

# Inhaltsverzeichnis

|           |                                                      |           |
|-----------|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>  | <b>Einleitung .....</b>                              | <b>1</b>  |
| 1.1       | Hintergrund.....                                     | 1         |
| 1.1.1     | Geschichte der Liebherr-Werk Nenzing GmbH .....      | 1         |
| 1.1.2     | Entstehung des Kompendiums.....                      | 2         |
| 1.2       | Aufbau und Gebrauch des Kompendiums .....            | 2         |
| 1.2.1     | Allgemeines .....                                    | 2         |
| 1.2.2     | Aufbau der Hauptkapitel .....                        | 3         |
| 1.2.2.1   | Verfahrensprinzip .....                              | 3         |
| 1.2.2.2   | Eigenschaften und Anwendungsgrenzen .....            | 3         |
| 1.2.2.3   | Gerätesystem mit Ausrüstung.....                     | 3         |
| 1.2.3     | Anwendungen der Baugrundverbesserungsverfahren ..... | 3         |
| 1.2.4     | IT-Lösungen.....                                     | 4         |
| 1.2.5     | Technische Erläuterungen zum Kompendium .....        | 4         |
| <b>2</b>  | <b>Allgemeines .....</b>                             | <b>7</b>  |
| <b>3</b>  | <b>Nassmischen .....</b>                             | <b>15</b> |
| 3.1       | Verfahrensprinzip .....                              | 16        |
| 3.1.1     | Unverrohrtes Mischen.....                            | 16        |
| 3.1.1.1   | Einfachgestänge.....                                 | 16        |
| 3.1.1.2   | Mehrfachgestänge.....                                | 17        |
| 3.1.1.3   | Endlosschnecken .....                                | 19        |
| 3.1.1.4   | Gegenläufiger Mischkopf .....                        | 21        |
| 3.1.2     | Verrohrtes Mischen.....                              | 22        |
| 3.1.2.1   | Niederdruckspülung .....                             | 22        |
| 3.1.2.2   | Hochdruckspülung .....                               | 24        |
| 3.2       | Eigenschaften und Anwendungsgrenzen .....            | 26        |
| 3.2.1     | Eigenschaften.....                                   | 26        |
| 3.2.2     | Anwendungsgrenzen .....                              | 27        |
| 3.3       | Gerätesystem mit Ausrüstung.....                     | 28        |
| 3.3.1     | Trägergeräte .....                                   | 28        |
| 3.3.1.1   | Unverrohrtes Mischen.....                            | 28        |
| 3.3.1.1.1 | Einfachgestänge.....                                 | 28        |
| 3.3.1.1.2 | Mehrfachgestänge.....                                | 32        |
| 3.3.1.1.3 | Gegenläufiger Mischkopf .....                        | 34        |

|             |                                 |    |
|-------------|---------------------------------|----|
| 3.3.1.2     | Verrohrtes Mischen.....         | 35 |
| 3.3.2       | Misch- und Bohrantriebe .....   | 36 |
| 3.3.2.1     | Mischantriebe .....             | 36 |
| 3.3.2.2     | Bohrantriebe.....               | 39 |
| 3.3.3       | Mischanlagen .....              | 43 |
| 3.3.3.1     | Allgemeines .....               | 43 |
| 3.3.3.2     | Anlageneinheiten .....          | 44 |
| 3.3.3.2.1   | Silos und Förderschnecken ..... | 44 |
| 3.3.3.2.2   | Wasserbehälter.....             | 44 |
| 3.3.3.2.3   | Suspensionsmischer.....         | 45 |
| 3.3.3.2.4   | Vorratsbehälter .....           | 46 |
| 3.3.3.2.5   | Förderpumpen.....               | 47 |
| 3.3.3.2.5.1 | Plungerpumpen.....              | 47 |
| 3.3.3.2.5.2 | Exzentrerschneckenpumpen.....   | 48 |
| 3.3.3.3     | Steuerung.....                  | 48 |
| 3.3.3.4     | Kompaktmischanlagen .....       | 50 |
| 3.3.4       | Maschinengrenzen .....          | 52 |
| 3.3.4.1     | Unverrohrtes Mischen.....       | 52 |
| 3.3.4.1.1   | Einfachgestänge .....           | 52 |
| 3.3.4.1.2   | Mehrfachgestänge.....           | 54 |
| 3.3.4.1.3   | Gegenläufiger Mischkopf .....   | 57 |
| 3.3.4.2     | Verrohrtes Mischen .....        | 58 |
| 3.3.5       | Werkzeugsystem .....            | 59 |
| 3.3.5.1     | Unverrohrtes Mischen.....       | 59 |
| 3.3.5.1.1   | Einfachgestänge .....           | 59 |
| 3.3.5.1.2   | Mehrfachgestänge.....           | 61 |
| 3.3.5.1.3   | Gegenläufiger Mischkopf .....   | 63 |
| 3.3.5.2     | Verrohrtes Mischen.....         | 64 |
| 3.3.5.2.1   | Druckrohre .....                | 64 |
| 3.3.5.2.2   | Bohrrohre .....                 | 65 |
| 3.3.5.2.3   | Schneidschuhe.....              | 66 |
| 3.3.5.2.4   | Kopfstücke.....                 | 66 |
| 3.3.5.2.5   | Mischschnecken.....             | 67 |
| 3.3.5.2.6   | Schneckenanfänger.....          | 68 |
| 3.3.5.3     | Verschleißteile.....            | 69 |

