

**Zusätzliche Technische
Vertragsbedingungen und Richtlinien
für Erdarbeiten im Straßenbau**

ZTVE-StB 94

Fassung 1997

**Kommentar
mit
Kompendium Erd- und Felsbau
unter Berücksichtigung
der nationalen und europäischen Regelwerke**

von
Professor Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Rudolf Floss

3. Auflage

KIRSCHBAUM VERLAG BONN

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines

| | |
|--|-----------|
| 1.1 Geltungsbereich | 16 |
| Kommentar | |
| 1 Grundlagen des Auftragwesens | 17 |
| 2 Grundlagen für Planungen im Straßen- und Brückenbau | 23 |
| 3 Grundlagen des Umweltschutzes | 31 |
| 1.2 Begriffsbestimmungen | 36 |
| Kommentar | |
| 1 Terminologie des Fahrbahnaufbaus | 37 |
| 2 Grundbegriffe | 39 |
| 1.3 Vorbereitende und baubegleitende Arbeiten | 40 |
| 1.4 Baustoffe | 41 |
| 1.5 Ausführung | 43 |
| Kommentar | |
| 1 Auswahl von Bauverfahren und Baugeräten | 44 |
| 2 Schutz- und Sicherungsmaßnahmen | 45 |
| 3 Vorbereitung des Baufeldes | 46 |
| 4 Sicherung von Hohlräumen in Gebieten mit Bergsenkungen und Erdfällen | 47 |
| 5 Massenverteilung unter Berücksichtigung der Volumenänderungen | 47 |
| 1.6 Prüfungen | 49 |
| 1.6.1 Allgemeines | 49 |
| 1.6.2 Eignungsprüfungen | 49 |
| 1.6.3 Eigenüberwachungsprüfungen | 50 |
| 1.6.4 Kontrollprüfungen | 50 |
| Kommentar | |
| 1 Erdbautechnische Eignungs- und Güteprüfungen | 52 |
| 2 Organisation der Prüfungen | 53 |
| 3 Prüfstellen | 53 |
| 1.7 Abnahme | 56 |
| Kommentar | |
| 1 Abnahmeverfahren | 57 |
| 2 Abzüge bei Minderleistungen | 57 |
| 1.8 Gewährleistung | 59 |
| Kommentar | |
| 1 Mangelanspruch | 59 |
| 2 Verjährungsfrist | 60 |
| 1.9 Abrechnung | 61 |
| Kommentar | |
| 1 Bauabrechnung | 62 |
| 2 Bohrarbeiten für Baugrundaufschlüsse | 63 |
| 3 Bodenaustausch | 64 |
| 4 Spülarbeiten | 64 |
| 5 Mehrmassen infolge Bodensetzungen | 64 |

2 Boden und Fels; sonstige Baustoffe

| | |
|--|-----|
| 2.1 Geotechnische Untersuchungen | 66 |
| 2.1.1 Allgemeines | 66 |
| 2.1.2 Art und Umfang | 67 |
| 2.1.3 Untersuchungsverfahren | 67 |
| Kommentar | |
| 1 Organisation der geotechnischen Untersuchungen | 68 |
| 2 Vor- und Hauptuntersuchungen | 70 |
| 3 Abstände und Tiefen der Aufschlüsse | 73 |
| 4 Spezielle Untersuchungsbereiche | 75 |
| 5 Aufschlussverfahren für die Baugrund- und Baustofferkundung | 77 |
| 6 Aufschluss der Grundwasserverhältnisse | 98 |
| 7 Dokumentation der Bohrergebnisse | 102 |
| 8 Entnahme und Güte von Bodenproben | 103 |
| 9 Labor- und Feldversuche | 107 |
| 10 Geotechnische Messungen | 112 |
| 2.2 Beschreibung und Einordnung von Boden, Fels und sonstigen Baustoffen | 122 |
| Kommentar | |
| 1 Baugeologische Übersicht der Boden- und Felsarten | 123 |
| 2 Bodenmechanische Beurteilung der Bodenarten | 126 |
| 3 Felsmechanische Beurteilung der Gesteins- und Felsarten | 139 |
| 2.3 Einstufung von Boden und Fels | 153 |
| 2.3.1 Allgemeines | 153 |
| 2.3.2 Boden- und Felsklassen | 153 |
| 2.3.3 Beurteilung der Frostepfindlichkeit | 164 |
| 2.3.4 Filterstabilität | 176 |
| Kommentar zu 2.3.2 | |
| 1 Zweck der erdbautechnischen Klassifizierung | 155 |
| 2 Klassifizierungsmerkmale | 155 |
| 3 Technische und vertragsrechtliche Bedeutung | 156 |
| 4 Hinweise für die Anwendung | 158 |
| 5 Klassifizierung bei Bohrarbeiten nach ATV DIN 18301 | 162 |
| Kommentar zu 2.3.3 | |
| 1 Frostepfindlichkeit der Böden | 166 |
| 2 Frostepfindlichkeit der Felsgesteine | 168 |
| 3 Frostsicherung von Fahrbahnbefestigungen | 169 |
| Kommentar zu 2.3.4 | |
| 1 Hydrodynamische Bodenformationen in durchströmten Schichten | 176 |
| 2 Auftrieb und hydraulischer Grundbruch | 180 |
| 2.4 Geokunststoffe | 182 |
| 2.4.1 Allgemeines | 182 |
| 2.4.2 Anwendung | 182 |
| 2.4.3 Anforderungen | 182 |
| 2.4.4 Prüfungen | 183 |
| Kommentar | |
| 1 Geokunststoffe | 184 |
| 2 Anwendungshinweise | 186 |
| 3 Verlegetechnik | 186 |
| 4 Eigenschaften - Anforderungen | 187 |

