

# Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                                |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Aufgabe von Bauwerksabdichtungen</b>                                        | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Geschichtliche Entwicklung der Abdichtungstechnik</b>                       | <b>5</b>  |
| 2.1      | Literatur                                                                      | 10        |
| <b>3</b> | <b>Beanspruchung der Bauwerke durch Wasser</b>                                 | <b>11</b> |
| 3.1      | Wasserkreislauf                                                                | 11        |
| 3.2      | Bodenfeuchtigkeit                                                              | 12        |
| 3.2.1    | Kapillarwasser                                                                 | 13        |
| 3.3      | Nichtdrückendes Wasser                                                         | 13        |
| 3.3.1    | Nichtdrückendes Wasser im Erdreich                                             | 13        |
| 3.3.2    | Nichtdrückendes Wasser im Gebäudeinnern (Brauchwasser)                         | 14        |
| 3.3.2.1  | Regelungen für Badabdichtungen nach den<br>Abdichtungsnormen im Laufe der Zeit | 14        |
| 3.3.2.2  | Entwässerungsnorm                                                              | 15        |
| 3.3.2.3  | Bauordnung                                                                     | 16        |
| 3.3.3    | Abdichtung gegen Niederschläge                                                 | 17        |
| 3.4      | Grundwasser                                                                    | 20        |
| 3.4.1    | Bildung des Grundwassers                                                       | 20        |
| 3.4.2    | Aggressives Grundwasser                                                        | 22        |
| 3.4.3    | Stau- und Schichtenwasser                                                      | 25        |
| 3.5      | Literatur                                                                      | 26        |
| <b>4</b> | <b>Werkstoffe zur Bauwerksabdichtung</b>                                       | <b>27</b> |
| 4.1      | Dichtigkeitsbegriff und Anforderungen an Abdichtungen                          | 27        |
| 4.2      | Bitumenprodukte zur Abdichtung                                                 | 29        |
| 4.2.1    | Das Werkstoffverhalten von Bitumen                                             | 29        |
| 4.2.2    | Bitumen- und Polymerbitumen - Dichtungsbahnen                                  | 35        |
| 4.2.3    | Bitumendickbeschichtungen (KMB)                                                | 38        |
| 4.3      | Kunststoff-Produkte zur Abdichtung                                             | 42        |
| 4.3.1    | Kunststoff- und Elastomer-Dichtungsbahnen                                      | 42        |
| 4.3.2    | Kaltselbstklebebahnen (KSK)                                                    | 45        |
| 4.4      | Verbundabdichtungen und Oberflächenschutzsysteme                               | 46        |
| 4.5      | Wasserundurchlässiger Beton                                                    | 50        |
| 4.6      | Lehm- und Bentonit-Dichtungen                                                  | 55        |
| 4.7      | Sanierputze, Sperrmörtel, starre Zementschlämmen                               | 56        |
| 4.8      | Grundierungen, Versiegelungen und Haftschlämmen                                | 57        |
| 4.9      | Trennlagen, Gleitschichten, Dampfbremsen                                       | 59        |
| 4.10     | Schutzschichten und Schutzmaßnahmen                                            | 64        |
| 4.11     | Einbauteile, Verstärkungen usw.                                                | 67        |
| 4.12     | Literatur                                                                      | 71        |
| <b>5</b> | <b>Planung bituminöser Abdichtungen</b>                                        | <b>75</b> |
| 5.1      | Abdichtungsprinzipien                                                          | 75        |
| 5.2      | Schutz des Bauwerks gegen Bodenfeuchtigkeit (Sickerwasser)                     | 81        |
| 5.2.1    | Beanspruchung des Bauwerks                                                     | 81        |
| 5.2.2    | Anforderungen an den Untergrund                                                | 82        |
| 5.2.3    | Horizontale Abdichtung in den Kellerwänden (Querschnittsabdichtung)            | 84        |

|          |                                                                                            |            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.2.4    | Abdichtung der Außenwandflächen.....                                                       | 87         |
