	4
1.4	Wichtige Angaben in Bewehrungszeichnungen	4
1.5	Hinweise zur Tragwerksbemessung für den Brandfall	5
1.6	Symbole und Abkürzungen (Auswahl).....	7
2	Das Beispielprojekt.....	9
2.1	Baubeschreibung.....	9
2.2	Ansicht, Grundriss und Schnitt des Gebäudes	9
2.3	Wesentliche Nachweise in den einzelnen Kapiteln	11
3	Lastermittlung und Aussteifung.....	13
3.1	Allgemeines, System und Bauteilmaße.....	13
3.2	Einwirkungen	14
3.2.1	Vertikallasten aus Decken.....	14
3.2.2	Vertikallasten (Stützen, Wände, Unterzug, Fassade).....	16
3.2.3	Lastzusammenstellung.....	17
3.2.4	Vertikale veränderliche Einwirkungen mit Abminderung..	21
3.2.5	Horizontallasten aus Wind.....	23
3.2.6	Horizontallasten aus Imperfektion auf Wandscheiben	27
3.2.7	Horizontallasten aus Imperfektion auf Deckenscheiben.....	29
3.3	Räumliche Steifigkeit und Stabilität	31
3.3.1	Allgemeines	31
3.3.2	Querschnittswerte der aussteifenden Wandscheiben	33
3.3.3	Aussteifungskriterium Seitensteifigkeit.....	34
3.3.4	Aussteifungskriterium Verdrehsteifigkeit.....	34
3.3.5	Betonzugspannungen der aussteifenden Wandscheiben....	38
3.3.6	Betonzugspannungen der Wandscheiben W 1 und W 2	38
3.3.7	Betonspannungen für Wandscheibe W 3	41
3.4	Aufteilung der Horizontalkräfte.....	43
3.5	Bemessung der Wandscheibe W 3 im Erdgeschoss.....	45
3.5.1	Zusammenstellung der Einwirkungen	45
3.5.2	Bemessungswerte der Baustoffe.....	46
3.5.3	Mindestbewehrung für Stahlbetonwände	47
3.5.4	Bemessung der Wandscheibe W 3.....	48
3.6	Bemessung der aussteifenden Deckenscheibe	51
3.7	Brandschutznachweis der Wandscheibe W 3	53
3.8	Bewehrungsplan der aussteifenden Wandscheibe W 3	54

4	Bemessung einer Flachdecke	55
4.1	Allgemeines	55
4.2	System und Bauteilmaße.....	55
4.3	Betonfestigkeitsklasse, Betondeckung, Verlegemaße	56
4.4	Erforderliche Plattendicke.....	57
4.5	Einwirkungen	58
4.5.1	Charakteristische Werte der Einwirkungen	58
4.5.2	Bemessungswerte der Einwirkungen.....	58
4.6	Schnittgrößenermittlung mithilfe eines FEM-Programms.....	59
4.6.1	Vorbemerkungen	59
4.6.2	Schnittgrößenermittlung (Gebrauchstauglichkeit).....	60
4.6.3	Schnittgrößenermittlung (Tragfähigkeit).....	61
4.7	Schnittgrößenermittlung mit der Gurtstreifenmethode	67
4.8	Vergleich der FEM-Berechnung mit der Gurtstreifenmethode	71
4.9	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Biegung.....	72
4.10	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen	75
4.10.1	Innenstütze ST-B5	75
4.10.2	Randstütze ST-C2	83
4.10.3	Eckstütze ST-C1	84
4.10.4	Wandscheibe W 1	85
4.11	Querkraftbemessung außerhalb der Durchstanzbereiche.....	86
4.12	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	89
4.12.1	Spannungsbegrenzung unter Gebrauchsbedingungen	89
4.12.2	Begrenzung der Rissbreite	89
4.12.3	Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite	90
4.12.4	Begrenzung der Rissbreite (stat. erf. Bewehrung).....	90
4.12.5	Begrenzung der Verformungen	91
4.13	Bewehrungsführung und bauliche Durchbildung	93
4.13.1	Versatzmaß	93
4.13.2	Grundmaß der Verankerungslänge	93
4.13.3	Verankerung (Rand-, Eckstützen und Wandscheiben)	94
4.13.4	Verankerung (Innenstützen)	99
4.13.5	Verankerung außerhalb der Auflager	101
4.13.6	Mindestbewehrung (Duktilität).....	101
4.14	Brandschutznachweis der Flachdecke	102
4.15	Bewehrungsplan der Regelgeschossflachdecke.....	103
5	Bemessung der Deckenplatte im Kellergeschoss.....	109
5.1	Allgemeines	109
5.2	System und Bauteilmaße.....	109
5.3	Effektive Stützweiten	109
5.4	Betonfestigkeitsklasse, Betondeckung, Verlegemaße	110
5.5	Erforderliche Plattendicke.....	110

5.6	Einwirkungen	111
5.6.1	Charakteristische Werte der Einwirkungen	111
5.6.2	Bemessungswerte der Einwirkungen	112
5.7	Schnittgrößenermittlung	113
5.7.1	Grenzzustände der Tragfähigkeit	113
5.7.2	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	113
5.7.3	Schnittgrößenumlagerung über dem Innenaufleger	114
5.8	Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit	115
5.8.1	Bemessungswerte der Baustoffe	115
5.8.2	Biegebemessung	116
5.8.3	Querkraftbemessung	120
5.9	Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit	123
5.9.1	Spannungsbegrenzung unter Gebrauchsbedingungen	123
5.9.2	Begrenzung der Rissbreite	123
5.9.3	Begrenzung der Verformungen	125
5.10	Bewehrungsführung und bauliche Durchbildung	126
5.10.1	Versatzmaß	126
5.10.2	Grundmaß der Verankerungslänge	126
5.10.3	Verankerungslänge der Längsbewehrung	126
5.10.4	Verankerung außerhalb der Auflager	128
5.10.5	Mindestbewehrung (Duktilität)	128
5.10.6	Einspannbewehrung am Endauflager	129
5.11	Brandschutznachweis der Deckenplatte	129
5.12	Bewehrungsplan der Deckenplatte (Teilfertigteildecke)	130
5.13	Bewehrungsplan der Deckenplatte (Ortbetondecke)	133
6	Bemessung des Stahlbetonunterzuges im Kellergeschoss	137
6.1	Allgemeines	137
6.2	System und Bauteilmaße	137
6.3	Effektive Stützweiten	137
6.4	Betonfestigkeitsklasse, Betondeckung, Verlegemaße	138
6.5	Erforderliche Bauteildicke	138
6.6	Einwirkungen	139
6.7	Schnittgrößenermittlung	140
6.7.1	Grenzzustände der Tragfähigkeit	140
6.7.2	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	140
6.8	Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit	141
6.8.1	Bemessungswerte der Baustoffe	141
6.8.2	Biegebemessung	141
6.8.3	Querkraftbemessung	148
6.8.4	Schubkräfte zwischen Balkensteg und Gurten	153
6.9	Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit	156
6.9.1	Spannungsbegrenzung unter Gebrauchsbedingungen	156

