

Horst König

Maschinen im Baubetrieb



Teubner

B. G. Teubner Stuttgart • Leipzig • Wiesbaden

Inhaltsverzeichnis

1	Entwicklung der Baumaschinen in den letzten 50 Jahren	17
2	Baugeräteliste BGL	19
2.1	Inhalt	19
2.2	Erläuterung der wichtigsten Daten am Beispiel eines Radladers	20
2.3	Wesentliche Anwendungsbereiche der BGL	21
3	Geräte zur Betonaufbereitung und Betonverarbeitung	23
3.1	Allgemeines	23
3.2	Betonmischanlagen	23
3.2.1	Mischsysteme	23
3.2.1.1	Freifallmischer	23
3.2.1.2	Zwangsmischer	24
3.2.2	Fließschema einer Betonmischanlage	25
3.2.3	Grundtypen der Betonmischanlagen	26
3.2.4	Technische Ausrüstungsdetails der Mischanlagen für Qualitätsbeton	27
3.2.4.1	Wiegeeinrichtungen	27
3.2.4.2	Dosiereinrichtungen für Zuschlagstoffe und Zement in Mischanlagen	27
3.2.4.3	Wasserzugabe in den Mischer	28
3.2.4.4	Sandfeuchtemessung und Sand-Wasser-Korrektur bei Mischanlagen	28
3.2.4.5	Konsistenzmessung im Mischer	28
3.2.4.6	Betonmischanlagen im Winterbetrieb (Warmbeton)	28
3.2.4.7	Betonmischanlagen und Umweltschutz	29
3.2.4.8	Steuerung von Betonmischanlagen	29
3.2.4.9	Steuerung und Überwachung durch anlagentechnische Maßnahmen	29
3.2.4.10	Formularwesen für die Herstellung und Lieferung von Qualitätsbeton nach DIN EN 206-1	31
3.2.5	Mobile Mischanlagen für große Betonmengen	31
3.3	Betontransport	32
3.3.1	Allgemeines	32
3.3.2	Aufbau eines Fahrmischers	32
3.3.3	Fahrmischergrößen	33
3.4	Betonverarbeitung	34
3.4.1	Einbringen des Betons in Schalungen	34
3.4.2	Betonpumpen	37
3.4.2.1	Kolbenpumpen	37
3.4.2.2	Rotorbetonpumpen	38
3.4.2.3	Pumpleistungen	39
3.5	Betonverdichtung	39
3.5.1	Allgemeines	39
3.5.2	Innenvibratoren (Innenrüttler)	40
3.5.3	Außenvibratoren	42
3.5.4	Mechanische und elektronische Frequenz- und Spannungsumformer mit konstanter Abgabefrequenz	43
3.5.5	Elektronische Frequenz- und Spannungsumformer mit variabler Abgabefrequenz	44
3.6	Betonspritzen	45

3.6.1	Trockenspritzverfahren.....	45
3.6.2	Nassspritzverfahren.....	46
3.6.3	Düsenführung.....	47
3.6.4	Anwendungsmöglichkeiten für Spritzbeton.....	47
4	Hebezeuge.....	49
4.1	Turmdrehkrane.....	49
4.1.1	Allgemeines.....	49
4.1.2	Kenngößen.....	49
4.1.3	Auslegertypen.....	51
4.1.4	Turmdrehkran-Baureihen.....	52
4.1.5	Technische Ausrüstungsdetails.....	58
4.1.5.1	Ballastierung.....	58
4.1.5.2	Klettereinrichtung.....	61
4.1.5.3	Hubwerke.....	64
4.1.5.4	Katzfahrwerke.....	66
4.1.5.5	Krandrehwerke.....	66
4.1.5.6	Kranfahrwerke.....	67
4.1.5.7	Sicherheitseinrichtungen.....	67
4.1.5.8	Kransteuerungen und Kransteuersysteme.....	71
4.1.5.9	Krane mit Raupenfahrwerk.....	73
4.1.5.10	Mobilbaukrane.....	74
4.1.6	Kran-Gleisanlagen.....	76
4.1.6.1	Kurzschwellengleis.....	76
4.1.6.2	Träger-Gleis.....	76
4.1.7	Sicherheitsmaßnahmen beim Betrieb von Turmdrehkranen.....	77
4.1.8	Personenbeförderung.....	78
4.2	Portalkrane.....	79
4.2.1	Allgemeines.....	79
4.2.2	Bauteile und Daten.....	79
4.2.3	Einstufung der Krankonstruktion und Auswahl des Hubwerks.....	80
4.3	Autokrane und Mobilkrane.....	80
4.3.1	Autokran-Baureihen.....	80
4.3.2	Mobilkran-Baureihen.....	81
4.3.3	Technische Ausrüstungsdetails der Autokrane.....	82
4.3.3.1	Auslegersysteme.....	82
4.3.3.2	Bauteile.....	82
4.3.3.3	Teleskopausleger.....	84
4.3.3.4	Diagramm für den Arbeitsbereich eines Autokrane.....	85
4.3.3.5	Traglasttabelle.....	86
4.3.3.6	Kransteuerung.....	86
4.3.3.7	Ballastierung.....	87
4.4	Bauaufzüge.....	88
4.4.1	Leichte Bauaufzüge bis 200 kg Traglast (Schrägaufzüge).....	88
4.4.2	Materialaufzüge bis 300 kg Traglast.....	89
4.4.3	Materialaufzüge von 500 bis 1500 kg Traglast.....	89
4.4.4	Material- und Personenaufzüge bis 2800 kg Traglast.....	90
4.5	Winden und Greifzüge.....	91
4.5.1	Allgemeines.....	91
4.5.2	Greifzüge.....	91
4.5.3	Handwinden.....	92