| 5.2.5    | Horizontale Abdichtung der Kellerfußböden.....                                             | 93         |
| 5.2.4    | Kellerlichtschächte und Kelleraußentreppen.....                                            | 94         |
| 5.3      | Dränage.....                                                                               | 96         |
| 5.3.1    | Aufgabe und Wirkungsweise einer Dränanlage.....                                            | 96         |
| 5.3.2    | Regelausbildung von Dränagen nach DIN 4095.....                                            | 100        |
| 5.3.3    | Sonderausführung von Dränanlagen.....                                                      | 110        |
| 5.4      | Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser.....                                               | 111        |
| 5.4.1    | Beanspruchung der Abdichtung.....                                                          | 111        |
| 5.4.2    | Bauliche Erfordernisse für Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser.....                  | 112        |
| 5.4.3    | Materialwahl.....                                                                          | 114        |
| 5.4.4    | Konstruktionsbeispiele.....                                                                | 117        |
| 5.4.5    | Verbundabdichtungen.....                                                                   | 124        |
| 5.5      | Schutz des Bauwerks gegen drückendes Wasser.....                                           | 129        |
| 5.5.1    | Beanspruchung des Bauwerks.....                                                            | 129        |
| 5.5.2    | Bauliche Erfordernisse gegen drückendes Wasser.....                                        | 130        |
| 5.5.3    | Materialwahl und zulässige Beanspruchung.....                                              | 132        |
| 5.5.4    | Ausführung und Konstruktionsbeispiele.....                                                 | 134        |
| 5.6      | Abdichtungen über Bewegungsfugen.....                                                      | 145        |
| 5.6.1    | Anforderungen an die Abdichtungen von Bewegungsfugen.....                                  | 145        |
| 5.6.2    | Fugenabdichtungen gegen Bodenfeuchte.....                                                  | 147        |
| 5.6.3    | Fugenabdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser auf Deckenflächen<br>und in Nassräumen..... | 151        |
| 5.6.4    | Fugenabdichtungen gegen von außen drückendes Wasser.....                                   | 152        |
| 5.6.4.1  | Fugen Typ I.....                                                                           | 152        |
| 5.6.4.2  | Fugen Typ II.....                                                                          | 153        |
| 5.7      | Literatur.....                                                                             | 153        |
| <b>6</b> | <b>Ausbildung von Bauten aus wasserundurchlässigem Beton.....</b>                          | <b>155</b> |
| 6.1      | Beton mit hohem Wassereindringwiderstand.....                                              | 155        |
| 6.1.1    | Anforderungen an Beton mit hohem Wassereindringwiderstand.....                             | 155        |
| 6.1.2    | Klassifizierung des Betons.....                                                            | 156        |
| 6.1.3    | Klassifizierung der Bauteile bzw. des Bauwerks.....                                        | 158        |
| 6.2      | Verhalten des Betons im Bauwerk.....                                                       | 159        |
| 6.2.1    | Schwinden, Kriechen, Relaxation des Betons.....                                            | 159        |
| 6.2.2    | Schwindarmer Beton.....                                                                    | 163        |
| 6.2.3    | Erwärmung des erhärtenden Betons.....                                                      | 164        |
| 6.2.4    | Zeitpunkt der maximalen Temperatur.....                                                    | 165        |
| 6.2.5    | Zeitpunkt des Temperatúrausgleichs.....                                                    | 166        |
| 6.2.6    | Temperaturerhöhung im Bauteil.....                                                         | 167        |
| 6.3      | Schutzmaßnahmen während des Betonierens und Erhärtens.....                                 | 168        |
| 6.3.1    | Arten der Nachbehandlung.....                                                              | 168        |
| 6.3.2    | Dauer der Nachbehandlung.....                                                              | 169        |
| 6.4      | Nachweis der Eigen- und Zwangsspannungen.....                                              | 169        |
| 6.4.1    | Eigenspannungen (innerer Zwang).....                                                       | 170        |