6.9.2	Begrenzung der Rissbreite	156
6.9.3	Begrenzung der Verformungen	160
6.10	Bewehrungsführung und bauliche Durchbildung	160
6.10.1	Versatzmaß	160
6.10.2	Grundmaß der Verankerungslänge	161
6.10.3	Verankerung der Bewehrung am Endauflager A u. D.....	161
6.10.4	Verankerung der Feldbewehrung am Auflager B u. C	162
6.10.5	Verankerung der Stützbewehrung am Auflager B u. C	162
6.10.6	Verankerung mit oben offenen Bügeln.....	162
6.11	Zugkraftdeckung	163
6.12	Brandschutznachweis des Unterzuges	164
6.12.1	Brandschutznachweis mit dem Tabellenverfahren	164
6.12.2	Brandschutznachweis mit dem vereinfachten Rechenverfahren (Zonenmethode)	164
6.13	Bewehrungsplan des Stahlbetonunterzuges.....	168
7	Bemessung der Innenstütze im Erdgeschoss	171
7.1	Allgemeines, System und Bauteilmaße	171
7.2	Betonfestigkeitsklasse, Betondeckung, Verlegemaße	172
7.3	Bemessungswerte (Grenzzustände der Tragfähigkeit)	172
7.4	Schnittgrößenermittlung (Grenzzustände der Tragfähigkeit)	173
7.5	Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit.....	173
7.5.1	Bemessungswerte der Baustoffe	173
7.5.2	Knicklänge der Stütze und Grenزشlankheiten	174
7.5.3	Imperfektionen (ungewollte Lastausmitte e_i)	175
7.5.4	Planmäßige Lastausmitte e_0 nach Theorie I. Ordnung	175
7.5.5	Zusätzliche Lastausmitte e_2 infolge Theorie II. Ordnung ..	175
7.5.6	Gesamtausmitte e_{tot}	176
7.5.7	Mindest- und Höchstwert der Längsbewehrung	176
7.5.8	Bemessung der Innenstütze im Erdgeschoss	177
7.6	Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit	181
7.7	Bewehrungsführung und bauliche Durchbildung	181
7.7.1	Übergreifungslänge der Längsstäbe.....	181
7.7.2	Querbewehrung.....	182
7.8	Brandschutznachweis der Innenstütze	184
7.8.1	Ergebnisse der Kaltbemessung	184
7.8.2	Einwirkungen im Brandfall	184
7.8.3	Nachweis nach DIN EN 1992-1-2 mit Tabelle 5.2a	184
7.8.4	Nachweis nach DIN EN 1992-1-2 mit Gleichung 5.7	187
7.9	Bewehrungsplan der Innenstütze	189
8	Bemessung der Randstütze im Erdgeschoss.....	191
8.1	Allgemeines, System und Bauteilmaße	191

8.2	Betonfestigkeitsklasse, Betondeckung, Verlegemaße.....	192
8.3	Bemessungswerte (Grenzzustände der Tragfähigkeit).....	192
8.4	Schnittgrößenermittlung (Grenzzustände der Tragfähigkeit)	193
8.5	Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit.....	196
8.5.1	Bemessungswerte der Baustoffe	196
8.5.2	Ersatzlänge der Stütze und Grenزشlankheiten	196
8.5.3	Imperfektionen	198
8.5.4	Planmäßige Ausmitte nach Theorie I. Ordnung	198
8.5.5	Zusätzliche Ausmitte nach Theorie II. Ordnung.....	198
8.5.6	Gesamtausmitte	199
8.5.7	Mindest- und Höchstwert der Längsbewehrung	199
8.5.8	Bemessung der Randstütze im Erdgeschoss	200
8.5.9	Bemessung für die Aufnahme der Randmomente	201
8.6	Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit	202
8.7	Bewehrungsführung und bauliche Durchbildung	202
8.7.1	Übergreifungslänge der Längsstäbe.....	202
8.7.2	Querbewehrung.....	203
8.7.3	Übergreifungslänge der Stützbewehrung.....	204
8.8	Brandschutznachweis der Randstütze	206
8.8.1	Ergebnisse der Kaltbemessung	206
8.8.2	Einwirkungen im Brandfall.....	206
8.8.3	Nachweis nach DIN EN 1992-1-2 mit Tabelle 5.2a	206
8.8.4	Nachweis nach DIN EN 1992-1-2 mit Gleichung 5.7	208
8.9	Bewehrungsplan der Randstütze	210
9	Bemessung einer Stahlbetontreppe im Regelgeschoss.....	213
9.1	Allgemeines, System und Bauteilmaße.....	213
9.2	Betonfestigkeitsklasse, Betondeckung, Verlegemaße.....	214
9.3	Bemessung des Treppenlaufs.....	214
9.3.1	Statisches System.....	214
9.3.2	Einwirkungen	215
9.3.3	Schnittgrößenermittlung und Biegebemessung	216
9.4	Bemessung des Treppenpodests.....	218
9.4.1	Statisches System.....	218
9.4.2	Einwirkungen	218
9.4.3	Schnittgrößenermittlung und Biegebemessung	219
9.4.4	Querkraftbemessung	220
9.5	Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit	221
9.5.1	Spannungsbegrenzung unter Gebrauchsbedingungen	221
9.5.2	Begrenzung der Rissbreite	221
9.5.3	Begrenzung der Verformung	222
9.6	Bewehrungsführung und bauliche Durchbildung	223
9.6.1	Versatzmaß	223

9.6.2	Grundmaß der Verankerungslänge	223
9.6.3	Verankerungslänge der Längsbewehrung (Podest)	224
9.6.4	Verankerungslänge der Längsbewehrung (Lauf)	225
9.6.5	Übergreifungslänge der Längsbewehrung (Lauf).....	225
9.7	Bewehrungsplan der Stahlbetontreppe.....	226
10	Bemessung der Stahlbetonaußenwand im Kellergeschoss...	229
10.1	Allgemeines	229
10.2	System und Bauteilmaße.....	229
10.3	Betonfestigkeitsklasse, Betondeckung, Verlegemaße	230
10.4	Erforderliche Bauteildicke	230
10.5	Einwirkungen.....	231
10.5.1	Charakteristische Werte.....	231
10.5.2	Bemessungswerte.....	232
10.6	Schnittgrößenermittlung	234
10.6.1	Grenzzustände der Tragfähigkeit.....	234
10.6.2	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit.....	234
10.7	Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit.....	235
10.7.1	Bemessungswerte der Baustoffe.....	235
10.7.2	Biegebemessung	235
10.7.3	Querkraftbemessung.....	236
10.8	Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit	237
10.8.1	Spannungsbegrenzung unter Gebrauchsbedingungen	237
10.8.2	Begrenzung der Rissbreite	237
10.8.3	Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite	238
10.8.4	Begrenzung der Rissbreite (statisch erf. Bewehrung)	239
10.9	Berechnung des Einspannmoments	240
10.10	Bewehrungsführung und bauliche Durchbildung	242
10.10.1	Grundmaß der Verankerungslänge	242
10.10.2	Übergreifungslänge der Mattenbewehrung	243
10.10.3	Übergreifungslänge der Stabstahlbewehrung	243
10.11	Bewehrungsplan für die Stahlbetonwand im Kellergeschoss.....	245
11	Nachweis der Bodenplatte.....	247
11.1	Allgemeines	247
11.2	System und Bauteilmaße.....	248
11.3	Mindestfestigkeitsklasse, Betondeckung	248
11.4	Einwirkungen.....	250
11.4.1	Vertikallasten (Charakteristische Werte).....	250
11.4.2	Veränderliche Einwirkungen (Wind und Imperfektion)...	254
11.5	Schnittgrößenermittlung	255
11.6	Nachweis der Auftriebssicherheit.....	256
11.7	Biege- und Querkraftbemessung.....	257

11.8	Durchstanznachweis der Bodenplatte	258
11.9	Scheibenbeanspruchung der Kellerwand	267
11.10	Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit	270
11.10.1	Spannungsbegrenzungen unter Gebrauchsbedingungen.....	270
11.10.2	Allgemeines zur Begrenzung der Rissbreite	270
11.10.3	Bestimmung der zulässigen Rissbreite	270
11.10.4	Rissbreitennachweis für die statisch erf. Bewehrung	271
11.10.5	Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite	272
11.11	Hinweise zur Ausführung der Bodenplatte	276
11.12	Bewehrungsführung und bauliche Durchbildung	276
11.13	Bewehrungspläne	277
12	Building Information Modeling (BIM)	283
12.1	Einführung	283
12.2	Grundlagen des Building Information Modeling (BIM)	285
12.2.1	Einsatzvarianten von BIM	285
12.2.2	Detaillierungsgrad des Modells	286
12.2.3	Dimensionen des Modells	287
12.2.4	Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten	288
12.2.5	Aufwandsänderung in der Planung mit BIM	288
12.3	Vorteile von BIM	289
13	BIM in der Tragwerksplanung	291
13.1	Einführung	291
13.2	Modell-Austausch im Planungsprozess	291
13.3	Geometrisches und analytisches Modell	294
13.4	Statische Analyse von Gebäuden mit 3D-Modellen	296
13.5	Ausblick	300
14	Kontrolle von Berechnungsergebnissen	301
14.1	Kontrolle von Schnittgrößen und Auflagerkräfte	301
14.1.1	Eindeutige Kennzeichnung der Schnittgrößen und Auflagergrößen	302
14.1.2	Nachvollziehbarkeit der maßgebenden Schnittgrößen- kombination bzw. Abschätzung der unabhängigen veränderlichen Leiteinwirkung	302
14.2	Besonderheiten bei FEM-Berechnungen	305
14.2.1	Globale Überprüfung der Vertikallasten	305
14.2.2	Überprüfung der Stützenlasten	305
14.2.3	Ermittlung der Feld- und Stützmomente der Platte	306

