

| | |
|--|-----------|
| Vorwort zur 2. Auflage | V |
| Vorwort zur 1. Auflage | IX |
| 1 Einführung | 1 |
| 2 Grundlagen und Benennungen | 5 |
| 2.1 Erfahrungen | 5 |
| 2.2 Kostenübersicht | 6 |
| 2.3 Verwendete Benennungen | 7 |
| 3 Entwurfsgrundsätze | 21 |
| 3.1 Allgemeines | 21 |
| 3.2 Übersicht der Elemente und grundsätzlicher Aufbau der Dichtungssysteme mit Kunststoffdichtungsbahnen | 23 |
| 3.2.1 Geschlossene Bauweise | 23 |
| 3.2.2 Offene Bauweise | 24 |
| 3.3 Ausbildung der Dichtungssysteme mit Kunststoffdichtungsbahnen in Abhängigkeit von den Bergwasser-verhältnissen | 26 |
| 3.3.1 Geschlossene Bauweise | 26 |
| 3.3.1.1 Allgemeines und Übersicht | 26 |
| 3.3.1.2 Abdichtung gegen Sickerwasser | 26 |
| 3.3.1.3 Abdichtung gegen Druckwasser bis ca. 30 m WS | 26 |
| 3.3.1.4 Abdichtung gegen Druckwasser zwischen 30 m WS und 60 m WS | 28 |
| 3.3.1.5 Abdichtung gegen Druckwasser ab ca. 60 m WS | 28 |
| 3.3.2 Offene Bauweise | 29 |
| 3.3.2.1 Allgemeines und Übersicht | 29 |
| 3.3.2.2 Abdichtung gegen Sickerwasser | 31 |
| 3.3.2.3 Abdichtung gegen Druckwasser | 31 |
| 3.4 Schutzschichten | 31 |
| 3.4.1 Allgemeines | 31 |
| 3.4.2 Geschlossene Bauweise | 32 |
| 3.4.3 Offene Bauweise | 32 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 3.5 | Dränung | 33 |
| 3.5.1 | Allgemeines | 33 |
| 3.5.2 | Geschlossene Bauweise | 34 |
| 3.5.2.1 | Dränung im aufgehenden Gewölbe | 34 |
| 3.5.2.2 | Flächendränung in der Sohle | 35 |
| 3.5.3 | Offene Bauweise | 35 |
| 3.6 | Fugendichtungen, Abschottungen, Anschlüsse und Durchdringungen | 35 |
| 3.6.1 | Allgemeines | 35 |
| 3.6.2 | Fugendichtung und Abschottung im Blockfugenbereich bei geschlossener Bauweise | 37 |
| 3.6.3 | Anschlüsse von Kunststoffdichtungsbahnen an die Betonkonstruktion bei offener Bauweise und Sickerwasser | 38 |
| 3.6.4 | Übergang von KDB-Abdichtung auf wasserundurchlässige Betonkonstruktion mit Profilbändern bei geschlossener Bauweise | 39 |
| 3.6.5 | Übergänge von Querstollen mit KDB-Abdichtung an Tübbingtunnel | 40 |
| 3.6.5.1 | Allgemeines | 40 |
| 3.6.5.2 | Klemmanschluss | 42 |
| 3.6.5.3 | Klebeanschluss | 44 |
| 3.6.5.4 | Bewertung der Systeme und Sondervarianten | 45 |
| 3.6.6 | Durchdringungen | 46 |
| 3.7 | Befestigung der Abdichtung | 46 |
| 3.8 | Verpressvorgänge | 48 |
| 3.8.1 | Geschlossene Bauweise | 48 |
| 3.8.2 | Offene Bauweise | 50 |
| 3.9 | Einbauteile | 50 |
| 3.10 | Qualität | 50 |
| 3.11 | Spritz-, Sprüh- oder Flüssigabdichtungen | 51 |
| 3.11.1 | Generelle Einschätzung | 51 |
| 3.11.2 | Übliche Materialien, Anwendungsgebiete und Anforderungen | 51 |
| 3.11.3 | Hinweise zu möglichen Vor- und Nachteilen | 52 |
| 4 | Produkt- und Systemanforderungen | 55 |
| 4.1 | Allgemeines | 55 |
| 4.2 | Abdichtungsträger | 56 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 4.2.1 | Geschlossene Bauweise | 56 |
| 4.2.2 | Offene Bauweise | 57 |
| 4.3 | Kunststoffdichtungsbahnen | 57 |
| 4.4 | Profilbänder | 67 |
| 4.5 | Schutzschichten | 73 |
| 4.5.1 | Geschlossene Bauweise | 73 |
| 4.5.1.1 | Bergseitige Schutzschicht | 73 |
| 4.5.1.2 | Luftseitige Schutzschicht in der Sohle | 77 |
| 4.5.2 | Offene Bauweise | 78 |
| 4.6 | Dränschichten aus Geokunststoffen | 81 |
| 4.6.1 | Geschlossene Bauweise | 81 |
| 4.6.2 | Offene Bauweise | 83 |
| 4.7 | Befestigungssysteme | 87 |
| 4.8 | Verpressvorgänge | 88 |
| 4.8.1 | Übersicht der Verpressvorgänge und zugehörigen Verpresseinrichtungen und -stoffe | 88 |
| 4.8.2 | Verpresseinrichtungen | 89 |
| 4.8.3 | Verpressstoffe | 90 |
| 4.9 | Einbauteile und sonstige spezielle Anschlüsselemente .. | 91 |