|          |                                                  |           |
|----------|--------------------------------------------------|-----------|
| <b>4</b> | <b>Trockenmischen.....</b>                       | <b>71</b> |
| 4.1      | Verfahrensprinzip .....                          | 71        |
| 4.2      | Eigenschaften und Anwendungsgrenzen .....        | 72        |
| 4.2.1    | Eigenschaften.....                               | 72        |
| 4.2.2    | Anwendungsgrenzen .....                          | 73        |
| 4.3      | Gerätesystem mit Ausrüstung.....                 | 73        |
| 4.3.1    | Trägergeräte .....                               | 73        |
| 4.3.2    | Kalk-Zement-Station.....                         | 74        |
| 4.3.3    | Mischantriebe .....                              | 76        |
| 4.3.4    | Maschinengrenzen .....                           | 76        |
| 4.3.5    | Werkzeugsystem .....                             | 77        |
| <b>5</b> | <b>Fräsmischen .....</b>                         | <b>79</b> |
| 5.1      | Verfahrensprinzip .....                          | 79        |
| 5.2      | Eigenschaften und Anwendungsgrenzen .....        | 81        |
| 5.2.1    | Eigenschaften.....                               | 81        |
| 5.2.2    | Anwendungsgrenzen .....                          | 82        |
| 5.3      | Gerätesystem mit Ausrüstung.....                 | 82        |
| 5.3.1    | Trägergeräte .....                               | 82        |
| 5.3.1.1  | Mit Kopfführung (TD).....                        | 83        |
| 5.3.1.2  | Mit Durchgangsführung (HTGD).....                | 85        |
| 5.3.2    | Kellystangen und Kellyführungen .....            | 86        |
| 5.3.2.1  | Kellystangen .....                               | 86        |
| 5.3.2.2  | Kellyführungen.....                              | 87        |
| 5.3.2.3  | Konfigurationen .....                            | 88        |
| 5.3.3    | Fräsmischköpfe .....                             | 89        |
| 5.3.4    | Maschinengrenzen .....                           | 90        |
| 5.3.4.1  | Mit Kopfführung (TD).....                        | 90        |
| 5.3.4.2  | Mit Durchgangsführung (HTGD).....                | 90        |
| 5.3.5    | Werkzeugsystem .....                             | 91        |
| <b>6</b> | <b>Anwendungen der Bodenmischverfahren .....</b> | <b>93</b> |
| 6.1      | Allgemeines .....                                | 93        |
| 6.2      | Unverrohrtes Mischen .....                       | 93        |
| 6.2.1    | Einzelsäulen zur Bodenstabilisierung.....        | 93        |
| 6.2.1.1  | Anordnung beim Mischen mit Einfachgestänge ..... | 94        |
| 6.2.2    | Bodenmischlamellen zur Bodenstabilisierung.....  | 94        |