15	Literatur	309
16	Stichwortverzeichnis.....	313

1 Einführung

Für die Tragwerksplanung steht dem in der Praxis tätigen Ingenieur mit den Eurocodes ein umfangreiches Regelwerk zur Verfügung. Es besteht aus einer Vielzahl unterschiedlicher Einzelschriften für die unterschiedlichen Bauarten sowie Grundlagendokumenten. In Abbildung 1.1 sind die Eurocodes in ihrer Abhängigkeit zueinander skizzenhaft zusammengestellt.

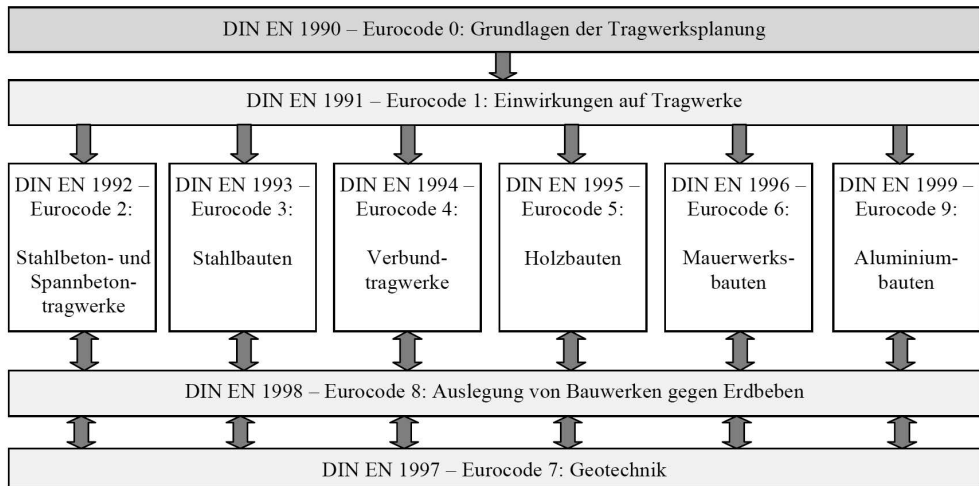


Abb. 1.1: Übersicht – Eurocodes in der Tragwerksplanung

Im Stahlbetonbau ist der Eurocode 2 (z. B. für die „Kaltbemessung“ DIN EN 1992-1-1 [1] sowie der zugehörige Nationale Anhang DIN EN 1992-1-1/NA [2]) zu beachten. Die theoretischen Grundlagen der Bemessung von Stahlbetontragwerken werden in zahlreichen Lehrbüchern ausführlich behandelt. Nachfolgend wird der wesentliche Inhalt und Anwendungsbereich des Eurocode 2 stichpunktartig angegeben.

1.1 Inhalt und Anwendungsbereich des Eurocode 2

Der Eurocode 2 „Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken“ besteht für den Hochbau aus folgenden Teilen:

- DIN EN 1992-1-1:2011-01: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau [1]

- DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau [2]
- DIN EN 1992-1-2:2010-12: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall [3]
- DIN EN 1992-1-2/NA:2010-12: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall [4]

Das Sicherheitskonzept basiert auf den Bauarten übergreifenden Regelungen der DIN EN 1990 „Grundlagen der Tragwerksplanung“ [5] mit dem zugehörigen Nationalen Anhang [6].

In den einzelnen Kapiteln werden in der Kommentarspalte für die europäischen Normen Abkürzungen verwendet (z. B. DIN EN 1992-1-1 → EC 2-1-1 oder DIN EN 1992-1-2 → EC 2-1-2).

Für die Bemessung und Konstruktion von Stahlbetonbauwerken sind zusätzlich zu den oben genannten Vorschriften noch ergänzende Normen und Richtlinien zu beachten. In Abbildung 1.2 ist die neue Normenstruktur für die Bemessung und Konstruktion von Stahlbetonbauwerken dargestellt.

In DIN EN 1992-1-1 wird in Abhängigkeit vom Verbindlichkeitsgrad der einzelnen Regelungen zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln unterschieden.

Die Prinzipien werden mit einem „P“ nach der Absatznummer gekennzeichnet und enthalten:

- Allgemeine Festlegungen, Definitionen und Angaben, die einzuhalten sind.
- Anforderungen und Rechenmodelle, für die keine Abweichungen erlaubt sind, soweit dies nicht ausdrücklich angegeben ist.

Die Anwendungsregeln (ohne „P“) sind allgemein anerkannte Regeln, die den Prinzipien folgen und deren Anforderung erfüllen. Abweichungen hiervon sind zulässig, wenn sie mit den Prinzipien übereinstimmen und hinsichtlich der nach dieser Norm erzielten Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit gleichwertig sind.

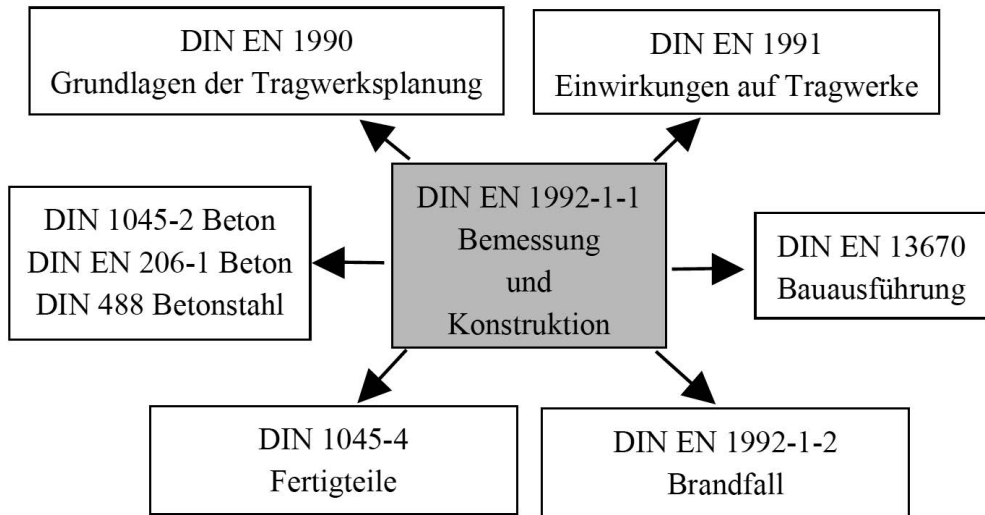


Abb. 1.2: Normenstruktur für die Bemessung und Konstruktion von Stahlbetonbauwerken

Die neue Normengeneration gilt für die Bemessung und Konstruktion von Tragwerken des Hoch- und Ingenieurbaus aus unbewehrtem Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Hierbei erstreckt sich die Anwendung auf folgende Betone und Festigkeitsklassen:

- Normalbeton der Festigkeitsklassen C 12/15 bis C 100/115
- Leichtbeton der Festigkeitsklassen LC 12/13 bis LC 60/66

Für den Einsatz der Betonfestigkeitsklassen C 90/105 und C 100/115 bedarf es weiterer, auf den jeweiligen Verwendungszweck abgestimmter Nachweise.