Inhaltsverzeichnis

4.5.4	Elektrowinden.....	93
4.5.5	Hydraulikwinden.....	93
4.5.6	Druckluftwinden.....	94
4.6	Hydraulische Hubgeräte.....	94
4.6.1	Allgemeines.....	94
4.6.2	Hydraulische Hebeböcke.....	95
4.6.3	Hydraulische Antriebsaggregate.....	96
Erdbaugeräte.....		99
5.1	Allgemeines zur Entwicklung der Erdbaugeräte.....	99
5.2	Hydraulikbagger.....	99
5.2.1	Übersicht über Baugrößen.....	99
5.2.2	Hydraulikbagger - Grundgerät.....	100
5.2.2.1	Bauteile des Mobilbaggers.....	100
5.2.2.2	Bauteile des Raupenbaggers.....	101
5.2.2.3	Hydraulikeinrichtung und Steuerung.....	103
5.2.2.4	Hydraulischer Schwenkantrieb.....	103
5.2.2.5	Hydraulischer Fahrtrieb für Raupenbagger.....	103
5.2.2.6	Hydraulischer Fahrtrieb bei Mobilbaggern.....	104
5.2.3	Arbeitsausrüstungen.....	104
5.2.3.1	Verstellausleger, Monoblockausleger, Klappschaufleinrichtung.....	104
5.2.3.2	Kräfte am Tieflöffel.....	105
5.2.3.3	Kräfte an der Klappschaufel.....	106
5.2.3.4	Reichweitendiagramme.....	106
5.2.3.5	Grabgefäße.....	107
5.2.3.6	Grabgefäßinhalte nach SAE und CECE.....	108
5.2.4	Einsatzgestaltung bei Hydraulikbaggern.....	109
5.2.4.1	Allgemeines.....	109
5.2.4.2	Tieflöffeleinsatz.....	110
5.2.4.3	Klappschaufeleinsatz.....	110
5.2.4.4	Einflussfaktoren auf die Baggerleistung.....	110
5.2.4.5	Leistungsberechnung.....	111
5.2.4.6	Hydraulikbagger im Einsatz als Hebezeug.....	112
5.2.5	Anbau- und Zusatzgeräte für Hydraulikbagger.....	113
5.3	Hydraulik-Kleinbagger.....	116
5.3.1	Minibagger.....	116
5.3.2	Kompaktbagger.....	118
5.4	Hydraulische Raupen- und Mobilseilbagger.....	119
5.4.1	Allgemeines.....	119
5.4.2	Übersicht über Baugrößen.....	119
5.4.2.1	Hydraulische Seilbagger Baugröße 1.....	119
5.4.2.2	Hydraulische Seilbagger Baugröße 2.....	119
5.4.3	Grundgerät.....	120
5.4.3.1	Bauteile.....	120
5.4.3.2	Hydraulikeinrichtung und Steuerung.....	121
5.4.3.3	Hydraulische Winden in Seilbaggern.....	121
5.4.3.4	Auslegerverstellung.....	122
5.4.4	Arbeits- und Zusatzeinrichtungen an hydraulischen Seilbaggern.....	122
5.4.4.1	Einsatz als Bagger.....	122
5.4.4.2	Einsatz als Kran.....	123
5.4.4.3	Einsatz als Trägergerät.....	124