|          |                                                                                  |            |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.2.2.1  | Anordnung beim Mischen mit Zweifachgestänge .....                                | 95         |
| 6.2.2.2  | Anordnung beim Mischen mit Dreifachgestänge .....                                | 96         |
| 6.2.3    | Dichtwände und Baugrubenverbauwände .....                                        | 97         |
| 6.2.3.1  | Bodenmischlamellen „frisch in frisch“ .....                                      | 97         |
| 6.2.3.2  | Bodenmischlamellen im Pilgerschrittverfahren .....                               | 97         |
| 6.2.3.3  | Bodenmischlamellen mit Endlosschnecken im doppelten Pilgerschrittverfahren ..... | 98         |
| 6.3      | Verrohrtes Mischen .....                                                         | 99         |
| 6.3.1    | Mischen mit Niederdruckspülung im modifizierten Pilgerschrittverfahren .....     | 99         |
| 6.4      | Fräsmischen .....                                                                | 101        |
| 6.5      | Statisch belastbare Bodenmischelemente .....                                     | 102        |
| 6.6      | Beispiele für die Anordnung von Bodenmischelementen .....                        | 103        |
| 6.7      | Dimensionierung von Mischanlagen .....                                           | 104        |
| <b>7</b> | <b>Tiefenverdichtung mit Tiefenrüttler .....</b>                                 | <b>107</b> |
| 7.1      | Verfahrensprinzip .....                                                          | 109        |
| 7.1.1    | Rütteldruckverdichtung .....                                                     | 109        |
| 7.1.2    | Rüttelstopfverdichtung .....                                                     | 111        |
| 7.1.2.1  | Trockenverfahren mit Materialzugabe von der Geländeoberkante .....               | 112        |
| 7.1.2.2  | Nassverfahren .....                                                              | 113        |
| 7.1.2.3  | Trockenverfahren mit Materialzugabe von der Rüttlerspitze .....                  | 115        |
| 7.1.3    | Rüttelstopfverdichtung mit hydraulischen Bindemitteln .....                      | 118        |
| 7.1.3.1  | Vermörteltes Verfahren .....                                                     | 118        |
| 7.1.3.2  | Fertigmörtelverfahren .....                                                      | 119        |
| 7.1.3.3  | Teilvermörteltes Verfahren .....                                                 | 120        |
| 7.1.3.4  | Betonrüttelverfahren .....                                                       | 121        |
| 7.1.4    | Bewehrte Rüttelstopfverdichtung .....                                            | 122        |
| 7.1.4.1  | Geokunststoffummantelte Sand- und Schotterssäulen .....                          | 122        |
| 7.2      | Eigenschaften und Anwendungsgrenzen .....                                        | 123        |
| 7.2.1    | Eigenschaften .....                                                              | 123        |
| 7.2.1.1  | Rütteldruckverdichtung .....                                                     | 123        |
| 7.2.1.2  | Rüttelstopfverdichtung .....                                                     | 125        |
| 7.2.2    | Anwendungsgrenzen .....                                                          | 126        |
| 7.2.2.1  | Allgemeines .....                                                                | 126        |
| 7.2.2.2  | Rütteldruckverdichtung .....                                                     | 126        |
| 7.2.2.3  | Rüttelstopfverdichtung .....                                                     | 128        |
| 7.3      | Gerätesystem mit Ausrüstung .....                                                | 129        |