In DIN EN 1992-1-1 wird grundsätzlich zwischen folgenden Nachweisen unterschieden:

- Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit
(z. B. Biegebemessung, Querkraftnachweis)
- Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit
(z. B. Rissbreitennachweis, Nachweis der Verformungen)
- Sicherstellung der Dauerhaftigkeit
(z. B. Betondeckung, Mindestbetondruckfestigkeitsklasse)

1.2 Bautechnische Unterlagen

Für die Ausführung eines Bauwerks sind mindestens folgende bautechnische Unterlagen erforderlich:

- Architektenpläne und sonstige notwendige Zeichnungen
- Prüffähige statische Berechnung
- Projektbeschreibung
- Etwaige bauaufsichtliche Zulassungen und Prüfbescheide

1.3 Inhalt einer prüffähigen statischen Berechnung

In einer statischen Berechnung muss das Tragwerk und die Lastabtragung beschrieben werden. Hierbei ist die Tragfähigkeit, die Gebrauchstauglichkeit der baulichen Anlage und ihrer Bauteile in der statischen Berechnung übersichtlich und leicht prüfbar nachzuweisen. Rechenergebnisse (z. B. Schnittgrößen, Verformungen), die mit numerischen Methoden berechnet wurden, sollten grafisch dargestellt werden.

Die Schnittgrößenermittlung kann nach dem in DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 5, dargestellten Verfahren erfolgen. Die Bemessung ist nach den in DIN EN 1992-1-1 angegebenen Grundlagen durchzuführen. Für Regeln, die von den in DIN EN 1992-1-1 angegebenen Anwendungsregeln abweichen, ist für die abweichende außergewöhnliche Gleichung die Fundstelle anzugeben, sofern diese allgemein zugänglich ist, sonst sind die Ableitungen so weit zu entwickeln, dass ihre Richtigkeit geprüft werden kann.

1.4 Wichtige Angaben in Bewehrungszeichnungen

Die Umsetzung der statischen Berechnung erfolgt in der Ausarbeitung einer Bewehrungszeichnung; dementsprechend ist jedem Bauteil, das im Beispielprojekt nachgewiesen wurde, eine zugehörige Bewehrungszeichnung beigelegt. Als wesentliche Angaben sind auf einer Bewehrungszeichnung für Ortbetonkonstruktionen anzugeben:

- Die erforderliche Betonfestigkeitsklasse, die Expositionsklassen und weitere Anforderungen an den Beton in Übereinstimmung mit den Festlegungen nach DIN EN 1992-1-1 [1], DIN EN 206 [7] sowie DIN 1045-2 [8].
- Die Betonstahlsorte nach DIN 488 [9] (B500A oder B500B).
- Anzahl, Durchmesser, Form und Lage der Bewehrungsstäbe; gegenseitiger Abstand und Übergreifungslängen an Stößen und Verankerungslängen; Anordnung, Maße und Ausbildung von Schweißstellen mit Angabe der Schweißzusatzwerkstoffe; Typ und Lage der mechanischen Verbindungsmittel; Rüttelgassen, Lage von Betonieröffnungen.
- Bei gebogenen Bewehrungsstäben die erforderlichen Biegerollendurchmesser.

- Maßnahmen zur Lagesicherung der Betonstahlbewehrung (z.B. Art und Anordnung der Abstandhalter) sowie Anordnung, Maße und Ausführung der Unterstützungen der oberen Betonstahlbewehrungslage.
- Das Verlegemaß c_v der Bewehrung, das sich aus dem Nennmaß der Betondeckung c_{nom} ableitet, sowie das Vorhaltemaß Δc der Betondeckung nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 4.4.1.
- Die Fugenausbildung und gegebenenfalls besondere Maßnahmen zur Qualitätssicherung [z.B. DBV-Merkblatt „Betondeckung und Bewehrung“].

1.5 Hinweise zur Tragwerksbemessung für den Brandfall

Die Bemessungs- und Konstruktionsregeln für den Brandfall sind in DIN EN 1992-1-2 [3] und dem zugehörigen Nationalen Anhang (DIN EN 1992-1-2/NA [4]) geregelt. Der Brandfall zählt gemäß DIN EN 1990, Abschnitt 3.2 [5] zu den außergewöhnlichen Bemessungssituationen.

Nachfolgend werden lediglich die wesentlichen Nachweisgrundlagen vorgestellt. Im Brandfall ist der Nachweis gegen das Versagen des Tragwerks im Grenzzustand der Tragfähigkeit zu führen. Hierbei ist der folgende Nachweis anzuwenden:

$$E_{dA} = E_{d,fi}(t) \leq R_{d,fi}(t) \quad (1.1)$$

Dabei ist:

$E_{d,fi}(t)$ Bemessungswert der zeitabhängigen („t“) direkten und indirekten Einwirkungen im Brandfall (Fußzeiger „fi“ = fire)

$R_{d,fi}(t)$ Tragwerks- oder Bauteilwiderstand unter Berücksichtigung der Temperaturzunahme

Die Ermittlung der mechanischen Einwirkungen ist nach der Kombinationsregel der DIN EN 1990 [5] für die außergewöhnliche Bemessungssituation durchzuführen:

$$E_{dA} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{GA,j} \cdot G_{k,j} \oplus A_d \oplus \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\} \quad (1.2)$$

Symbole:

E_{dA} Bemessungswert einer Beanspruchung aus einer außergewöhnlichen Kombination

A_d	Bemessungswert einer außergewöhnlichen Einwirkung
$G_{k,j}$	charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung
$Q_{k,l}$	charakteristischer Wert der vorherrschenden unabhängigen veränderlichen Einwirkung (Leiteinwirkung)
$Q_{k,i}$	charakteristischer Wert einer nicht vorherrschenden unabhängigen veränderlichen Einwirkung (Begleiteinwirkung)
γ_{GA}	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen bei außergewöhnlichen Bemessungssituationen
ψ_1	Kombinationsbeiwert für häufige Werte veränderlicher Einwirkungen
ψ_2	Kombinationsbeiwert für quasi-ständige Werte veränderlicher Einwirkungen

Bei der Klassifizierung auf Basis von Normbrandversuchen ist das Verhalten des Gesamttragwerks unter thermischen Zwängungen nicht von Bedeutung. Der Bemessungswert einer außergewöhnlichen Einwirkung darf aus diesem Grund mit $A_d = 0$ gesetzt werden und der Nachweis für Einzelbauteile geführt werden. Für den üblichen Hochbau gilt in der Regel der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{GA} = 1,0$. Die Kombinationsbeiwerte ψ_1 und ψ_2 können der DIN EN 1990, Anhang A1 entnommen werden.

Eine Vereinfachung besteht gegenüber Gleichung (2) darin, dass die Einwirkungen im Brandfall E_{dA} aus dem Bemessungswert der Einwirkungen E_d bei Normaltemperatur wie folgt angesetzt werden können:

$$E_{dA} = 0,7 \cdot E_d \quad (1.3)$$

Hierbei ist:

E_d Bemessungswert der Einwirkungen für ständige und vorübergehende Bemessungssituation des Nachweises im Grenzzustand der Tragfähigkeit gemäß DIN EN 1990

Die Bestimmung des Tragwerks- bzw. Bauteilwiderstands $R_{d,ff}(t)$ in Gleichung (1) erfolgt über die Klassifizierungstabellen nach DIN EN 1992-1-2 für die verschiedenen tragenden Bauteile. Die Klassifizierungstabellen in DIN EN 1992-1-2 basieren auf den Normbrandversuchen. Alternativ können auch vereinfachte oder allgemeine Rechenverfahren für den Nachweis eines Bauteils unter Brandbeanspruchung angewandt werden. Für die Anwendung allgemeiner Rechenverfahren sind aber zusätzliche Bedingungen zu beachten (z. B. i. d. R. Zustimmung im Einzelfall erforderlich).