| | |
|---|-----|
| 2.5 Industrielle Nebenprodukte und Recycling-Baustoffe | 191 |
| 2.5.1 Allgemeines | 191 |
| 2.5.2 Anwendung | 191 |
| 2.5.3 Anforderungen | 192 |
| 2.5.4 Prüfungen | 192 |
| Kommentar | |
| 1 Allgemeine bautechnische Bedeutung | 192 |
| 2 Eigenschaften und erdbautechnische Eignung | 194 |
| 3 Technische Regelwerke (Übersicht) | 199 |
| 2.6 Leichtbaustoffe | 201 |
| Kommentar | |
| 1 Anwendungen | 201 |
| 2 Baustoffe | 202 |
| | |
| 3 Einschnitte und Dämme | |
| 3.1 Lösen und Laden | 208 |
| 3.1.1 Allgemeines | 208 |
| 3.1.2 Abtragsquerschnitte | 208 |
| 3.1.3 Löseverfahren bei Fels | 208 |
| 3.1.4 Sprengpläne und gesetzliche Bestimmungen | 209 |
| 3.1.5 Lösen von Fels | 209 |
| Kommentar | |
| 1 Koordinierung der Abtrags- und Auftragsarbeiten | 210 |
| 2 Toleranzen der Abtragsprofile | 213 |
| 3 Arbeitsleistung der Flachbagger | 214 |
| 4 Lösen von Fels zur Gewinnung von Schüttmaterial | 215 |
| 5 Hydromechanisches Verfahren | 216 |
| 3.2 Fördern | 217 |
| Kommentar | |
| 1 Wahl der Förderverfahren und Förderwege | 217 |
| 2 Befahrbarkeit von Erd- und Förderwegen | 218 |
| 3 Technische Optionen | 221 |
| 3.3 Einbau und Verdichten | 227 |
| 3.3.1 Ausführung | 227 |
| 3.3.2 Anforderungen an das Verdichten | 252 |
| Kommentar zu 3.3.1 | |
| 1 Dammbau | 231 |
| 2 Baustoffe | 233 |
| 3 Vorbereitung des Dammauflagers | 233 |
| 4 Einbau- und Verdichtungsregeln | 234 |
| 5 Einsatz und Leistung der Verdichtungsgeräte | 237 |
| 6 Versuchsschüttung, Probeverdichtung | 244 |
| 7 Maßnahmen bei Regenwetter | 245 |
| 8 Sonderverfahren beim Einbau | 247 |
| 9 Hydromechanische Erdbautechnik | 248 |
| 10 Tiefenverdichtung des Baugrundes | 250 |
| Kommentar zu 3.3.2 | |
| 1 Eigenverformung von Aufschüttungen | 254 |
| 2 Verdichtungseigenschaften der Böden | 255 |
| 3 Verdichtungsanforderungen | 260 |