|           |                                                                          |     |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.3.1     | Trägergeräte .....                                                       | 129 |
| 7.3.1.1   | Raupenbagger mit Tiefenrüttler.....                                      | 129 |
| 7.3.1.2   | Mäklergeführtes Tiefenrütteln.....                                       | 130 |
| 7.3.1.3   | Freireitendes Tiefenrütteln.....                                         | 133 |
| 7.3.2     | Tiefenrüttler .....                                                      | 135 |
| 7.3.2.1   | Funktionsweise.....                                                      | 135 |
| 7.3.2.2   | Elektrische Tiefenrüttler.....                                           | 136 |
| 7.3.2.3   | Hydraulische Tiefenrüttler .....                                         | 137 |
| 7.3.3     | Luftkompressoren.....                                                    | 138 |
| 7.3.4     | Maschinengrenzen .....                                                   | 139 |
| 7.3.4.1   | Raupenbagger .....                                                       | 139 |
| 7.3.4.2   | Mäklergeführt mit Schleusenrüttler.....                                  | 139 |
| 7.3.4.3   | Freireitend.....                                                         | 140 |
| 7.3.5     | Werkzeugsystem .....                                                     | 142 |
| 7.3.5.1   | Versenkeinheit für die Rütteldruckverdichtung mit Tiefenrüttler.....     | 142 |
| 7.3.5.1.1 | Verlängerungsrohre und Rollenkopf .....                                  | 142 |
| 7.3.5.1.2 | Verschleiß- und Außenbauteile des Tiefenrüttlers .....                   | 144 |
| 7.3.5.1.3 | Rüttlerspitzen für die Rütteldruckverdichtung .....                      | 145 |
| 7.3.5.2   | Versenkeinheit für die Rüttelstopfverdichtung mit Schleusenrüttler ..... | 146 |
| 7.3.5.2.1 | Materialschleuse .....                                                   | 146 |
| 7.3.5.2.2 | Silorohre .....                                                          | 148 |
| 7.3.5.2.3 | Verschleiß- und Außenbauteile des Tiefenrüttlers .....                   | 149 |
| 7.3.5.2.4 | Rüttlerspitzen für die Rüttelstopfverdichtung.....                       | 150 |

## **8 Tiefenverdichtung mit Aufsatzrüttler..... 153**

|           |                                          |     |
|-----------|------------------------------------------|-----|
| 8.1       | Verfahrensprinzip .....                  | 153 |
| 8.1.1     | Mechanische Grundlagen des Rüttelns..... | 153 |
| 8.1.1.1   | Grundprinzip.....                        | 153 |
| 8.1.1.2   | Schwingungserzeugung .....               | 154 |
| 8.1.1.3   | Rammgutbewegung .....                    | 155 |
| 8.1.1.4   | Kenngößen.....                           | 156 |
| 8.1.1.4.1 | Statisches Moment.....                   | 156 |
| 8.1.1.4.2 | Erregerkraft.....                        | 157 |
| 8.1.1.4.3 | Frequenz .....                           | 157 |
| 8.1.1.4.4 | Schwingweite .....                       | 157 |
| 8.1.1.4.5 | Beschleunigung.....                      | 158 |

|             |                                                                    |     |
|-------------|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1.1.4.6   | Auflast .....                                                      | 158 |
| 8.1.2       | Tiefenverdichtung mit Verdichtungsbohle.....                       | 159 |
| 8.1.3       | Tiefenverdichtung mit Verrohrung.....                              | 160 |
| 8.1.3.1     | Rüttelsäulen.....                                                  | 160 |
| 8.1.3.2     | Rüttelstopfsäulen.....                                             | 162 |
| 8.1.3.3     | Betonrüttelsäulen.....                                             | 164 |
| 8.1.3.3.1   | Geschlossenes System .....                                         | 164 |
| 8.1.3.3.1.1 | Einrütteln .....                                                   | 165 |
| 8.1.3.3.1.2 | Betonieren und Ziehen.....                                         | 166 |
| 8.1.3.3.1.3 | Bewehren.....                                                      | 167 |
| 8.1.3.3.2   | Offenes System .....                                               | 167 |
| 8.1.3.3.2.1 | Einrütteln .....                                                   | 168 |
| 8.1.3.3.2.2 | Bewehren.....                                                      | 168 |
| 8.1.3.3.2.3 | Betonieren und Ziehen.....                                         | 169 |
| 8.1.3.4     | Geokunststoffummantelte Rüttelsäulen.....                          | 169 |
| 8.1.3.4.1   | Verdrängungsverfahren.....                                         | 170 |
| 8.1.3.4.1.1 | Einrütteln .....                                                   | 170 |
| 8.1.3.4.1.2 | Einlegen des Geokunststoffs und Verfüllen mit Zugabematerial ..... | 171 |
| 8.1.3.4.1.3 | Ziehen .....                                                       | 172 |
| 8.1.3.4.2   | Aushubverfahren .....                                              | 174 |
| 8.2         | Eigenschaften und Anwendungsgrenzen .....                          | 175 |
| 8.2.1       | Eigenschaften.....                                                 | 175 |
| 8.2.1.1     | Tiefenverdichtung mit Verdichtungsbohle.....                       | 175 |
| 8.2.1.2     | Tiefenverdichtung mit Verrohrung.....                              | 176 |
| 8.2.1.2.1   | Rüttelsäulen und Rüttelstopfsäulen.....                            | 176 |
| 8.2.1.2.2   | Betonrüttelsäulen.....                                             | 177 |
| 8.2.1.2.3   | Geokunststoffummantelte Rüttelsäulen.....                          | 178 |
| 8.2.2       | Anwendungsgrenzen.....                                             | 179 |
| 8.2.2.1     | Tiefenverdichtung mit Verdichtungsbohle.....                       | 180 |
| 8.2.2.2     | Tiefenverdichtung mit Verrohrung.....                              | 181 |
| 8.2.2.2.1   | Rüttelsäulen, Rüttelstopfsäulen, Betonrüttelsäulen.....            | 181 |
| 8.2.2.2.2   | Geokunststoffummantelte Rüttelsäulen.....                          | 181 |
| 8.3         | Gerätesystem mit Ausrüstung.....                                   | 182 |
| 8.3.1       | Trägergeräte .....                                                 | 182 |
| 8.3.1.1     | Mäklergeführt .....                                                | 182 |
| 8.3.1.2     | Freireitend.....                                                   | 185 |