1.6 Symbole und Abkürzungen (Auswahl)

Große lateinische Buchstaben

A	Querschnittsfläche	C	Symbol für die Festigkeitsklasse
E	Elastizitätsmodul	E	Einwirkung; Beanspruchung
F	Einwirkung	G	ständige Einwirkung
I	Flächenmoment 2. Grades	M	Biegemoment
N	Normalkraft	Q	veränderliche Einwirkung
R	Widerstand; Tragfähigkeit	V	Querkraft

Kleine lateinische Buchstaben

a_1	Versatzmaß	b	Breite
b_{eff}	mitwirkende Plattenbreite	b_w	Stegbreite
c	Betondeckung	d	statische Nutzhöhe
f	Festigkeit eines Materials	g	ständige Einwirkung
h	Bauteilhöhe	i	Trägheitsradius
q	veränderliche Einwirkung	w	Rissbreite
x	Druckzonenhöhe	z	Hebelarm der inneren Kräfte

Griechische Buchstaben

γ	Teilsicherheitsbeiwert	ε	Dehnung
λ	Schlankheitsgrad	μ	bezogenes Biegemoment
ν	bezogene Längskraft	ν	Querdehnzahl
ρ	geometrischer Bewehrungsgrad	σ	Spannung
τ	Schubspannung	ω	mechanischer Bewehrungsgrad
ξ	bezogene Druckzonenhöhe	ψ	Kombinationsbeiwert
ζ	bezogener innerer Hebelarm	δ	Umlagerungsfaktor
θ	Druckstrebenwinkel	Δ	Differenz

Indizes

b	Verbund	c	Beton; Druck; Kriechen
cal	Rechenwert	col	Stütze
d	Bemessungswert	dir	unmittelbar
E	Beanspruchung	eff	effektiv; wirksam
erf	erforderlich	f	Flansch; Gurt
g, G	ständige Einwirkung	ind	mittelbar

k	charakteristischer Wert	nom	Nennwert
q, Q	veränderliche Einwirkung	R	Systemwiderstand
s	Betonstahl; Schwinden	y	Fließ-, Steckgrenze

Zusammengesetzte Formelzeichen

A_c	Gesamtfläche des Betonquerschnitts
A_s	Querschnittsfläche des Betonstahls
A_{sw}	Querschnittsfläche der Querkraftbewehrung
C_{Ed}	Bemessungswert der Auflagerreaktion
E_{cm}	mittlerer Elastizitätsmodul für Normalbeton
E_s	Elastizitätsmodul des Betonstahls
E_d	Bemessungswert einer Beanspruchung (z. B. Schnittgröße, Spannung)
R_d	Bemessungswert des Tragwiderstands
M_{Ed}	Bemessungswert des einwirkenden Biegemoments
M_{Rd}	Bemessungswert des aufnehmbaren Moments
V_{Ed}	Bemessungswert der einwirkenden Querkraft
V_{Rd}	Querkrafttragwiderstand
$V_{Rd,c}$	Bemessungswert der ohne Querkraftbewehrung aufnehmbaren Querkraft
$V_{Rd,max}$	Bemessungswert der durch die Druckstrebenfestigkeit begrenzten aufnehmbaren Querkraft
$V_{Rd,s}$	Bemessungswert der durch die Tragfähigkeit der Querkraftbewehrung begrenzten aufnehmbaren Querkraft
N_{Ed}	Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft
N_{Rd}	Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft
N_{ud}	Bemessungswert der Grenztragfähigkeit des Querschnitts, der durch zentrischen Druck beansprucht wird
f_{ck}	charakteristischer Wert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons
f_{cd}	Bemessungswert der Betondruckfestigkeit
f_{ct}	zentrische Zugfestigkeit des Betons
f_{yk}	charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls
f_{yd}	Bemessungswert der Streckgrenze des Betonstahls
γ_c	Teilsicherheitsbeiwert für Beton
γ_s	Teilsicherheitsbeiwert für Betonstahl
γ_G	Teilsicherheitsbeiwert für eine ständige Einwirkung
γ_Q	Teilsicherheitsbeiwert für eine veränderliche Einwirkung

2 Das Beispielprojekt

2.1 Baubeschreibung

Das Beispielprojekt umfasst den Neubau eines 5-geschossigen Gebäudes mit unterschiedlichen Nutzungsarten:

- EDV-Anlage und Haustechnik im Kellergeschoss (KG)
- Verkaufsräume im Erdgeschoss (EG)
- Büroräume im 1. – 3. Obergeschoss (1. – 3.OG)

Das gesamte Bauvorhaben hat Außenabmessungen von $l/b/h \approx 27/12/17$ m. Das Gebäude wird in Ortbetonbauweise erstellt. Die horizontale Aussteifung des Bauwerks erfolgt durch Stahlbetonwandscheiben in Verbindung mit Deckenscheiben. Die Außenhaut des Gebäudes bildet eine Glasfassade in Pfosten-Riegel-Konstruktion. Die Innenwände im Büro- und Verkaufsbereich werden als leichte Trennwandkonstruktion erstellt.