| 6.4.2    | Zwangsspannungen (äußerer Zwang).....                                                      | 174        |
| 6.4.2.1  | Temperatureinwirkungen aus Witterungseinflüssen.....                                       | 174        |
| 6.4.2.2  | Verformungsbehinderung infolge Reibung oder Verbund.....                                   | 177        |
| 6.5      | Risssicherheit von wasserundurchlässigen Betonbauteilen.....                               | 180        |
| 6.5.1    | Risse im Bereich der Oberfläche (Schalenrisse).....                                        | 181        |
| 6.5.2    | Risse in der Biegezugzone.....                                                             | 181        |

|         |                                                             |     |
|---------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 6.5.3   | Durchgehende Risse (Trennrisse) .....                       | 182 |
| 6.5.3.1 | Rissgefahr beim Abkühlen .....                              | 182 |
| 6.5.3.2 | Rissgefahr beim Austrocknen .....                           | 185 |
| 6.5.4   | Vorgänge bei der Rissbildung .....                          | 186 |
| 6.5.5   | Rechnerisch zulässige Rissbreiten .....                     | 187 |
| 6.5.6   | Ermitteln der Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite ..... | 189 |
| 6.6     | Konstruktive Durchbildung von Bauteilen aus WU-Beton .....  | 194 |
| 6.6.1   | Vorbemerkung .....                                          | 194 |
| 6.6.2   | Allgemeine Konstruktionsgesichtspunkte .....                | 195 |
| 6.6.3   | Nachweis der Gebrauchstauglichkeit .....                    | 196 |
| 6.6.4   | Zwangbeanspruchung in Sohlplatten .....                     | 196 |
| 6.6.5   | Zwangbeanspruchung in Wänden .....                          | 197 |
| 6.6.6   | Wahl der Konstruktionsart und Bauweise .....                | 203 |
| 6.6.6.1 | Bauweise zur Vermeidung von Trennrissen .....               | 203 |
| 6.6.6.2 | Bauweise mit begrenzter Rissbreite .....                    | 205 |
| 6.6.6.3 | Bauweise mit Zugelassenen Trennrissen .....                 | 205 |
| 6.6.7   | Bauteilabmessungen und -schwächungen .....                  | 206 |
| 6.6.7.1 | Bauteildicken .....                                         | 206 |
| 6.6.7.2 | Wandhöhen .....                                             | 207 |
| 6.6.7.3 | Öffnungen in Wänden .....                                   | 208 |
| 6.6.7.4 | Nischen und Versprünge in Wänden .....                      | 209 |
| 6.6.7.5 | Durchdringungen .....                                       | 209 |
| 6.6.8   | Sonderbauweise „Dreifachwand“ .....                         | 211 |
| 6.7     | Fugenausbildung .....                                       | 211 |
| 6.7.1   | Fugenarten .....                                            | 211 |
| 6.7.2   | Wirkungsweise von Fugenabdichtungen .....                   | 212 |
| 6.7.2.1 | Fugenbänder oder Fugenbleche .....                          | 213 |
| 6.7.2.2 | Fugenbandarten .....                                        | 214 |
| 6.7.3   | Ungeeignete Fugenabdichtungen .....                         | 215 |
| 6.7.4   | Betonierfugen .....                                         | 216 |
| 6.7.4.1 | Vorbemerkungen .....                                        | 216 |
| 6.7.4.2 | Betonierfugen in der Sohlplatte .....                       | 217 |
| 6.7.4.3 | Arbeitsfugen an Schächten .....                             | 217 |
| 6.7.4.4 | Arbeitsfugen Sohlplatte/Wand .....                          | 218 |
| 6.7.4.5 | Betonierfugen in den Wänden .....                           | 221 |
| 6.7.5   | Scheinfugen .....                                           | 222 |
| 6.7.5.1 | Scheinfugen in der Sohlplatte .....                         | 222 |
| 6.7.5.2 | Scheinfugen in den Wänden .....                             | 223 |
| 6.7.6   | Bewegungsfugen .....                                        | 224 |
| 6.7.6.1 | Bewegungsfugen in der Sohlplatte .....                      | 226 |
| 6.7.6.2 | Bewegungsfugen in Wänden .....                              | 226 |
| 6.7.7   | Verbindungen von Fugenabdichtungen .....                    | 226 |
| 6.7.7.1 | Verbindungen bei Fugenblechen .....                         | 227 |
| 6.7.7.2 | Verbindungen von Fugenbändern .....                         | 228 |
| 6.7.7.3 | Verbindungen Fugenblech/Fugenband .....                     | 230 |
| 6.7.8   | Einbau von Fugenabdichtungen .....                          | 230 |
| 6.8     | Innenausbau von Kellerbauwerken .....                       | 231 |
| 6.8.1   | Heizungs-, Lager- und Vorratskeller .....                   | 232 |
| 6.8.2   | Aufenthaltsräume im Keller .....                            | 233 |
| 6.8.3   | Wasserdampfdiffusion .....                                  | 233 |
| 6.8.3.1 | Menge des eindiffundierenden Wassers .....                  | 233 |