|             |                                                      |     |
|-------------|------------------------------------------------------|-----|
| 8.3.2       | Rüttler .....                                        | 186 |
| 8.3.2.1     | Bauformen.....                                       | 186 |
| 8.3.2.1.1   | Aufsatzrüttler .....                                 | 187 |
| 8.3.2.1.2   | Gürtelrüttler .....                                  | 188 |
| 8.3.2.1.3   | Baggeranbaurüttler.....                              | 188 |
| 8.3.2.2     | Konstantes statisches Moment.....                    | 189 |
| 8.3.2.3     | Variables statisches Moment .....                    | 190 |
| 8.3.2.3.1   | Verstellung mit verteilten Wellen .....              | 192 |
| 8.3.2.3.2   | Verstellung mit konzentrischen Wellen .....          | 193 |
| 8.3.2.4     | Resonatoren.....                                     | 194 |
| 8.3.2.5     | Klemmzangensysteme.....                              | 194 |
| 8.3.2.5.1   | Klemmzangen .....                                    | 194 |
| 8.3.2.5.2   | Wendeplatten und Leisten .....                       | 196 |
| 8.3.2.5.3   | Anordnungsbeispiele .....                            | 196 |
| 8.3.3       | Spülhilfen.....                                      | 197 |
| 8.3.3.1     | Außenspülung .....                                   | 197 |
| 8.3.3.2     | Innenspülung.....                                    | 198 |
| 8.3.3.3     | Spülanlagen.....                                     | 198 |
| 8.3.4       | Betonpumpen .....                                    | 199 |
| 8.3.5       | Maschinengrenzen .....                               | 200 |
| 8.3.5.1     | Mäklergeführt .....                                  | 200 |
| 8.3.5.2     | Freireitend.....                                     | 201 |
| 8.3.6       | Werkzeugsystem .....                                 | 201 |
| 8.3.6.1     | Tiefenverdichtung mit Verdichtungsbohle.....         | 201 |
| 8.3.6.2     | Tiefenverdichtung mit Verrohrung.....                | 202 |
| 8.3.6.2.1   | Rüttelsäulen.....                                    | 202 |
| 8.3.6.2.2   | Rüttelstopfsäulen.....                               | 203 |
| 8.3.6.2.2.1 | Rüttelrohr, Einfülltrichter und Vorratsbehälter..... | 203 |
| 8.3.6.2.2.2 | Rüttelspitzen.....                                   | 205 |
| 8.3.6.2.3   | Betonrüttelsäulen.....                               | 206 |
| 8.3.6.2.3.1 | Geschlossenes System .....                           | 206 |
| 8.3.6.2.3.2 | Offenes System .....                                 | 207 |
| 8.3.6.2.4   | Geokunststoffummantelte Rüttelsäulen.....            | 208 |