| | |
|---|-----|
| 3.4 Planum | 265 |
| Kommentar | |
| 1 Bauausführung | 267 |
| 2 Befahrbarkeit | 269 |
| 3 Schutzmaßnahmen gegen ungünstige Witterung | 269 |
| 4 Verformungsmodul $E_{\nu 2}$ auf dem Planum | 271 |
| 5 Bodenspezifische Zusammenhänge zwischen Verformungsmodul und Verdichtungs- kenngrößen | 274 |
| 3.5 Wasserabfluss | 278 |
| Kommentar | |
| 1 Entwurfsplanung | 279 |
| 2 Entwässerung der Fahrbahn | 281 |
| 3 Rohrleitungen - Durchlässe | 282 |
| 4 Grundlagen für die hydraulische Berechnung | 284 |
| 5 Bauwerke für die Rückhaltung von Wasser | 286 |
| 6 Bauwerke für die Reinigung von Wasser | 287 |
| 3.6 Seitenentnahmen und Seitenablagerungen | 289 |
| Kommentar | |
| 1 Planung und Beschaffenheit von Seitenentnahmen | 289 |
| 2 Planung und Beschaffenheit von Ablagerungsflächen | 290 |
| 3 Erdbautechnisch geordnete Zwischenlagerung | 291 |
| 4 Umlegen von Leitungen und Einbauten | 291 |
| 4 Oberbodenarbeiten | |
| Kommentar | |
| 1 Abtrag und Behandlung von Oberboden | 295 |
| 2 Begrünung ohne Oberbodenandeckung | 297 |
| 5 Böschungen | |
| Kommentar | |
| 1 Ursachen von Bewegungen und Rutschungen | 303 |
| 2 Feldaufnahme von Rutschungen | 305 |
| 3 Ursachen der Bodenerosion und Erosionsschutz | 307 |
| 4 Instabilität durchströmter Schichten | 308 |
| 5 Entwurfsgrundsätze beim Böschungsbau | 309 |
| 6 Böschungen in Lockergesteinen | 311 |
| 7 Böschungen in Fels | 313 |
| 8 Sicherungsmaßnahmen | 318 |
| 9 Standsicherheitsberechnungen nach DIN 1054/4084 | 330 |
| 6 Abdichtungen | |
| 6.1 Allgemeines | 334 |
| 6.2 Abdichtungen aus mineralischen Böden und Bodengemischen | 334 |
| 6.3 Abdichtungen aus Kunststoffdichtungsbahnen und mineralischen Dichtungs- matten | 335 |
| 6.4 Abdichtungen aus Asphalt | 335 |
| 6.5 Andere Abdichtungssysteme | 335 |
| Kommentar | |
| 1 Straßenspezifische Einwirkungen auf das Grundwasser | 336 |
| 2 Verlagerung straßenspezifischer Stoffe in den Untergrund | 337 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 3 | Sicherheitsbewertung der Maßnahmen zum Grundwasserschutz | 338 |
| 4 | Bautechnische Maßnahmen in Wasserschutzzonen | 339 |
| 5 | Technische Optionen für Abdichtungen | 344 |
| 6 | Technische Regelwerke | 352 |
| 7 | Sickeranlagen und Filterschichten | |
| 7.1 | Allgemeines | 356 |
| 7.2 | Sickerstränge | 356 |
| 7.3 | Sicker- und Filterschichten | 356 |
| | Kommentar | |
| 1 | Sickeranlagen | 357 |
| 2 | Sickerrohrleitungen | 358 |
| 3 | Versickerung von Oberflächenwasser | 360 |
| 4 | Filterschichten | 361 |
| 5 | Geotextile Filter- und Dränelemente | 362 |
| 6 | Schutzmaßnahmen gegen Versinterung und Verockerung | 362 |
| 8 | Baugruben und Leitungsgräben | |
| 8.1 | Herstellen | 366 |
| 8.2 | Verfüllen | 366 |
| 8.3 | Baustoffe | 366 |
| 8.4 | Einbau und Verdichten | 367 |
| 8.5 | Verdichtungsanforderungen | 368 |
| | Kommentar | |
| 1 | Herstellen von Baugruben und Gräben | 369 |
| 2 | Leitungsgräben | 375 |
| 3 | Unterfangungen und Sicherungen bei angrenzenden baulichen Anlagen | 384 |
| 4 | Tiefe Baugrubenumschließungen | 387 |
| 5 | Tiefbauwerke im Grundwasser | 395 |
| 9 | Hinterfüllen und Überschütten von Bauwerken | |
| 9.1 | Allgemeines | 400 |
| 9.2 | Baustoffe | 400 |
| 9.3 | Einbau und Verdichten | 401 |
| 9.4 | Überschüttete, biegeeweiche Bögen | 402 |
| 9.5 | Raumgitterkonstruktionen; Stützkörper aus bewehrter Erde | 402 |
| 9.6 | Entwässerung | 404 |
| | Kommentar | |
| 1 | Wechselwirkungen zwischen Bauwerk, hinterfülltem Erdkörper und Baugrund | 406 |
| 2 | Grundsätze für Entwurf und Ausführung | 407 |
| 3 | Entwässerung | 410 |
| 4 | Maßnahmen zum Ausgleich von Wandbewegungen und Setzungsdifferenzen | 413 |
| 5 | Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau | 417 |
| 6 | Massive Widerlager- und Stützwände | 426 |
| 7 | Tragverhalten von Anker- und Nagelsystemen | 434 |
| 8 | Raumgitter-Stützkonstruktionen | 439 |
| 9 | Böschungs- und Stützbauweisen mit flexiblen Bewehrungselementen | 440 |
| 10 | Erdstützkörper nach dem Prinzip „Terre Armee“ | 453 |
| 11 | Rohrleitungen | 456 |
| 12 | Gewölbe aus Stahlbeton-Fertigteilen | 463 |
| 13 | Gewölbedurchlässe aus Stahlprofil-Fertigteilen | 464 |