2.2 Ansicht, Grundriss und Schnitt des Gebäudes

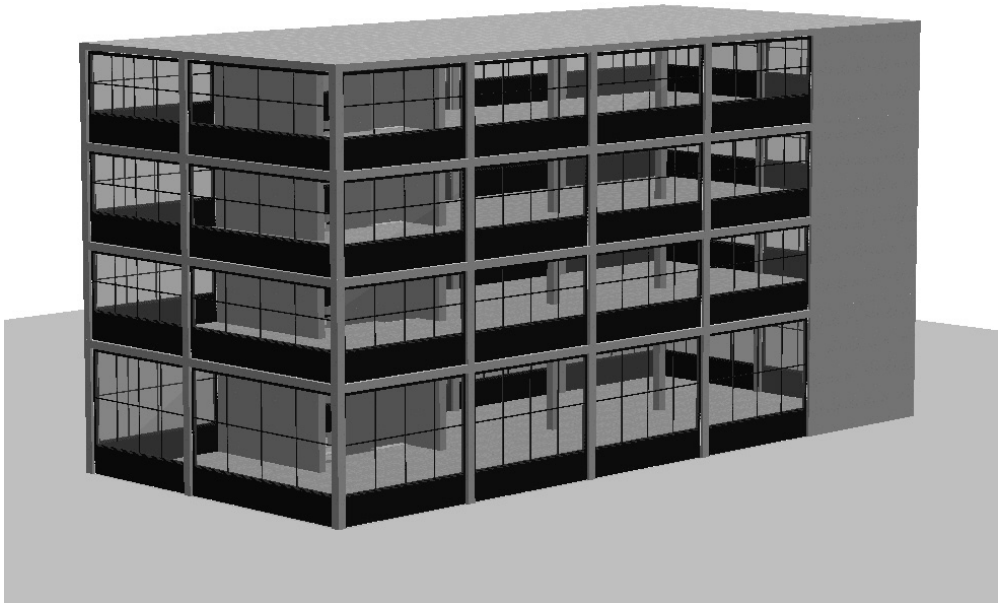


Abb. 2.1: Gebäudeansicht

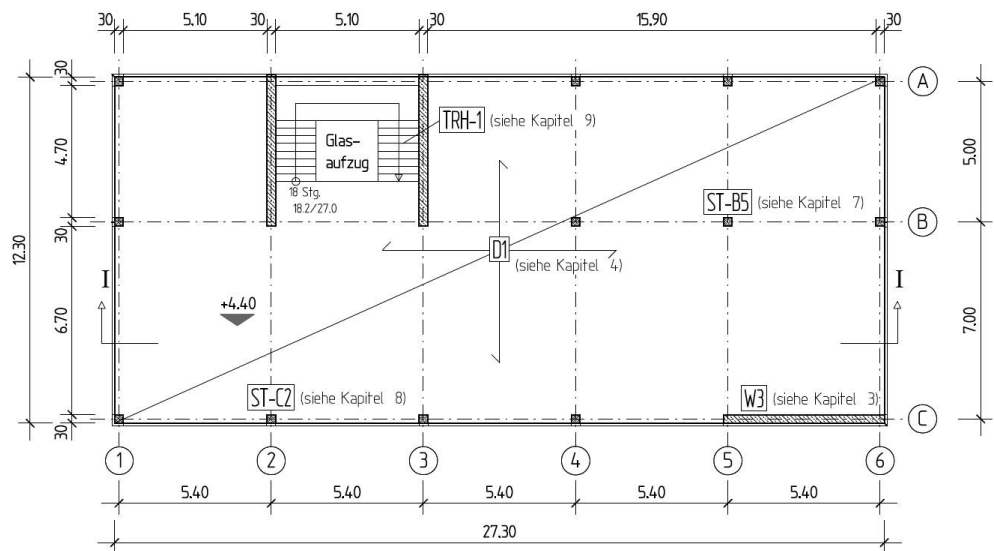


Abb. 2.2: Grundriss im Regelgeschoss

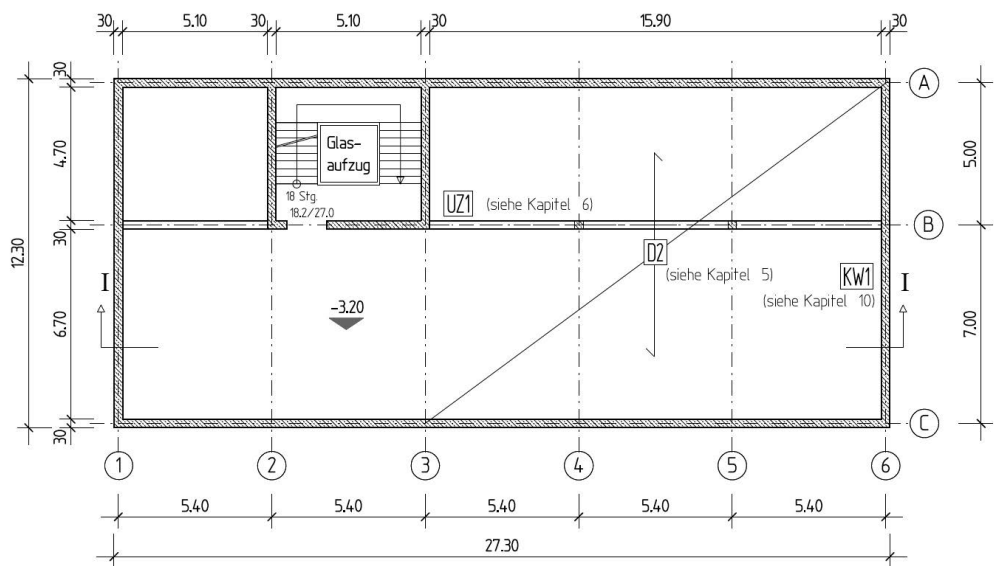


Abb. 2.3: Grundriss Kellergeschoss

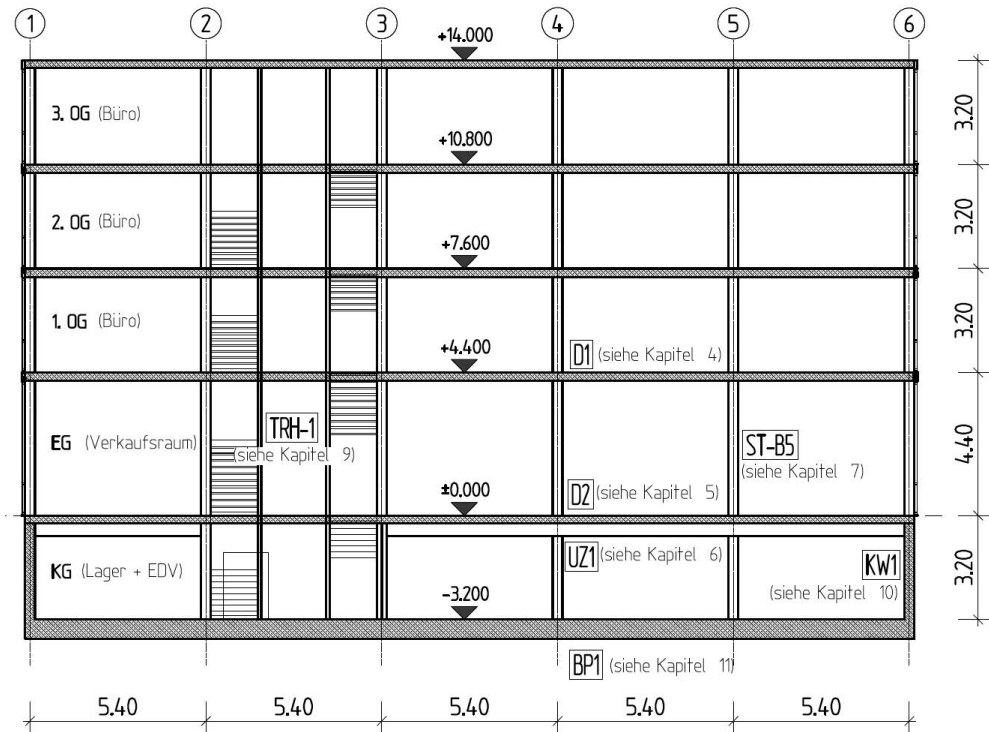


Abb. 2.4: Gebäudelängsschnitt

2.3 Wesentliche Nachweise in den einzelnen Kapiteln

Lastermittlung und Aussteifung (Kapitel 3)

- Genaue Lastermittlung mithilfe von Lasteinzugsflächen
- Nachweis der räumlichen Steifigkeit und Stabilität
- Bemessung einer aussteifenden Wand- und Deckenscheibe

Punktförmig gestützte Flachdecke im Regelgeschoss (Kapitel 4)

- Begrenzung der Verformungen durch Einhaltung der Biegeschlankheit
- Schnittgrößenermittlung mit der FEM und der Gurtstreifenmethode
- Durchstanznachweis für eine Rand-, Eck-, Innenstütze sowie ein Wandende

Einachsrig gespannte Deckenplatte (Kapitel 5)

- Schnittgrößenermittlung mit begrenzter Momentenumlagerung
- Querkraftnachweis für Bauteile ohne rechnerisch erf. Querkraftbewehrung
- Nachweis einer Teilfertigteildeckenplatte mit Ortbetonergänzung

Stahlbetonunterzug (Kapitel 6)

- Nachweise für den Anschluss von Druck- und Zuggurten
- Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite
- Begrenzung der Rissbreite

Innenstütze (Kapitel 7) und Randstütze (Kapitel 8)

- Zentrisch beanspruchte Innenstütze als schlanke Pendelstütze
- Nachweis der Knicksicherheit mit dem Verfahren mit Nennkrümmungen
- Ermittlung der Randmomente mit einem Näherungsverfahren

Treppenlauf mit Podestplatte (Kapitel 9)

- Nachweis einer Ortbetontreppenanlage
- Bewehrungsführung

Kelleraußenwand (Kapitel 10)

- Nachweis der Kelleraußenwand als WU-Bauteil
- Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite
- Begrenzung der Rissbreite

Bodenplatte (Kapitel 11)

- Nachweis der Auftriebssicherheit
- Nachweis der Rissbreitenbeschränkung infolge Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme innerhalb der ersten 3 bis 5 Tage

Building Information Modeling (Kapitel 12)

- Grundlagen von Building Information Modeling (BIM)
- Einsatzvarianten von BIM
- Detailierungsgrade bei BIM

BIM in der Tragwerksplanung (Kapitel 13)

- Geometrisches und analytische Gebäudemodelle
- 2D- und 3D-FE Modelle in der Tragwerksplanung
- Interpretation und Auswertung der Berechnungsergebnisse

Hinweise zur Kontrolle von FE-Berechnungen (Kapitel 14)

- Kontrolle der Schnittgrößen und Auflagerkräfte
- Näherungsverfahren zur Kontrolle der Schnittgrößen bei Flachdecken

3 Lastermittlung, Aussteifungsberechnung und Bemessung einer Wand- und Deckenscheibe

3.1 Allgemeines, System und Bauteilmaße

Die Aussteifung des fünfgeschossigen Stahlbeton-Skelettbaus wird durch vertikal aussteifende Wandscheiben und durch die horizontal aussteifenden Deckenscheiben sichergestellt. Aufgrund der statisch bestimmten Anordnung der Wandscheiben im Grundriss ist die Lastaufteilung lediglich unter Verwendung der Gleichgewichtsbedingungen möglich.

