

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	13
Einführung	15
1 Planungsgrundlagen	19
2 Regelwerke für Betonböden	23
3 Nutzungen, Einwirkungen, Beanspruchungen	25
3.1 Nutzung von Betonböden	25
3.2 Einwirkungen auf Betonböden und Beanspruchungen	27
3.3 Lastbeanspruchungen	28
3.3.1 Beanspruchungen durch Fahrzeuge	28
3.3.2 Beanspruchungen durch Lagergüter	34
3.3.3 Beanspruchungen durch Maschinen	36
3.3.4 Bemessungslasten	36
3.4 Mechanische Beanspruchungen	37
3.4.1 Widerstand gegen Verschleißbeanspruchung	38
3.4.2 Widerstand gegen Schlagbeanspruchung	41
3.4.3 Widerstand gegen Polieren grober Gesteinskörnungen	41
3.5 Beanspruchungen durch Temperaturdifferenzen	42
3.5.1 Wärmeentwicklung und Abkühlen beim Erhärten des Betons	43
3.5.2 Erwärmen durch Sonneneinstrahlung	43
3.5.3 Abkühlen durch Wind und/oder Nachtkälte	44
3.6 Beanspruchungen durch Frost ohne oder mit Taumittel	44
3.7 Beanspruchungen durch Chloride	45
3.8 Chemische Beanspruchungen	47
3.8.1 Grundwasser	47
3.8.2 Flüssigkeiten der Industrie	47
3.9 Auswirkungen des Schwindens von Beton	54
3.10 Auswirkungen der Karbonatisierung von Beton	56
4 Konstruktionsarten und Anforderungen	59
4.1 Allgemeines zur Gesamtkonstruktion	59
4.1.1 Standardausführung im Betonstraßenbau	59
4.1.2 Aufbau eines Betonbodens für Produktions- und Lagerhallen	60
4.2 Planung der Unterkonstruktion	64
4.2.1 Untergrund	64
4.2.2 Dränung	67
4.2.3 Tragschicht	68
4.2.4 Sauberkeitsschicht	72
4.2.5 Trennlage	73
4.2.6 Gleitschicht	73
4.2.7 Schutzschicht	74
4.3 Planung der Betonbodenplatte	75

4.3.1	Betonfestigkeit und Wasserzementwert	76
4.3.2	Biegezugfestigkeit und Betondehnung	77
4.3.3	Plattendicken	77
4.3.4	Verschleißbeanspruchung	78
4.3.5	Betonbodenplatten im Freien	78
4.3.6	Betonbodenplatten mit Gefälle	78
4.4	Fugen in Betonbodenplatten	79
4.4.1	Allgemeines zu Fugen und Rissen	79
4.4.2	Art und Lage der Fugen	79
4.4.3	Fugenabstände	83
4.4.4	Sollrissquerschnitte als Scheinfugen	85
4.4.5	Arbeitsfugen als Pressfugen	87
4.4.6	Randfugen als Bewegungsfugen	89
4.4.7	Dübel	91
4.4.8	Anker	92
4.4.9	Fugenkanten	93
4.4.10	Fugendichtstoffe	94
4.4.11	Fugenplan	95
4.5	Unbewehrte Betonbodenplatten	96
4.5.1	Vereinfachte Planung der Plattendicke	97
4.5.2	Berücksichtigung höherer Kontaktdrücke	99
4.5.3	Fugenabstände bei unbewehrten Platten	100
4.6	Bewehrte Betonbodenplatten	101
4.6.1	Mattenbewehrte Betonbodenplatten	101
4.6.2	Stahlfaserbewehrte Betonbodenplatten	105
4.6.3	Betonbodenplatten mit Spannlitzen	108
4.6.4	Betonbodenplatten mit kombinierter Bewehrung	110
4.7	Fugenlose Betonbodenplatten	112
4.7.1	Betonbodenplatten mit weitgehend freier Bewegungsmöglichkeit zum Unterbau	112
4.7.2	Betonbodenplatten mit fester Verbindung zum Unterbau	113
4.7.3	Betonbodenplatten mit Bewehrung	114
4.7.4	Betonbodenplatten mit Spannlitzen	115
4.7.5	Betonbodenplatten mit gewalztem Beton	115
4.8	Betonböden mit Förderkettensystemen	117
4.9	Fertigteile im Betonbodenbereich	118
4.9.1	Fertigteile für die Flächenbefestigung	119
4.9.2	Fertigteile für den Gleisbereich	121
4.10	Gedämmte Betonböden	123
4.10.1	Anforderungen an den Wärmeschutz	123
4.10.2	Ausnahmeregelungen	125
4.10.3	Wärmedämmstoffe	125
4.10.4	Betonbodenplatte	126
4.10.5	Schichtenaufbau	126
4.10.6	Bemessungshilfe für Wärmedämmungen bei Betonbodenplatten	127
4.11	Betonböden mit Flächenheizung	130
4.11.1	Konstruktion	130
4.11.2	Wärmedämmung	131