|          |                                                                                                   |            |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.8.3.2  | Feuchtebilanz.....                                                                                | 235        |
| 6.8.4    | Tauwasserbildung.....                                                                             | 235        |
| 6.8.4.1  | Tauwasserbildung im Sommer.....                                                                   | 235        |
| 6.8.4.2  | Tauwasserbildung im Winter.....                                                                   | 238        |
| 6.8.5    | Zusätzliche Maßnahmen.....                                                                        | 238        |
| 6.9      | Instandsetzung.....                                                                               | 239        |
| 6.9.1    | Risse im jungen, noch verformbaren Beton.....                                                     | 239        |
| 6.9.2    | Risse im jungen, schon erhärtenden Beton.....                                                     | 240        |
| 6.9.3    | Nicht abzudichtende, selbstheilende Risse.....                                                    | 240        |
| 6.9.4    | Risse im erhärteten Beton.....                                                                    | 241        |
| 6.9.4.1  | Abdichtung durch Zementleim-Verpressung.....                                                      | 241        |
| 6.9.4.2  | Abdichtung mit Bentonit.....                                                                      | 241        |
| 6.9.4.3  | Abdichtung mit Abdichtungsbahnen.....                                                             | 241        |
| 6.9.4.4  | Abdichtung durch Kunstharz-Auftrag.....                                                           | 241        |
| 6.9.4.5  | Abdichtung durch Kunstharz-Verpressung.....                                                       | 242        |
| 6.9.4.6  | Abdichtung durch Verpressen gegen Wasserdruck.....                                                | 243        |
| 6.9.5    | Poröse Betonbereiche.....                                                                         | 243        |
| 6.9.5.1  | Verpressen mit Kunstharz.....                                                                     | 243        |
| 6.9.5.2  | Verpressen mit Zementleim.....                                                                    | 244        |
| 6.9.5.3  | Ersetzen durch Spritzbeton.....                                                                   | 244        |
| 6.9.6    | Fehlerhaft eingebaute Fugenbänder.....                                                            | 245        |
| 6.9.7    | Abdichtung durch Injektionsschleier im Baugrund.....                                              | 245        |
| 6.10     | Literatur.....                                                                                    | 245        |
| <b>7</b> | <b>Abdichtung mit Bentonit.....</b>                                                               | <b>249</b> |
| 7.1      | Abdichtungseigenschaften von Bentonit.....                                                        | 249        |
| 7.2      | Funktionsweise von Bentonitschichten als Abdichtung.....                                          | 249        |
| 7.3      | Voraussetzungen für den Einsatz von Bentonitabdichtungen.....                                     | 252        |
| 7.4      | Ausführung von Bentonitabdichtungen.....                                                          | 253        |
| 7.4.1    | Abdichtung mit Bentonitsuspensionen (Schleierinjektionen).....                                    | 253        |
| 7.4.2    | Abdichtung mit Bentonitpanels.....                                                                | 254        |
| 7.4.3    | Abdichtung mit Kombinationen aus Bentonitschichten und<br>Kunststoffbahnen oder Geotextilien..... | 257        |
| 7.5      | Konstruktive Durchbildung von Bauteilen mit Bentonitabdichtungen.....                             | 258        |
| 7.6      | Literatur.....                                                                                    | 264        |
| <b>8</b> | <b>Wärmedämmung im Erdreich.....</b>                                                              | <b>265</b> |
| 8.1      | Problemstellung.....                                                                              | 265        |
| 8.2      | Baurechtliche Regelungen und Anforderungen an Perimeterdämmungen.....                             | 266        |
| 8.2.1    | Normative Regelungen.....                                                                         | 267        |
| 8.2.1.1  | Nennwert und Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit.....                                           | 267        |
| 8.2.1.2  | Nachweis des Wärmeschutzes.....                                                                   | 267        |