5.5	Schreitbagger.....	124
5.5.1	Allgemeines.....	124
5.5.2	Bauteile und Arbeitseinrichtung.....	125
5.5.3	Schreitbagger im Einsatz.....	126
5.6	Radlader.....	127
5.6.1	Allgemeines.....	127
5.6.2	Übersicht über Radlader-Baugrößen.....	127
5.6.2.1	Baugröße 1 - Kompaktlader.....	127
5.6.2.2	Baugröße 2 - Kleinlader.....	128
5.6.2.3	Baugröße 3 - Großlader.....	128
5.6.3	Technische Ausrüstungsdetails.....	128
5.6.3.1	Bauteile.....	128
5.6.3.2	Fahrantriebe und Hydraulik.....	128
5.6.3.3	Funktion des Drehmomentwandlers.....	131
5.6.3.4	Lenksysteme.....	133
5.6.3.5	Achsen und Bremsen.....	134
5.6.3.6	Lasten und Kräfte.....	135
5.6.3.7	Schaufelkinematik.....	136
5.6.3.8	Schwenkschaufellader.....	137
5.6.3.9	ROPS-Fahrerkabine und FOPS-Fahrerkabine.....	137
5.6.4	Einsatzgestaltung.....	138
5.6.4.1	Allgemeines.....	138
5.6.4.2	Radlader im Erdbau.....	138
5.6.4.3	Radlader mit Schnellwechseleinrichtung.....	140
5.6.4.4	Einsatz von Kompaktladern.....	141
5.7	Teleskopmaschinen.....	142
5.7.1	Allgemeines.....	142
5.7.2	Technische Ausrüstungsdetails.....	142
5.7.2.2	Fahrantrieb, Achsen und Hydraulikeinrichtung.....	144
5.7.2.3	Arbeitseinrichtungen.....	144
5.8	Baggerlader.....	145
5.8.1	Allgemeines.....	145
5.8.2	Technische Ausrüstungsdetails.....	145
5.8.2.1	Bauteile.....	145
5.8.2.2	Fahrantrieb, Lenkung und Arbeitsausrüstungen.....	146
5.9	Planierraupen.....	146
5.9.1	Allgemeines.....	146
5.9.2	Übersicht über Baugrößen.....	147
5.9.3	Bauteile.....	147
5.9.3.1	Fahrantriebe und Hydraulik.....	147
5.9.3.2	Kettenlaufwerke.....	151
5.9.4	Arbeitseinrichtungen.....	153
5.9.4.1	Planierschild und Schubrahmen.....	153
5.9.4.2	Festlegung der Schildkapazität.....	154
5.9.4.3	Heckaufreißer.....	155
5.9.5	Einsatzgestaltung und Schubleistung.....	156
5.9.5.1	Diagramm für die Schubleistung.....	156
5.9.5.2	Einflussfaktoren auf die Schubleistung.....	156
5.9.5.3	Traktionsfaktoren.....	158
5.10	Laderaupen.....	159
5.10.1	Allgemeines.....	159