4.11.3	Trennschicht und Schutzschicht	131
4.11.4	Trägerelemente für Heizrohre und -leitungen	132
4.11.5	Fugenausbildung	132
5	Betontechnologische Anforderungen	135
5.1	Anforderungen an die Ausgangsstoffe	135
5.1.1	Zemente	135
5.1.2	Gesteinskörnung	136
5.1.3	Betonzusätze	138
5.2	Anforderungen an den Beton	140
5.2.1	Expositionsklassen	140
5.2.2	Betonzusammensetzung	140
5.2.3	Frischbeton	140
5.2.4	Besondere Betone	143
6	Besondere Anforderungen	145
6.1	Multifunktionsböden	145
6.1.1	Zielsetzung	146
6.1.2	Grenzen für Beanspruchung und Nutzung	146
6.1.3	Anforderungen an die Konstruktion	146
6.2	Anforderungen an die Oberfläche	148
6.2.1	Arten der Oberflächen	148
6.2.2	Griffigkeit	149
6.2.3	Verschleißwiderstand	149
6.2.4	Staubfreiheit	150
6.2.5	Farbigkeit	151
6.3	Anforderungen an Oberflächensysteme	153
6.3.1	Hartstoffeinstreuungen	153
6.3.2	Hartstoffsichten	154
6.3.3	Versiegelungen	156
6.3.4	Beschichtungen	157
6.4	Anforderungen an die Sicherheit	161
6.4.1	Rutschsicherheit	161
6.4.2	Elektrostatische Ableitfähigkeit	169
6.4.3	Flüssigkeitsdichtheit	172
6.4.4	Schwerentflammbarkeit	176
6.5	Anforderungen an die Ebenheit	177
6.5.1	Toleranzen nach DIN 18202	177
6.5.2	Toleranzen nach DIN 15185	179
6.6	Anforderungen an die Entwässerung	182
6.6.1	Gefälle	182
6.6.2	Entwässerungsgrinnen	182
6.7	Anforderungen an die Reinigungs- und Pflegeeigenschaften	186
6.8	Weitere Anforderungen	188
6.8.1	Überarbeitbarkeit	188
7	Bemessungsgrundlagen für Betonböden	191
7.1	Allgemeines zur Bemessung	191