| 8.2.1.3  | Nachweis der Tauwasserfreiheit.....                                                               | 268        |
| 8.2.1.4  | Anwendungsbezogene Mindestanforderungen.....                                                      | 268        |
| 8.2.2    | Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen.....                                                      | 269        |
| 8.2.2.1  | Anwendungsbereiche.....                                                                           | 270        |
| 8.2.2.2  | Bestimmungen für Entwurf und Bemessung.....                                                       | 270        |
| 8.3      | Eigenschaften von Dämmstoffen im Hinblick auf die Eignung als<br>Perimeterdämmung.....            | 271        |
| 8.3.1    | Wasseraufnahmeverhalten.....                                                                      | 271        |
| 8.3.2    | Druckfestigkeit.....                                                                              | 272        |

|           |                                                                                                |            |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.3.3     | Wärmeleitfähigkeit von Perimeterdämmstoffen .....                                              | 272        |
| 8.3.4     | Beständigkeit von Dämmstoffen im Erdreich .....                                                | 273        |
| 8.4       | Konstruktive Ausbildung von Kelleraußenwänden und Bodenplatten mit Perimeterdämmung .....      | 273        |
| 8.4.1     | Randbedingungen für die konstruktive Ausbildung von Bauteilen mit einer Perimeterdämmung ..... | 273        |
| 8.4.2     | Konstruktive Grundsätze für die Perimeterdämmung .....                                         | 274        |
| 8.4.2.1   | Nicht-druckwasserbeanspruchte Anwendungen .....                                                | 274        |
| 8.4.2.2   | Druckwasserbeanspruchte Anwendungen .....                                                      | 276        |
| 8.4.2.3   | Lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten .....                                       | 278        |
| 8.5       | Zusammenfassung .....                                                                          | 280        |
| 8.6       | Literatur .....                                                                                | 280        |
| <b>9</b>  | <b>Ausführungsbeispiele mit Bitumenabdichtungen .....</b>                                      | <b>281</b> |
| 9.1       | Anforderungen an den Untergrund .....                                                          | 281        |
| 9.2       | Verarbeitung von flüssigen Bitumenmassen .....                                                 | 281        |
| 9.3       | Klebearten .....                                                                               | 282        |
| 9.4       | Allgemeine Anforderungen an Bauwerksabdichtung mit Bitumenwerkstoffen .....                    | 288        |
| 9.5       | Gebäude im Bereich von Erdfeuchte .....                                                        | 289        |
| 9.6       | Innenabdichtung eines Bades .....                                                              | 292        |
| 9.7       | Abdichtung eines Balkones .....                                                                | 293        |
| 9.8       | Abdichtung einer Dachterrasse .....                                                            | 294        |
| 9.9       | Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser von hoch beanspruchten Flächen .....                 | 296        |
| 9.10      | Abdichtungen eines Gebäudes gegen Grundwasser .....                                            | 301        |
| 9.11      | Abdichtungen gegen aufstauendes Sickerwasser .....                                             | 301        |
| 9.12      | Literatur .....                                                                                | 302        |
| <b>10</b> | <b>Ausführungsbeispiele aus WU-Beton .....</b>                                                 | <b>303</b> |
| 10.1      | Wasserundurchlässige Bauwerke .....                                                            | 303        |
| 10.1.1    | Planung wasserundurchlässiger Bauwerke .....                                                   | 303        |
| 10.1.2    | Beanspruchungsklassen und Nutzungsklassen .....                                                | 304        |
| 10.1.3    | Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke .....                                                | 305        |
| 10.2      | Keller des allgemeinen Hoch- und Wirtschaftsbaus .....                                         | 306        |
| 10.2.1    | Wohnhauskeller .....                                                                           | 306        |