10 Lärmschutzwälle

| | |
|--|-----|
| 10.1 Querschnittsgestaltung | 468 |
| 10.2 Baustoffe | 468 |
| 10.3 Einbau und Verdichten | 468 |
| 10.4 Oberbodenarbeiten | 469 |
| 10.5 Geokunststoffe | 469 |
| Kommentar | |
| 1 Bauweisen | 469 |
| 2 Erdwälle | 471 |
| 3 Sanierung von Erdwällen | 472 |

11 Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln

| | |
|---|-----|
| 11.1 Anwendung | 474 |
| 11.2 Ausführung | 474 |
| 11.2.1 Bodenverfestigungen | 474 |
| 11.2.2 Bodenverbesserungen | 476 |
| 11.2.3 Dicke | 476 |
| 11.2.4 Breite und Querneigung | 476 |
| 11.2.5 Verarbeitungszeit | 477 |
| 11.2.6 Nachbehandlung | 477 |
| 11.2.7 Schutzmaßnahmen | 477 |
| 11.3 Baustoffe | 478 |
| 11.3.1 Böden und sonstige Baustoffe | 478 |
| 11.3.2 Bindemittel | 478 |
| 11.3.3 Wasser | 479 |
| 11.4 Anforderungen | 479 |
| 11.4.1 Allgemeines | 479 |
| 11.4.2 Baustoffgemische | 479 |
| 11.4.3 Bodenverfestigungen | 480 |
| 11.4.4 Bodenverbesserungen | 481 |
| Kommentar | |
| 1 Anwendung | 481 |
| 2 Bauverfahren | 484 |
| 3 Eignung der Bindemittel | 485 |
| 4 Bodenverbesserung mit Kalk | 491 |
| 5 Behandlung schadstoffbelasteter Böden mit Bindemittel | 491 |