7.2	Einwirkungen für Bemessung und Nachweise	192
7.2.1	Sicherheitsbeiwerte für Einwirkungen	192
7.2.2	Sicherheitsbeiwerte für Nutzungsbereiche	193
7.2.3	Sicherheitsbeiwerte für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	194
7.3	Nachweise für Untergrund und Tragschicht	196
7.3.1	Verformungsmodul des Unterbaus	196
7.3.2	Bettungsmodul des Unterbaus	197
7.3.3	Reibungsbeiwerte auf dem Unterbau	199
7.4	Nachweis zur Vermeidung von Rissen in Betonbodenplatten	200
7.4.1	Allgemeines zur Rissvermeidung	200
7.4.2	Betondehnung	201
7.4.3	Nachweis über die zulässige Betondehnung	202
7.5	Nachweis der Rissbreite bei Betonbodenplatten	203
7.5.1	Allgemeines zu Rissen	203
7.5.2	Bestimmung der Risschnittgrößen	204
7.5.3	Nachweis für den Risszustand	206
7.5.4	Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite	207
7.6	Nachweis von Biegespannungen (Verfahren Westergaard/Eisenmann)	210
7.6.1	Elastische Länge	210
7.6.2	Kontaktdruck bei Einzellasten	212
7.6.3	Belastungskreisradius und Ersatzradius	212
7.6.4	Bemessungsgleichungen für drei verschiedene Lastfälle	213
7.6.5	Einfluss aus zweiter Einzellast in Plattenmitte	215
7.6.6	Gesamt-Bearbeitung aus mehreren Lasten	217
7.6.7	Einfluss aus zweiter Einzellast am Plattenrand	217
7.7	Nachweis von Biegemomenten (Verfahren Niemann/Bercea)	217
7.7.1	Bettungsmodul, elastische Länge und Belastungsradius	218
7.7.2	Bemessungsgleichung für drei verschiedene Lastfälle	220
7.8	Berücksichtigung von Temperatureinwirkungen	222
7.8.1	Betonbodenplatten mit Sonneneinstrahlung	222
7.8.2	Temperaturgradient Δt	223
7.8.3	Aufwölbung bei Erwärmung	224
7.8.4	Kritische Plattenlänge L_{krit}	224
7.8.5	Größe der Wölbspansnungen σ_w (Verfahren Eisenmann/Leykauf)	225
7.8.6	Witterungsbedingte Biegezugspannungen (Verfahren Foos/Müller)	228
7.9	Nachweis des Durchstanzwiderstandes	232
7.10	Berücksichtigung der Kraftübertragung an Fugen	232
7.10.1	Kraftübertragung durch Rissverzahnung bei Scheinfugen	233
7.10.2	Kraftübertragung durch Verzahnung bei Pressfugen	234
7.10.3	Kraftübertragung durch Rissverzahnung mit Bewehrung	234
7.10.4	Kraftübertragung durch Verdübelung der Fugen	235
7.10.5	Zusammenstellung der Querkraftübertragung an Fugen	235
7.11	Zusammenfassung zu elastisch gelagerten Betonbodenplatten	235

8 Bemessung von Betonbodenplatten

8.1	Bemessung unbewehrter Betonbodenplatten	239
8.1.1	Bemessungsbeispiel für unbewehrte Betonplatten in geschlossener Halle	241
8.1.2	Bemessungsbeispiel für unbewehrte Betonbodenplatten im Freien	249