| 10.2.2    | Tiefgaragen .....                                                                              | 308        |
| 10.3      | Schwimmbecken .....                                                                            | 309        |
| 10.4      | Trinkwasserbehälter .....                                                                      | 311        |
| 10.5      | Klärbecken .....                                                                               | 313        |
| 10.6      | Trogbauwerke für Verkehrswege .....                                                            | 315        |
| 10.6.1    | Konstruktion und Bemessung .....                                                               | 315        |
| 10.6.2    | Ausführung .....                                                                               | 315        |
| 10.6.2.1  | Beispiel Hildesheim .....                                                                      | 315        |
| 10.6.2.2  | Beispiel Hameln .....                                                                          | 317        |
| 10.7      | Tunnel .....                                                                                   | 318        |
| 10.7.1    | Konstruktion .....                                                                             | 318        |
| 10.7.2    | Anforderungen .....                                                                            | 319        |
| 10.7.2.1  | Betriebszustand .....                                                                          | 319        |
| 10.7.2.2  | Bauzustand .....                                                                               | 319        |
| 10.7.3    | Maßnahmen zur Verminderung der Rissbildung .....                                               | 320        |
| 10.7.3.1  | Allgemeines .....                                                                              | 320        |
| 10.7.3.2  | Konstruktive Maßnahmen zur Vermeidung der Rissbildung .....                                    | 321        |

|           |                                                                                                        |            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.7.3.3  | Betontechnische Maßnahmen.....                                                                         | 321        |
| 10.7.3.4  | Ausführungstechnische Maßnahmen.....                                                                   | 321        |
| <b>11</b> | <b>Ausführungsbeispiele mit Bentonitabdichtungen .....</b>                                             | <b>323</b> |
| <b>12</b> | <b>Abdichtung von Fahrbahnen und Gehwegen auf Brücken, Trog- und Tunnelsohlen .....</b>                | <b>327</b> |
| 12.1      | Notwendigkeit und Beanspruchung von Brückenabdichtungen.....                                           | 327        |
| 12.2      | Straßenbrücken .....                                                                                   | 328        |
| 12.2.1    | Entwicklung der Belagsaufbauten von Betonbrücken .....                                                 | 328        |
| 12.2.2    | Gegenwärtige Regellösungen für Abdichtungen auf Beton .....                                            | 332        |
| 12.2.3    | Tabellarische Zusammenfassung der drei Bauarten für Brückenbeläge<br>auf Fahrbahntafeln aus Beton..... | 349        |
| 12.2.4    | Gegenwärtige Regellösungen für Abdichtungen auf Stahl .....                                            | 353        |
| 12.3      | Eisenbahnbrücken.....                                                                                  | 356        |
| 12.4      | Brücken für U-Bahnen in Hochlage .....                                                                 | 360        |
| 12.5      | Geh- und Radwegbrücken .....                                                                           | 361        |
| 12.6      | Trog- und Tunnelsohlen .....                                                                           | 361        |
| 12.7      | Entwässerung der Verkehrsflächen .....                                                                 | 364        |
| 12.8      | Literatur und Technische Vorschriften (Stand 06/2004) .....                                            | 367        |
| <b>13</b> | <b>Sanierung von Abdichtungen.....</b>                                                                 | <b>369</b> |
| 13.1      | Vorbemerkungen zur Sanierung von Abdichtungen.....                                                     | 369        |
| 13.2      | Abdichtungsunabhängige Feuchtigkeitseinflüsse.....                                                     | 371        |
| 13.2.1    | Tauwasser.....                                                                                         | 371        |
| 13.2.2    | Bauwasser.....                                                                                         | 372        |