## **9 Anwendungen der Tiefenverdichtungsverfahren .....211**

|     |                              |     |
|-----|------------------------------|-----|
| 9.1 | Rütteldruckverdichtung ..... | 211 |
|-----|------------------------------|-----|

|           |                                                                             |            |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.1.1     | Allgemeines .....                                                           | 211        |
| 9.1.2     | Verdichtungsraster .....                                                    | 212        |
| 9.1.3     | Verdichtungsmethoden .....                                                  | 214        |
| 9.1.3.1   | Stufenweises Ausfahren .....                                                | 215        |
| 9.1.3.2   | Intervallstopfen .....                                                      | 216        |
| 9.1.3.3   | Pilgerschrittmethode .....                                                  | 216        |
| 9.1.4     | Tandem-Verdichtung .....                                                    | 217        |
| 9.1.5     | Verdichtungskontrolle .....                                                 | 219        |
| 9.2       | Rüttelstopfverdichtung .....                                                | 220        |
| 9.2.1     | Allgemeines .....                                                           | 220        |
| 9.2.2     | Säulenraster .....                                                          | 222        |
| 9.2.3     | Verdichtungsmethoden .....                                                  | 225        |
| 9.2.3.1   | Stopfschema .....                                                           | 225        |
| 9.2.3.2   | Bearbeitungsfolge der Verdichtungspunkte .....                              | 225        |
| 9.2.4     | Qualitätskontrolle .....                                                    | 226        |
| 9.3       | Tiefenverdichtung mit Aufsatzrüttler .....                                  | 227        |
| 9.3.1     | Tiefenverdichtung mit Verdichtungsbohle .....                               | 227        |
| 9.3.2     | Tiefenverdichtung mit Verrohrung .....                                      | 228        |
| 9.3.2.1   | Rüttelsäulen .....                                                          | 228        |
| 9.3.2.2   | Rüttelstopfsäulen .....                                                     | 228        |
| 9.3.2.2.1 | Allgemeines .....                                                           | 228        |
| 9.3.2.2.2 | Säulenraster .....                                                          | 228        |
| 9.3.2.2.3 | Stopfschema .....                                                           | 229        |
| 9.3.2.2.4 | Bearbeitungsfolge beim Verdichten .....                                     | 229        |
| 9.3.2.2.5 | Qualitätskontrolle .....                                                    | 230        |
| 9.3.2.2.6 | Menge des Zugabematerials .....                                             | 230        |
| 9.3.2.3   | Betonrüttelsäulen .....                                                     | 231        |
| 9.3.2.4   | Geokunststoffummantelte Rüttelsäulen .....                                  | 233        |
| 9.3.2.4.1 | Allgemeines .....                                                           | 233        |
| 9.3.2.4.2 | Beispiele für die Anordnung von geokunststoffummantelten Rüttelsäulen ..... | 234        |
| 9.3.2.4.3 | Säulenraster .....                                                          | 234        |
| 9.3.2.4.4 | Systemoptimierung .....                                                     | 235        |
| 9.3.2.4.5 | Abdichtung gegen gespanntes Grundwasser .....                               | 236        |
| <b>10</b> | <b>Fallgewichtsverdichtung .....</b>                                        | <b>239</b> |
| 10.1      | Verfahrensprinzip .....                                                     | 239        |