8.2	Bemessung bewehrter Betonbodenplatten	256
8.2.1	Bewehrung für verminderten Zwang bei langen Bodenplatten mit Bewegungsmöglichkeit auf dem Untergrund	257
8.2.2	Bewehrung bei Zwang infolge abfließender Hydratationswärme ohne Bewegungsmöglichkeit auf dem Untergrund	261
8.2.3	Bewehrung bei spätem Zwang ohne Bewegungsmöglichkeit auf dem Untergrund	263
8.2.4	Bemessungsbeispiel für mattenbewehrte Betonbodenplatte mit großer Plattenlänge bei Lastbeanspruchung	266
8.3	Nachweise für stahlfaserbewehrte Betonbodenplatten	273
8.4	Nachweis für Betonbodenplatten mit Spannlitzen	274
8.5	Nachweis für gewalzte Betonbodenplatten	276
8.6	Auswahl fugenloser Betonbodenplatten	277
8.7	Tragfähigkeit wärmegedämmter Betonböden	278
8.7.1	Nachweis für Dämmplatten aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS)	278
8.7.2	Nachweis für Dämmplatten aus Schaumglas (CG)	279
8.7.3	Nachweis für Schüttungen aus Schaumglas-Schotter (SGS)	280
9	Herstellen der Unterkonstruktion	281
9.1	Vorbereiten des Untergrundes	281
9.2	Herstellen der Dränung	282
9.3	Einbau der Tragschicht	283
9.3.1	Verdichtung	284
9.3.2	Profilgerechte Lage	284
9.3.3	Frostschutzzschichten (FSS)	284
9.3.4	Kiestragschichten (KTS)	284
9.3.5	Schottertragschichten (STS)	285
9.3.6	Verfestigungen	285
9.3.7	Betontragschichten	286
9.4	Einbau einer Sauberkeitsschicht	287
9.5	Verlegen von Trennlagen und Gleitschichten	287
9.6	Einbau von Bewehrung, Dübeln und Ankern	288
9.6.1	Bewehrung	288
9.6.2	Dübel	291
9.6.3	Anker	292
9.7	Einbau von Wärmedämmenschichten	292
9.7.1	Verlegen von Dämmplatten	292
9.7.2	Einbau von Schüttungen aus Schaumglas-Schotter (SGS)	293
9.7.3	Dämmeschicht aus Porenleichtbeton	293
9.8	Einbau von Heizrohren und -leitungen	294
9.9	Einbau von Entwässerungsritten und Einbauteilen	295
9.9.1	Entwässerungsritten	295
9.9.2	Einbauteile, Schächte, Kanäle	296
10	Herstellen der Betonbodenplatte	297
10.1	Bestellen und Abnahme des Betons	297
10.2	Einbau des Betons	298
10.2.1	Verteilen und Verdichten des Betons	299

10.2.2	Herstellung von Neigungen	301
10.2.3	Beton mit Fließmittel	302
10.2.4	Frühhochfester Beton	303
10.2.5	Beton mit Vakuumbehandlung	305
10.2.6	Gewalzter Beton	307
10.3	Bearbeitung der Betonoberfläche	308
10.3.1	Besenstrich	309
10.3.2	Abgleichen (Abscheiben)	309
10.3.3	Glätten	310
10.3.4	Schleifen	311
10.3.5	Strahlen	312
10.3.6	Auswaschen	312
10.3.7	Profilgerechte Lage	313
10.3.8	Gefälle	313
10.3.9	Ebenheit	314
10.4	Oberflächen mit Hartstoffen	314
10.4.1	Hartstoffeinstreuungen	314
10.4.2	Hartstoffsschichten	316
10.5	Schützen der erhärtenden Betonbodenplatte	320
10.5.1	Nachbehandlungsmittel	323
10.5.2	Abdeckungen	324
10.5.3	Nass-Nachbehandlung	324
10.6	Verlegen von Groß- und Kleinfächernplatten	325
10.6.1	Fertigteile für die Flächenbefestigung	325
10.6.2	Fertigteile für den Gleisbereich	326
11	Herstellen von Fugen	329
11.1	Scheinfugen und Sollrissquerschnitte	329
11.2	Pressfugen	331
11.3	Randfugen (Raumfugen, Bewegungsfugen, Dehnfugen)	333
11.4	Fugenabdichtung	333
12	Aufbringen von Oberflächenschutzsystemen	335
12.1	Hydrophobierungen	336
12.2	Versiegelungen	336
12.3	Beschichtungen	337
13	Qualitätssicherungsmaßnahmen	339
13.1	Prüfung des Untergrundes und der Tragschicht	339
13.1.1	Nivellieren	341
13.1.2	Befahren mit LKW	341
13.1.3	Lastplatten-Druckversuche	341
13.1.4	Verdichtungsgrad	342
13.1.5	Prüfung der Ebenheit	343
13.1.6	Häufigkeit der Prüfungen	344
13.2	Prüfung der Zwischenschichten	344
13.3	Qualitätssicherung des Betons	345
13.3.1	Erstprüfung	345

rtverzeichnis

