

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 Flachdecke55

4.1 Allgemeines55

4.2 System und Bauteilmaße.....55

4.3 Betonfestigkeitsklasse, Betondeckung, Verlegemaße56

4.4 Erforderliche Plattendicke.....57

4.5 Einwirkungen.....58

4.5.1 Charakteristische Werte der Einwirkungen58

4.5.2 Bemessungswerte der Einwirkungen.....58

4.6 Schnittgrößenermittlung mithilfe eines FEM-Programms.....59

4.6.1 Vorbemerkungen59

4.6.2 Schnittgrößenermittlung (Gebrauchstauglichkeit).....60

4.6.3 Schnittgrößenermittlung (Tragfähigkeit)61

4.7 Schnittgrößenermittlung mit der Gurtstreifenmethode67

4.8 Vergleich der FEM-Berechnung mit der Gurtstreifenmethode71

4.9 Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Biegung.....72

4.10 Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen75

4.10.1 Innenstütze ST-B575

4.10.2 Randstütze ST-C283

4.10.3 Eckstütze ST-C184

4.10.4 Wandscheibe W 185

4.11 Querkraftbemessung außerhalb der Durchstanzbereiche.....86

4.12 Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....89

4.12.1 Spannungsbegrenzung unter Gebrauchsbedingungen89

4.12.2 Begrenzung der Rissbreite89

4.12.3 Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite90

4.12.4 Begrenzung der Rissbreite (stat. erf. Bewehrung)90

4.12.5 Begrenzung der Verformungen91

4.13 Bewehrungsführung und bauliche Durchbildung93

4.13.1 Versatzmaß93

4.13.2 Grundmaß der Verankerungslänge93

4.13.3 Verankerung (Rand-, Eckstützen und Wandscheiben)94

4.13.4 Verankerung (Innenstützen)99

4.13.5 Verankerung außerhalb der Auflager101

4.13.6 Mindestbewehrung (Duktilität).....101

4.14 Brandschutznachweis der Flachdecke102

4.15 Bewehrungsplan der Regelgeschossflachdecke.....103

5 Bemessung der Deckenplatte im Kellergeschoss.....109

5.1 Allgemeines109

5.2 System und Bauteilmaße.....109

5.3 Effektive Stützweiten.....109

5.4 Betonfestigkeitsklasse, Betondeckung, Verlegemaße110

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 Literatur309

16 Stichwortverzeichnis.....313