5.10.2 Technische Ausrüstungsdetails.....	159
5.10.2.1 Bauteile.....	159
5.10.2.2 Kettenlaufwerk.....	159
5.10.2.3 Fahrtrieb.....	160
5.10.2.4 Arbeitseinrichtung.....	160
5.10.2.5 Einflussfaktoren auf die Ladeleistung.....	160
5.11 Schürfkübelraupen.....	160
5.11.1 Allgemeines.....	160
5.11.2 Technische Ausrüstungsdetails.....	160
5.11.2.1 Bauteile und Arbeitsweise.....	161
5.11.2.2 Raupenfahrwerk- Fahrtrieb - Hydraulik.....	162
5.11.3 Schematische Darstellung der Arbeitsweise.....	162
5.11.4 Einsatzbeispiele.....	163
5.12 Scraper (Schürfwagen).....	163
5.12.1 Allgemeines.....	163
5.12.2 Bauteile und Arbeitsweise.....	163
5.12.2.1 Fahrtriebe.....	164
5.12.3 Scraper-Bauarten.....	164
5.12.3.1 Standard-Scraper.....	164
5.12.3.2 Doppelmotor-Scraper.....	165
5.12.3.3 Elevator-Scraper.....	165
5.12.3.4 Schnecken-Scraper.....	166
5.12.4 Einsatzbeispiel.....	166
5.13 Grader.....	167
5.13.1 Allgemeines.....	167
5.13.2 Bauteile.....	167
5.13.2.1 Fahrtriebe.....	168
5.13.2.2 Lenkung und Verstellmöglichkeit des Fahrwerks.....	168
5.13.2.3 Verstellmöglichkeit der Schar.....	170
5.13.3 Automatische Scharsteuerung.....	173
5.13.4 Scharsteuerung mit Satelliten-Navigationssystem.....	175
5.14 Maschinenkontrollsystem mit GPS-Unterstützung.....	175
5.14.1 Allgemeines.....	175
5.14.2 Funktion.....	176
6 Geräte für die Bodenverdichtung.....	179
6.1 Allgemeines.....	179
6.2 Bodenarten.....	179
6.2.1 Bindige Böden.....	179
6.2.2 Nichtbindige Böden.....	180
6.2.3 Mischböden.....	180
6.2.4 Felsgestein.....	180
6.3 Verdichtungswilligkeit der Böden.....	180
6.4 Verdichtungsverfahren.....	181
6.4.1 Statische Verdichtung.....	181
6.4.2 Dynamische Verdichtung.....	181
6.4.2.1 Stampfverdichtung.....	182
6.4.2.2 Vibrationsverdichtung.....	182
6.5 Verdichtungsgeräte.....	185
6.5.1 Vibrationsstampfer.....	185
6.5.2 Vibrationsplatten.....	186

6.5.2.1	Vibrationsplatten mit Vorlauf.....	186
6.5.2.2	Vibrationsplatten mit Ver- und Rücklauf.....	187
6.5.3	Vibrationswalzen.....	189
6.5.3.1	Handgeführte Doppel-Vibrationswalzen.....	189
6.5.3.2	Grabenwalzen.....	190
6.5.3.3	Tandem-Vibrationswalzen.....	191
6.5.3.4	Anhänge-Vibrationswalzen.....	194
6.5.3.5	Walzenzüge.....	195
6.6	Auswahl der Verdichtungsgeräte.....	196
6.6.1	Auswahl nach Schichtdicke und Bodenart.....	196
6.6.2	Computer-Auswahl.....	197
6.7	Anwendungsbereiche für Verdichtungsgeräte.....	198
6.8	Flächendeckende Verdichtungskontrolle bei Walzen.....	199
6.8.1	Allgemeines.....	199
6.8.2	Verdichtungsmesssystem.....	199
6.8.3	Verdichtungsmess- und Dokumentations-System.....	200
6.8.4	Flächendeckende Verdichtung mit GPS-Satellitenunterstützung.....	201
6.8.5	Selbstregelndes Verdichtungssystem.....	202
7	Geräte für den bituminösen Straßenbau.....	205
7.1	Allgemeines.....	205
7.2	Asphaltmischanlagen.....	205
7.2.1	Definition der Leistung.....	205
7.2.2	Asphaltmischanlagen - Bauarten.....	206
7.2.2.1	Asphaltmischanlagen mit nebenstehendem Verladesilo.....	206
7.2.2.2	Asphaltmischanlagen mit untergebautem Verladesilo.....	206
7.2.3	Fließschema und Funktionsweise.....	207
7.2.4	Bauteile.....	208
7.2.4.1	Vordosierung der Mineralien.....	208
7.2.4.2	Trockentrommel und Heißelevator.....	208
7.2.4.3	Entstaubung - Eigenfüller - Fremdfüller.....	209
7.2.4.4	Mischturm.....	210
7.2.4.5	Bitumenlagerung und -erwärmung.....	211
7.2.4.6	Verladesilo.....	212
7.2.4.7	Steuerung von Asphaltmischanlagen.....	213
7.2.5	Verarbeitung von Asphaltgranulat.....	214
7.2.5.1	Kaltzugabe.....	214
7.2.5.2	Warmzugabe.....	214
7.3	Asphaltgranulat-Aufbereitung.....	216
7.4	Straßenfräsen für Kaltasphalt.....	216
7.5	Schwarzdeckenfertiger.....	218
7.5.1	Anforderungen.....	218
7.5.2	Bauarten.....	219
7.5.3	Bauteile und Funktionsweise.....	220
7.5.3.1	Hydraulikantriebe beim Schwarzdeckenfertiger.....	221
7.5.3.2	Einbaubohle und Mischguttransport.....	221
7.5.4	Nivelliereinrichtung.....	224
7.6	Asphaltverdichtung.....	225
7.6.1	Allgemeines.....	225
7.6.2	Verdichtungseigenschaften.....	226
7.6.3	Walzen für die Asphaltverdichtung.....	227