Baustoffe:

- Beton C 30/37 Ortbeton
- Betonstahl B500B (hochduktil)
- Betonstahlmatten B500A (normalduktil)

In den Abbildungen 3.1 und 3.2 sind der Gebäudegrundriss und ein Längsschnitt dargestellt.

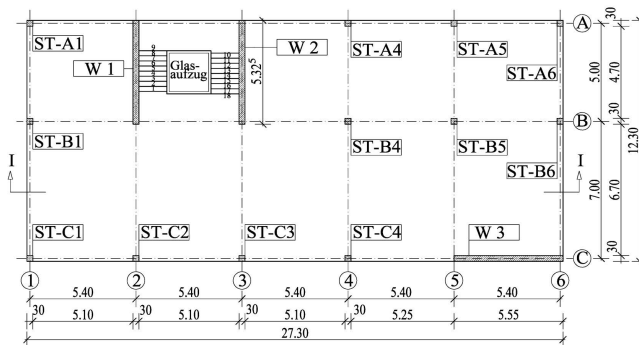


Abb. 3.1: Grundriss im Regelgeschoss

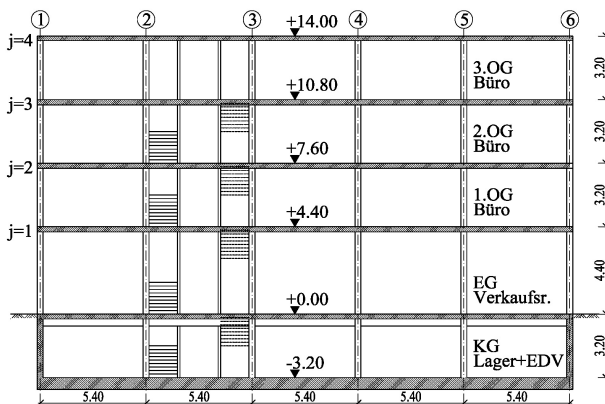


Abb. 3.2: Längsschnitt I-I

EC 2-1-1/NA.1.5.2.5:
Üblicher Hochbau

EC 2-1-1, 5.8:
Steifigkeit des Tragwerks

EC 2-1-1, 3.1:
Beton

EC 2-1-1: 3.2:
Betonstahl

EC 1-1-1: Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau [10] + [11]

EC 1-1-3: Schneelasten [12] + [13]

EC 1-1-4: Windlasten [14] + [15]

EC 2-1-1, 1.6: Index k = charakteristisch

EC 1-1-1, Tab. A.7: Lagergüter

EC 1-1-1, Tab. NA.A.27: Dachabdichtung

EC 1-1-1, Tab. NA.A.20: Platten, Matten

EC 1-1-1: Tab. NA.A.18: Fußboden- und Wandbeläge

EC 1-1-1, Tab. A1: Wichten für Beton

EC 1-1-1, Tab. 6.10DE: Kategorie H

EC 1-1-3: Schneelasten

Charakteristischer Wert der Schneelast s_k für mitteleuropäische Region: Schneelastzone: $Z = 2$
Geländehöhe: $A = 160 \text{ m ü. NN}$ (z. B. Gießen)

Lastfall Volllast nach Bild 5.3: Formbeiwert für Flachdach $0^\circ < \alpha < 30^\circ$
 $\rightarrow \mu_i = 0,8$

3.2 Einwirkungen

3.2.1 Vertikallasten aus Decken

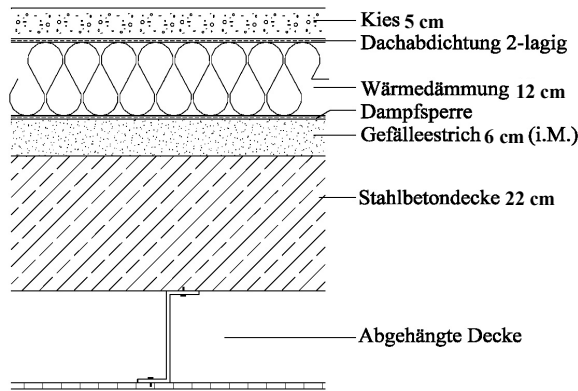


Abb. 3.3: Deckenaufbau (Decke über 3. OG)

Tab. 3.1: Einwirkungen für die Decke über dem 3. Obergeschoss

Bezeichnung der Einwirkung	Charakt. Wert
Ständige Lasten g_{k1}:	
– 5 cm Kies:	1,00 kN/m ²
– Dachabdichtung 2-lagig: $2 \cdot 0,07 \text{ kN/m}^2$	0,14 kN/m ²
– 12 cm Dämmung: $12 \text{ cm} \cdot 0,01 \text{ kN/m}^2$	0,12 kN/m ²
– Dampfsperre:	0,07 kN/m ²
– 6 cm Gefälleestrich: $6 \text{ cm} \cdot 0,22 \text{ kN/m}^2$	1,32 kN/m ²
– 22 cm Stahlbetondecke: $0,22 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3$	5,50 kN/m ²
– Installation, abgehängte Decke:	0,50 kN/m ²
	$g_{k1} = 8,65 \text{ kN/m}^2$
Veränderliche Lasten q_{k1}:	
– Nutzlast, nicht begehbares Dach (keine Überlagerung mit Schneelast erforderlich):	$Q_k = 1,00 \text{ kN}$
– Schneelast	
$s_i = \mu_i \cdot s_k = 0,8 \cdot 0,85 = 0,68 \text{ kN/m}^2$	
$\mu_i = 0,8$	
$s_k = 0,25 + 1,91 \cdot \left(\frac{A + 140}{760} \right)^2$	
$= 0,55 \text{ kN/m}^2 \leq 0,85 \text{ kN/m}^2$	
Für die Lastermittlung wird nachfolgend lediglich die Schneelast berücksichtigt.	$q_{k1} = 0,68 \text{ kN/m}^2$

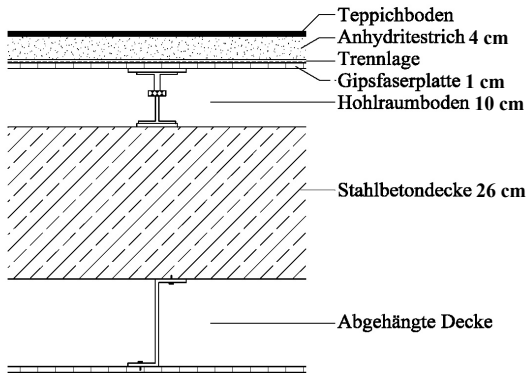


Abb. 3.4: Deckenaufbau (Decke über EG, 1. und 2. OG)

Tab. 3.2: Einwirkungen für die Regelgeschossdecke

Bezeichnung der Einwirkung	Charakt. Wert
Ständige Lasten g_{k2} :	
– Teppichboden:	0,03 kN/m ²
– 4 cm Anhydritestrich: 4 cm · 0,22 kN/m ²	0,88 kN/m ²
– Trennlage:	0,02 kN/m ²
– 1 cm Gipsfaserplatte: 1 cm · 0,11 kN/m ²	0,11 kN/m ²
– Hohlraumboden:	0,40 kN/m ²
– 26 cm Stahlbetondecke: 0,26 m · 25 kN/m ³	6,50 kN/m ²
– Installation, abgehängte Decke:	0,56 kN/m ²
	$g_{k2} = 8,50 \text{ kN/m}^2$
Veränderliche Lasten q_{k2} , q_{k3} :	
– Nutzlast, Bürofläche:	2,0 kN/m ²
– Trennwandzuschlag:	1,0 kN/m ²
	$q_{k2} = 3,0 \text{ kN/m}^2$
– Nutzlast, Treppen und Treppenpodeste:	$q_{k4} = 5,0 \text{ kN/m}^2$

EC 1-1-1:
Tab. NA.A.18:
Fußboden- und
Wandbeläge

EC 1-1-1,
Tab. NA.A.27:
Dachabdichtung

EC 1-1-1, Tab. A1:
Wichten für Beton

EC 1-1-1,
Tab.6.1DE: Lotrechte
Nutzlasten für De-
cken, $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$
für Kategorie B1
(Büroflächen)

EC 1-1-1(NCI),
6.3.1.2 (8): Trenn-
wandzuschlag
 $q_k \geq 0,8 \text{ kN/m}^2$ für
Wände, die nicht
mehr als 3 kN/m
erbringen.