|           |                                                                            |            |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.1.1    | Wirkungsweise .....                                                        | 239        |
| 10.1.2    | Verfahrensablauf .....                                                     | 241        |
| 10.1.3    | Tiefenwirkung .....                                                        | 242        |
| 10.2      | Eigenschaften und Anwendungsgrenzen .....                                  | 244        |
| 10.2.1    | Eigenschaften .....                                                        | 244        |
| 10.2.2    | Anwendungsgrenzen .....                                                    | 245        |
| 10.3      | Gerätesystem mit Ausrüstung .....                                          | 246        |
| 10.3.1    | Trägergeräte .....                                                         | 246        |
| 10.3.2    | Maschinengrenzen .....                                                     | 247        |
| 10.3.3    | Werkzeugsystem .....                                                       | 247        |
| 10.3.3.1  | Fallgewichte .....                                                         | 248        |
| 10.3.3.2  | Ausklinkvorrichtung .....                                                  | 248        |
| <b>11</b> | <b>Impulsverdichtung .....</b>                                             | <b>251</b> |
| 11.1      | Verfahrensprinzip .....                                                    | 251        |
| 11.2      | Eigenschaften und Anwendungsgrenzen .....                                  | 252        |
| 11.2.1    | Eigenschaften .....                                                        | 252        |
| 11.2.2    | Anwendungsgrenzen .....                                                    | 253        |
| 11.3      | Gerätesystem mit Ausrüstung .....                                          | 253        |
| 11.3.1    | Trägergeräte .....                                                         | 253        |
| 11.3.2    | Hämmer .....                                                               | 255        |
| 11.3.3    | Maschinengrenzen .....                                                     | 255        |
| 11.3.4    | Werkzeugsystem .....                                                       | 255        |
| <b>12</b> | <b>Anwendungen der Fallgewichtsverdichtung und Impulsverdichtung .....</b> | <b>257</b> |
| 12.1      | Allgemeines .....                                                          | 257        |
| 12.2      | Ablauf bei der Verdichtung .....                                           | 257        |
| 12.2.1    | Punkt an Punkt .....                                                       | 257        |
| 12.2.2    | Einfaches Pilgerschrittverfahren .....                                     | 257        |
| 12.2.3    | Doppeltes Pilgerschrittverfahren .....                                     | 258        |
| 12.3      | Sanierung von Deichen .....                                                | 258        |
| 12.4      | Herstellung von Schottersäulen .....                                       | 258        |
| 12.5      | Verdichtung von Müllkörpern .....                                          | 260        |
| 12.6      | Vertikaldräns als Hilfsmaßnahme .....                                      | 261        |
| 12.6.1    | Allgemeines .....                                                          | 261        |
| 12.6.2    | Arten von Vertikaldräns .....                                              | 261        |
| 12.6.3    | Einbau vorgefertigter Dräns .....                                          | 261        |

|                                                    |            |
|----------------------------------------------------|------------|
| <b>13 IT-Lösungen.....</b>                         | <b>267</b> |
| 13.1 Allgemeines .....                             | 267        |
| 13.1.1 Digitalisierung im Bauwesen .....           | 267        |
| 13.1.2 Digitalisierung im Spezialtiefbau .....     | 267        |
| 13.2 Umfeldaufnahme .....                          | 268        |
| 13.3 Planung .....                                 | 269        |
| 13.3.1 Maschineneinsatzplanung.....                | 269        |
| 13.3.2 MyJobsite.....                              | 270        |
| 13.3.3 Hubeinsatzplanung .....                     | 270        |
| 13.3.4 Fahrsimulator.....                          | 271        |
| 13.4 Fahrerassistenzsysteme .....                  | 273        |
| 13.4.1 Fernsteuerung .....                         | 273        |
| 13.4.2 Steuerungsbildschirm .....                  | 273        |
| 13.4.3 Kamerasysteme.....                          | 274        |
| 13.4.4 Positionierungssystem .....                 | 274        |
| 13.4.5 Prozessdatenerfassung .....                 | 275        |
| 13.4.6 Mäklerausrichtautomatik.....                | 277        |
| 13.4.7 Vorschubassistent .....                     | 277        |
| 13.4.8 Vertikalitätsassistent.....                 | 277        |
| 13.4.9 Referenzwertkontrolle beim Nassmischen..... | 277        |
| 13.4.10 Rüttelassistent.....                       | 278        |
| 13.4.11 Hinderniserkennung.....                    | 278        |
| 13.4.12 Freifallsteuerung .....                    | 279        |
| 13.4.13 Windenautomatik.....                       | 279        |
| 13.4.14 Bodendruckassistent.....                   | 279        |
| 13.4.15 Anbaugeräteerkennung .....                 | 280        |
| 13.5 Qualitätsmanagement.....                      | 280        |
| 13.5.1 MyJobsite.....                              | 280        |
| 13.5.1.1 Planung .....                             | 281        |
| 13.5.1.2 Baufortschritt.....                       | 281        |
| 13.5.1.3 Prozessdaten .....                        | 281        |
| 13.5.1.4 Benachrichtigungen.....                   | 282        |
| 13.5.2 Prozessdatennutzung .....                   | 282        |
| 13.5.3 Echtzeitüberwachung .....                   | 283        |
| 13.6 Telematiksystem .....                         | 283        |
| 13.6.1 Maschineninformationen.....                 | 284        |