7.6.3.1	Gummiradwalzen.....	227
7.6.3.2	Tandem-Vibrationswalzen.....	229
7.6.3.3	Kombiwalzen.....	229
7.6.4	Walztechnik.....	230
7.6.4.1	Grundregeln für die Asphaltverdichtung mit Walzen.....	230
7.6.4.2	Walzschemen.....	230
7.6.5	Selbstregelndes Verdichtungssystem bei der Asphaltverdichtung.....	231
7.6.5.1	Allgemeines.....	231
7.6.5.2	Funktion.....	232
7.7	Geräte für die Fahrbahnerneuerung.....	233
7.7.1	Allgemeines.....	233
7.7.2	Heißrecycling-Verfahren mit Remix-Maschine.....	233
7.7.3	Kaltrecycling-Verfahren.....	235
7.8	Geräte zur Bodenstabilisierung.....	237
7.8.1	Allgemeines.....	237
7.8.2	Stabilisierungsmaschinen.....	237
8	Geräte für den Betondeckenbau.....	241
8.1	Allgemeines.....	241
8.2	Aufbau und Arbeitsweise von Betondeckenfertiger bei einlagigem Deckeneinbau.....	241
8.3	Arbeitsweise bei zweilagigem Betondeckeneinbau.....	243
8.4	Herstellung von monolithischen Profilen mit dem Gleitschalungsfertiger.....	244
8.5	Fugenschneiden im Betondeckenbau.....	245
9	Pumpen und Wasserhaltung.....	247
9.1	Allgemeines.....	247
9.2	Tauchmotorpumpen.....	247
9.2.1	Schmutzwasserpumpen.....	247
9.2.2	Schlammumpen.....	248
9.2.3	Pumpenkennlinie.....	249
9.2.4	Förderleitungen.....	250
9.3	Grundwasserabsenkung.....	252
9.3.1	Absenkkurve und Boden-Durchlässigkeitsbeiwert.....	252
9.3.2	Absenkung mit Tiefbrunnen im Schwerkraftverfahren.....	254
9.3.3	Absenkung mit dem Vakuumverfahren.....	256
10	Kompressoren und Druckluftwerkzeuge.....	259
10.1	Allgemeines.....	259
10.2	Druckluftherzeugung.....	259
10.2.1	Aufbau und Funktion eines Schraubenkompressors.....	259
10.2.2	Fahrbare Schraubenkompressoren.....	261
10.2.3	Druckluftanlagen für Baustellen mit hohem Luftbedarf.....	262
10.3	Druckluftwerkzeuge.....	262
10.3.1	Abbau- und Aufbruchhämmer.....	262
10.3.2	Bohrhämmer.....	263
11	Geräte für den Kanalbau, Rohrvortrieb und Rohrleitungsbau.....	265
11.1	Allgemeines.....	265
11.2	Grabenverbaueinheiten.....	265
11.2.1	Randgestützte Verbaueinheiten.....	265