EC1-1-1,
Tab. 6.1DE: Treppen
und Treppenpodeste,
die als Fluchtwege
dienen, entsprechen
der Kategorie T2.

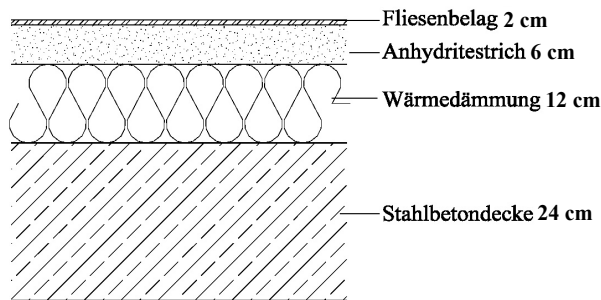


Abb. 3.5: Deckenaufbau (Decke über KG)

EC 1-1-1:
Tab. NA.A.18:
Fußboden- und
Wandbeläge

EC 1-1-1,
Tab. NA.A.27:
Dachabdichtung

EC 1-1-1, Tab. A1:
Wichten für Beton

EC 1-1-1,
Tab.6.1DE: Lotrechte
Nutzlasten für De-
cken, $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$
für Kategorie D2
(Verkaufsräume)

EC 1-1-1,
Tab. 6.1DE: Treppen
und Treppenpodeste,
die als Fluchtwege
dienen, entsprechen
der Kategorie T2.

EC 1-1-1(NCI),
6.3.1.2 (8):
Ein Trennwandzu-
schlag ist bei Nutz-
lasten von
 $\geq 5,0 \text{ kN/m}^2$ nicht
erforderlich.

EC 1-1-1, Tab. A1:
Wichte für Beton

Annahme:
Fassadenlast wird
über die Deckenrän-
der jeweils ge-
schossweise einge-
tragen.

Tab. 3.3: Einwirkungen für die Decke über dem Kellergeschoss

Bezeichnung der Einwirkung	Charakt. Wert
Ständige Lasten g_{k3} :	
– 2 cm Fliesenbelag: $2 \text{ cm} \cdot 0,22 \text{ kN/m}^2$	$0,44 \text{ kN/m}^2$
– 6 cm Anhydritestrich: $6 \text{ cm} \cdot 0,22 \text{ kN/m}^2$	$1,32 \text{ kN/m}^2$
– 12 cm Dämmung: $12 \text{ cm} \cdot 0,01 \text{ kN/m}^2$	$0,12 \text{ kN/m}^2$
– 24 cm Stahlbetondecke: $0,24 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3$	$6,00 \text{ kN/m}^2$
– Installation:	$0,12 \text{ kN/m}^2$
	$g_{k3} = 8,00 \text{ kN/m}^2$
Veränderliche Lasten q_{k3}, q_{k4} :	
– Nutzlast, Verkaufsräume:	$q_{k3} = 5,00 \text{ kN/m}^2$
– Nutzlast, Treppen und Treppenpodeste:	$q_{k4} = 5,00 \text{ kN/m}^2$

3.2.2 Vertikallasten (Stützen, Wände, Unterzug, Fassade)

Tab. 3.4: Einwirkungen aus Stützen, Wänden, Fassade und Unterzug

Bezeichnung der Einwirkung	Charakt. Wert
Ständige Lasten:	
– Stützen 30/30 cm (EG – 3.OG):	$g_{k4} = 2,25 \text{ kN/m}$
– Stützen 35/35 cm (KG):	$g_{k5} = 3,06 \text{ kN/m}$
– Unterzug 35/30 cm (KG):	$g_{k6} = 2,63 \text{ kN/m}$
– Wände 30 cm:	$g_{k7} = 7,50 \text{ kN/m}^2$
– Fassade: Ganzglas-Pfosten-Riegelfassade	$g_{k8} = 1,00 \text{ kN/m}^2$

3.2.3 Lastzusammenstellung

Die Lastzusammenstellung für die vertikalen Bauteile (Wände und Stützen) erfolgt unter Verwendung von Lasteinzugsflächen.

Zur Kombination von veränderlichen Einwirkungen sind folgende Abhängigkeiten zu beachten:

Die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens von mehreren veränderlichen Einwirkungen auf vertikale Bauteile kann gemäß dem neuen Normkonzept durch den Kombinationsfaktor ψ (DIN EN 1990) oder den Abminderungsfaktor α (DIN EN 1991-1-1) berücksichtigt werden.

Die Nutzlasten der Büro- und Verkaufsflächen werden als eine unabhängige, veränderliche Einwirkung (Leiteinwirkung) aufgefasst. Eine Abminderung dieser Nutzlasten kann mit dem Faktor α_A , der die Lasteinzugsfläche des vertikalen Bauteils reduziert, oder dem Faktor α_n , welcher die Nutzlasten aus mehreren Stockwerken berücksichtigt, erfolgen. Veränderliche Einwirkungen aus Schneelasten sind mit dem Kombinationsfaktor ψ abzumindern. Eine Kombination mehrerer Abminderungsfaktoren zur Reduzierung der Einwirkung für vertikale Bauteile ist nicht zulässig.

Horizontale Lasteinzugsflächen

EC 1-1-1, 6.2.2 (2):
Wenn für die Bemessung der vertikalen Tragglieder Nutzlasten aus mehreren Stockwerken maßgebend sind, dürfen die Nutzlasten der Kategorie A bis E, T und Z mit einem Faktor α_n abgemindert werden. In mehrgeschossigen Gebäuden ist die Nutzlast aller Geschosse bei der Ermittlung der Einwirkungskombination insgesamt als eine unabhängige veränderliche Einwirkung aufzufassen.

EC 1-1-1, 6.2.1 (4):
Der Faktor α_A zur Berücksichtigung der Lasteinzugsfläche darf dabei nicht gleichzeitig mit dem Faktor α_n angesetzt werden. Es kann aber der günstigere der beiden Werte angesetzt werden. Wurde die Nutzlast mit ψ abgemindert (z. B. Schneelasten), so darf der Faktor α_n nicht angesetzt werden.

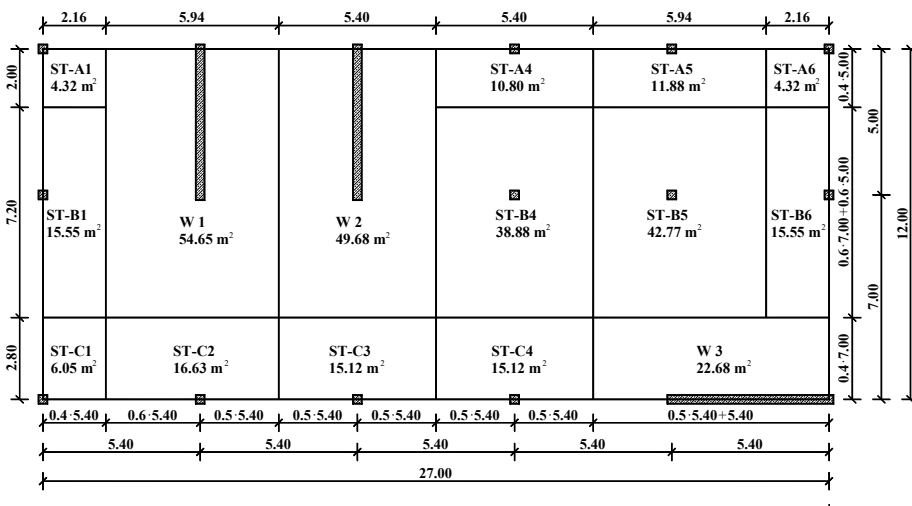


Abb. 3.6: Darstellung der horizontalen Lasteinzugsflächen