12 Maßnahmen zur Verbesserung von wenig tragfähigem Untergrund und Unterbau

| | |
|--|-----|
| 12.1 Grundsätze | 494 |
| 12.2 Mechanische Bodenverbesserungen | 495 |
| 12.3 Maßnahmen ohne Bodenaustausch | 495 |
| 12.4 Maßnahmen mit Bodenaustausch | 496 |
| Kommentar | |
| 1 Entscheidungsgrundsätze für bautechnische Lösungen | 498 |
| 2 Instabilität der Dämme | 500 |
| 3 Dämme auf erstkonsolidiertem Untergrund | 503 |
| 4 Sicherheitsnachweise | 508 |
| 5 Bodenaustausch im Bagger- oder Spülbetrieb | 510 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 6 | Bodenaustausch durch Verdrängung und/oder Sprengung | 511 |
| 7 | Konsolidierungsverfahren | 513 |
| 8 | Bodenstabilisierungen | 518 |
| 9 | Dämme aus Leichtbaustoffen | 523 |
| 10 | Lastverteilende Schichten | 525 |
| 11 | Bewehrung mit Geokunststoffen | 525 |
| 12 | Aufgeständerte Dammgründungen | 532 |
| 13 | Arbeiten bei und nach Frostwetter | |
| | Kommentar | |
| 1 | Vorbedingungen für Winterarbeiten | 537 |
| 2 | Empfehlungen für die Ausführung | 537 |
| 14 | Prüfungen | |
| 14.1 | Methoden für das Prüfen der Bodenverdichtung | 540 |
| 14.1.1 | Allgemeines | 540 |
| 14.1.2 | Methode M1: Vorgehensweise gemäß statistischem Prüfplan | 540 |
| 14.1.3 | Methode M2: Vorgehensweise bei Anwendung flächendeckender dynamischer Messverfahren | 542 |
| 14.1.4 | Methode M3: Vorgehensweise zur Überwachung des Arbeitsverfahrens | 543 |
| 14.2 | Prüfverfahren zur Ermittlung von Verdichtungskenngrößen | 545 |
| 14.2.1 | Probenahme und Prüfverfahren | 545 |
| 14.2.2 | Verdichtungsgrad D_{Pr} | 545 |
| 14.2.3 | Trockendichte p_d und Porenanteil n | 545 |
| 14.2.4 | Luftporenanteil n_a | 545 |
| 14.2.5 | Indirekte Prüfverfahren | 545 |
| 14.3 | Prüfen des Verformungsmoduls auf dem Planum | 547 |
| 14.4 | Prüfungen bei Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen | 548 |
| 14.4.1 | Prüfungen bei Bodenverfestigungen | 548 |
| 14.4.2 | Prüfungen bei Bodenverbesserungen | 549 |
| 14.5 | Prüfungen der Frostempfindlichkeit von Böden und der Frostbeständigkeit von Fels | 550 |
| 14.6 | Sonstige Prüfverfahren | 550 |
| | Kommentar | |
| 1 | Geotechnisches Prüfwesen | 551 |
| 2 | Methoden für das Prüfen der Bodenverdichtung | 553 |
| 3 | Prüfverfahren zur Ermittlung von Verdichtungskenngrößen | 561 |
| 4 | Prüfungen an Boden-Bindemittel-Gemischen | 572 |
| 5 | Prüfung der Frostempfindlichkeit und Frostbeständigkeit | 575 |
| 6 | Prüfung der Filtereigenschaften | 578 |
| 7 | Versuchs- und Messtechnik | 578 |
| 8 | Prüfung von Geokunststoffen | 578 |

Anhänge

| | | |
|-----------|---|-----|
| A1 | Fahrbahnbefestigungen: Bodenmechanische und bodendynamische Grundlagen .. | 584 |
| A1.1 | Aufbau von Fahrbahnbefestigungen. | 584 |
| A1.2 | Start- und Landebahnen. | 601 |
| A1.3 | Schwingungsdynamische Grundlagen. | 603 |
| A2 | Bodenkenngößen | 607 |
| A2.1 | Informative Erfahrungswerte für Bodenkenngößen nach DIN 1055-2. | 607 |
| A2.2 | Zusammenstellung der Verdichtungs- und Wassergehaltskenngößen mit formelgemäßen Definitionen. | 610 |
| A2.3 | Umrechnungsformeln für Verdichtungs- und Wassergehaltskenngößen. | 611 |
| A3 | Bodenklassifikation | 612 |
| A3.1 | DIN 18196 Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (Übersicht). | 612 |
| A3.2 | DIN 18196 Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (Plastizitätsdiagramm). | 616 |
| A3.3 | Unified Soil Classification System (USC) des US Bureau of Reclamation | 617 |
| A3.4 | Bodenklassifikation der American Association of State Highway Officials (AASHO) im Vergleich mit USC. | 618 |
| A4 | Begriffsbestimmungen | 619 |
| A4.1 | Allgemeine Begriffe. | 619 |
| A4.2 | Straßenbauspezifische Begriffe. | 621 |
| A4.3 | Entwässerungstechnische Begriffe. | 622 |
| A4.4 | Geotechnische Begriffe. | 624 |
| A5 | Abkürzungen | 633 |
| A5.1 | Institutionen. | 633 |
| A5.2 | Technische und vertragsrechtliche Regelwerke. | 634 |
| A6 | Schrifttum | 635 |
| A6.1 | Allgemeine Vergabebestimmungen (VOB/A- DIN 1960). | 635 |
| | Allgemeine Vertragsbedingungen (VOB/B - DIN 1961). | 635 |
| | Allgemeine Technische Vertragsbedingungen (VOB/C - ATV DIN 18300 bis 18321). | 635 |
| A6.2 | Fachnormen (DIN/EN/ISO). | 636 |
| A6.3 | Regelwerk Erd- und Grundbau (DGGT - Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.). | 641 |
| A6.4 | Regelwerk Verkehrswegebau. | 642 |
| A6.5 | Regelwerk Geokunststoffe. | 644 |
| A6.6 | Regelwerk Wasserwirtschaft (DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.). | 647 |
| A6.7 | Informative Fachliteratur. | 648 |
| | Stichwortverzeichnis | 657 |