11.2.2 Gleitende Verbaueinheiten.....	268
11.2.3 Dielen-Kammerplattenverbau.....	269
11.2.4 Hydraulischer Pressverbau.....	270
11.3 Hydraulischer Rohrvortrieb.....	272
11.4 Erdraketen und Rohrrahmen.....	273
11.4.1 Erdrakete.....	274
11.4.2 Rohrramme.....	275
11.5 Micro-Vortriebsmaschinen.....	275
11.5.1 Allgemeines.....	275
11.5.2 Schematische Darstellung des Einsatzes.....	276
11.5.3 Funktion der Micro-Vortriebsmaschine.....	276
11.6 Horizontalbohrgeräte.....	277
11.6.1 Allgemeines.....	277
11.6.2 Aufbau und Funktion des Horizontalbohrgerätes.....	278
11.7 Grabenfräsen.....	280
11.7.1 Allgemeines.....	280
11.7.2 Gerätetypen und Baugrößen.....	281
11.7.3 Technische Ausrüstung.....	282
12 Ramm- und Ziehgeräte.....	283
12.1 Allgemeines.....	283
12.2 Spundwandprofile.....	283
12.2.1 Leichte Profile.....	285
12.2.2 Schwere Profile.....	284
12.3 Widerstandskräfte am Rammgut.....	285
12.4 Rammtechnik.....	286
12.5 Vibrationsrammen.....	288
12.5.1 Bauteile und Funktionsweise.....	288
12.5.2 Kenngrößen.....	288
12.5.3 Vibrationsrammen und Trägergeräte.....	290
12.5.3.1 Leichte Vibrationsrammen.....	290
12.5.3.2 Trägergeräte für leichte Vibrationsrammen.....	290
12.5.3.3 Schwere Vibrationsrammen.....	293
12.5.3.4 Trägergeräte für schwere Vibrationsrammen.....	293
12.5.3.5 Hochfrequenz-Vibratoren mit variablem statischen Moment.....	294
12.6 Bemessung und Auswahl.....	296
12.7 Vibrations-Ziehgeräte.....	298
12.8 Spundwandpressen.....	298
12.8.1 Freireitendes Pressen.....	299
13 Bohr- und Schlitzwandgeräte.....	301
13.1 Allgemeines.....	301
13.1.1 Anforderung an die Maschineneinrichtung zur Herstellung von Pfählen und Wänden.....	301
13.1.1.1 Lösen des Bodens.....	301
13.1.1.2 Fördern des Bodens.....	302
13.1.1.3 Stabilisieren des Bodens.....	302
13.2 Geräte zur Herstellung von Bohrpfählen.....	302
13.2.1 Drehbohrantriebe.....	302
13.2.2 Drehbohranlagen.....	303
13.2.3 Drehbohrverfahren.....	305

Inhaltsverzeichnis

13.2.4 Bohrwerkzeuge.....	313
13.2.4.1 Bohrgreifer.....	313
13.2.4.2 Drehbohrwerkzeuge.....	314
13.2.4.3 Meißel.....	315
13.2.5 Bohrohre.....	315
13.3 Geräte zur Herstellung von Schlitzwänden.....	316
13.3.1 Herstellen von Wänden mit dem Schlitzwandgreifer.....	317
13.3.2 Herstellen von Wänden mit der Schlitzwandfräse.....	318
13.3.2.1 Bauteile der Fräse mit Geräteträger.....	318
13.3.2.2 Fräsvorgang.....	319
13.3.2.3 Verfahrensablauf beim Herstellen einer Schlitzwand mit Fräse.....	319
13.3.3 Weitere Verfahrensabläufe und Maßnahmen bei der Schlitzwandherstellung... ..	320
13.3.3.1 Erstellung von Leitwänden.....	320
13.3.3.2 Suspensionskreislauf.....	320
13.3.3.3 Suspensionsherstellung und -reinigung.....	322
13.3.3.4 Fugenausbildung bei Schlitzwänden.....	323
13.4 Herstellen von Kleinlochbohrungen.....	325
13.4.1 Allgemeines.....	325
13.4.2 Drehbohrgerät.....	326
13.4.3 Drehantrieb.....	326
14 Tunnelbaugeräte.....	329
14.1 Allgemeines.....	329
14.2 Schildvortriebsgeräte.....	329
14.2.1 Schildvortrieb mit Reiß- und Ladeschaufel oder Schrämausleger.....	330
14.2.2 Schildvortrieb mit dem Schneidrad.....	331
14.2.3 Hartgestein-Schild bei nicht ausgekleideten Tunneln (System Demag).....	332
14.2.4 Hydroschild.....	333
14.2.5 Poly- oder Mix-Schild.....	334
14.3 Teilschnittmaschine.....	336
14.4 Neue Österreichische Tunnelbauweise (NOT).....	337
14.4.1 Tunnelquerschnitt.....	337
14.4.2 Geräteeinsatz und Bauverfahren.....	338
14.5 Tunnelbelüftung und -entstaubung.....	341
14.5.1 Tunnelbelüftung.....	341
14.5.2 Tunnelentstaubung.....	342
14.6 Materialtransport im Tunnelbau.....	343
15 Abbruchgeräte.....	345
15.1 Allgemeines.....	345
15.2 Abbruchmaschinen und -Werkzeuge.....	345
15.2.1 Abbruch im Hoch-, Tief- und Industriebau.....	345
15.2.2 Abbruch von Betonflächen.....	348
15.3 Baustoff-Recycling.....	350
Bildnachweis.....	353
Stichwortverzeichnis.....	357