|        |                         |     |
|--------|-------------------------|-----|
| 13.6.2 | Benachrichtigungen..... | 284 |
| 13.6.3 | Wartung.....            | 284 |
| 13.6.4 | Berichte.....           | 284 |
| 13.6.5 | Teleservice.....        | 285 |

## **14 Technische Erläuterungen zum Kompendium ..... 287**

|          |                                                                             |     |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 14.1     | Trägergeräte .....                                                          | 287 |
| 14.2     | Misch- und Bohrantriebe .....                                               | 287 |
| 14.3     | Aufsatzrüttler .....                                                        | 288 |
| 14.4     | Hämmer .....                                                                | 288 |
| 14.5     | Technische Daten .....                                                      | 288 |
| 14.5.1   | Mäklerlänge .....                                                           | 288 |
| 14.5.2   | Abstand Drehachse zu Mischachse bzw. Rammachse bzw. Verdichtungspunkt ..... | 288 |
| 14.5.3   | Nutzlänge .....                                                             | 288 |
| 14.5.3.1 | Nassmischen und Trockenmischen.....                                         | 288 |
| 14.5.3.2 | Fräsmischen.....                                                            | 289 |
| 14.5.3.3 | Tiefenverdichtung mit Aufsatzrüttler .....                                  | 291 |
| 14.5.3.4 | Tiefenverdichtung mit Tiefenrüttler .....                                   | 292 |
| 14.5.4   | Mäklerhöhenverstellung .....                                                | 293 |
| 14.5.5   | Auslegerlänge.....                                                          | 294 |
| 14.5.6   | Gesamthöhe.....                                                             | 294 |
| 14.5.7   | Hakenhöhe.....                                                              | 294 |
| 14.5.8   | Rohrlänge.....                                                              | 294 |
| 14.5.9   | Fallhöhe.....                                                               | 294 |
| 14.5.10  | Traglast.....                                                               | 295 |
| 14.5.11  | Windenzugkraft .....                                                        | 295 |
| 14.6     | Maschinengrenzen.....                                                       | 295 |
| 14.6.1   | Generelles .....                                                            | 295 |
| 14.6.2   | Säulendurchmesser und Lamellenabmessungen beim Bodenmischen .....           | 295 |
| 14.6.2.1 | Nassmischen.....                                                            | 295 |
| 14.6.2.2 | Trockenmischen .....                                                        | 296 |
| 14.6.2.3 | Fräsmischen.....                                                            | 296 |
| 14.6.3   | Säulendurchmesser bei der Tiefenverdichtung mit Aufsatzrüttler.....         | 296 |
| 14.6.4   | Säulendurchmesser bei der Tiefenverdichtung mit Tiefenrüttler .....         | 296 |
| 14.6.4.1 | Mäklergeführt mit Schleusenrüttler.....                                     | 296 |
| 14.6.5   | Mischtiefen beim Bodenmischen .....                                         | 296 |

|          |                                                                 |     |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 14.6.5.1 | Nassmischen.....                                                | 297 |
| 14.6.5.2 | Trockenmischen .....                                            | 299 |
| 14.6.5.3 | Fräsmischen.....                                                | 300 |
| 14.6.6   | Rammtiefen bei der Tiefenverdichtung mit Aufsatzrüttler.....    | 300 |
| 14.6.7   | Versenktiefen bei der Tiefenverdichtung mit Tiefenrüttler ..... | 302 |
| 14.6.8   | Traglast.....                                                   | 303 |
| 14.6.9   | Vorspannkraft und Zugkraft .....                                | 303 |
| 14.6.10  | Zugkraft Kellywinde .....                                       | 305 |
| 14.7     | Farbmuster .....                                                | 305 |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <b>Literaturverzeichnis .....</b> | <b>307</b> |
|-----------------------------------|------------|