| 13.2.3    | Niederschläge.....                                                                                     | 373        |
| 13.3      | Ortung von Leckagen .....                                                                              | 373        |
| 13.4      | Diagnostik zur Ermittlung der Schadensursache .....                                                    | 377        |
| 13.5      | Sanierungsplanung.....                                                                                 | 384        |
| 13.6      | Sanierung bei kapillar aufsteigender Feuchtigkeit.....                                                 | 385        |
| 13.6.1    | Maueraustauschverfahren.....                                                                           | 387        |
| 13.6.2    | Rammverfahren.....                                                                                     | 388        |
| 13.6.3    | Mauersägeverfahren.....                                                                                | 388        |
| 13.6.4    | V-Schnittverfahren.....                                                                                | 391        |
| 13.6.5    | Injektionsverfahren.....                                                                               | 392        |
| 13.6.6    | Elektrophysikalische Verfahren .....                                                                   | 396        |
| 13.7      | Sanierung bei hygroskopisch bedingter Feuchtigkeit.....                                                | 398        |
| 13.7.1    | Entsalzungsverfahren .....                                                                             | 399        |
| 13.7.2    | Sanierputze.....                                                                                       | 400        |
| 13.8      | Sanierung bei Undichtigkeiten.....                                                                     | 402        |
| 13.8.1    | Außenwandabdichtung.....                                                                               | 403        |
| 13.8.2    | Sohlplattenabdichtung .....                                                                            | 407        |
| 13.8.3    | Wasserdruckhaltende Innenwanne.....                                                                    | 409        |
| 13.8.4    | Flächen- und Schleierinjektionen.....                                                                  | 411        |
| 13.8.5    | Innenabdichtung mit Dichtungsschlämmen .....                                                           | 415        |
| 13.9      | Reduzierung der Wasserbeanspruchung .....                                                              | 417        |
| 13.9.1    | Ringdränagen .....                                                                                     | 417        |
| 13.9.2    | Sickerdolen.....                                                                                       | 419        |
| 13.10     | Literatur .....                                                                                        | 420        |
| 13.10.1   | Zitierte Literatur .....                                                                               | 420        |
| 13.10.2   | Normen, Regelwerke, Vorschriften.....                                                                  | 421        |

---

|                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>14 Kostenvergleich zwischen weißer, schwarzer und brauner Wanne .....</b> | <b>423</b> |
| 14.1 Dichtungs- und Bausysteme .....                                         | 423        |
| 14.2 Modell-Gebäude für den Kostenvergleich.....                             | 424        |
| 14.3 Kostenermittlung für die Dichtungssysteme.....                          | 424        |
| 14.3.1 Kalkulationsgrundlagen .....                                          | 424        |
| 14.3.2 Kostenrelevante Randbedingungen und Zuordnungen .....                 | 424        |
| 14.3.3 Kosten für das System „Weiße Wanne“ .....                             | 425        |
| 14.3.4 Kosten für das System „Schwarze Wanne“ .....                          | 426        |
| 14.3.5 Kosten für das System „Braune Wanne“ .....                            | 427        |
| 14.3.6 Vergleichende Auswertung.....                                         | 429        |
| 14.4 Kosten von zusätzlichen Ausbau-Elementen.....                           | 429        |
| 14.4.1 Anstriche auf Sohle und Wänden.....                                   | 429        |
| 14.4.2 Fliesen .....                                                         | 429        |
| 14.4.3 Räume mit hohen Anforderungen an geringe Raumluftheuchtigkeit .....   | 429        |
| 14.5 Zusammenfassung .....                                                   | 430        |
| <b>Sachwortverzeichnis .....</b>                                             | <b>435</b> |