| 4.10 | Innenschale bei in geschlossener Bauweise erstellten Bauwerken | 91 |
| 4.11 | Dichtungssystem | 91 |
| 4.11.1 | Allgemeines | 91 |
| 4.11.2 | Geschlossene Bauweise | 92 |
| 4.11.2.1 | Anordnung von Dränelementen, Schutzschichten und zugehörigen Befestigungselementen | 92 |
| 4.11.2.2 | Anordnung von Kunststoffdichtungsbahnen, außenliegenden Fugenbändern und zugehörigen Befestigungselementen | 93 |
| 4.11.2.3 | Anordnung von Verpresssystemen | 95 |
| 4.11.3 | Offene Bauweise | 99 |
| 4.11.3.1 | Anordnung von Schutz- und Dränschichten | 99 |
| 4.11.3.2 | Anordnung von Kunststoffdichtungsbahnen | 99 |
| 4.11.4 | Anforderungen an Art und Geometrie von Fügenähten | 100 |
| 4.12 | Zusätzliche Angaben zu Laborprüfungen an Geokunststoffen | 100 |
| 4.12.1 | Proben für Grund- oder Eignungsprüfungen, Überein- stimmungsprüfungen und Baustoffeingangsprüfungen .. | 100 |

| | | |
|---------------|---|-----|
| 4.12.2 | Kunststoffdichtungsbahnen, Kunststoffschutzbahnen und Profilbänder | 101 |
| 4.12.2.1 | Dicke | 101 |
| 4.12.2.2 | DSC-Analyse | 101 |
| 4.12.2.3 | Schmelze-Massefließrate (MFR) | 102 |
| 4.12.2.4 | IR-Spektroskopie | 102 |
| 4.12.2.5 | Gaschromatografie | 102 |
| 4.12.2.6 | Verhalten im Zugversuch nach DIN EN ISO 527-1 und -3 an Kunststoffdichtungs- und Kunststoffschutzbahnen sowie Profilbändern | 103 |
| 4.12.2.7 | Wölbgebogendehnung im mehrachsigen Zugversuch | 103 |
| 4.12.2.8 | Oxidationsbeständigkeit | 103 |
| 4.12.2.9 | Umweltunbedenklichkeit | 103 |
| 4.12.3 | Schutzschichten und Dränschichten | 104 |
| 4.12.3.1 | DSC-Analyse | 104 |
| 4.12.3.2 | Anteil in konzentrierter Schwefelsäure löslicher Bestandteile | 104 |
| 4.12.3.3 | Verhalten im Zugversuch | 104 |
| 4.12.3.4 | Kriechverhalten unter Druckbeanspruchung | 104 |
| 4.12.3.5 | Wasserdurchlässigkeit senkrecht zur Ebene ohne Auflast | 105 |
| 4.12.3.6 | Wasserableitvermögen | 105 |
| 4.12.3.7 | Witterungsbeständigkeit | 105 |
| 4.12.3.8 | Umweltunbedenklichkeit | 105 |
| 4.12.3.9 | Systemprüfungen an Kunststoffdichtungsbahn und Schutzschicht | 105 |
| 4.13 | Prüfungen während der Bauausführung | 109 |
| 4.13.1 | Entnahme von Rückstellproben | 109 |
| 4.13.2 | Dichtigkeitsprüfung der Fügenähte | 110 |
| 4.13.3 | Verhalten der Füge naht beim Schälversuch | 110 |
| 4.13.4 | Dichtigkeitsprüfung der Kammerelemente von doppel-lagigen KDB-Abdichtungen | 110 |
| 4.14 | Untersuchungen nach der Fertigstellung | 111 |
| 5 | Einbau | 113 |
| 5.1 | Allgemeines | 113 |
| 5.2 | Ausstattung und Arbeitssicherheit | 113 |
| 5.2.1 | Baustelleneinrichtung | 113 |
| 5.2.2 | Stromversorgung | 114 |
| 5.2.3 | Ausstattung des Abdichtungsunternehmers | 114 |
| 5.2.3.1 | Verlegegerüste | 114 |
| 5.2.3.2 | Geräte | 114 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5.2.3.3 | Personal | 114 |
| 5.2.4 | Arbeits- und Brandschutzmaßnahmen während der Abdichtungsarbeiten | 115 |
| 5.3 | Geschlossene Bauweise | 115 |
| 5.3.1 | Allgemeines | 115 |
| 5.3.2 | Abdichtungsträger | 116 |
| 5.3.3 | Dränelemente und bergseitige Schutzschicht | 116 |
| 5.3.4 | Kunststoffdichtungsbahnen | 116 |
| 5.3.4.1 | Allgemeines | 116 |
| 5.3.4.2 | Einlagige KDB-Abdichtung | 117 |
| 5.3.4.3 | Doppelstagige KDB-Abdichtung | 118 |
| 5.3.5 | Außenliegende Fugenbänder im Bereich der Blockfugen | 119 |
| 5.3.6 | Anschlüsse der KDB-Abdichtung an alternative Dichtungssysteme, Bauteile und Durchdringungen | 120 |
| 5.3.7 | Herstellung und Prüfung von Fügenähnen | 122 |
| 5.3.8 | Sohlschutzschicht | 124 |
| 5.3.9 | Verpresseinrichtungen | 124 |
| 5.3.10 | Maßnahmen zur funktionsgerechten Herstellung der Innenschale | 125 |
| 5.3.10.1 | Allgemeines | 125 |
| 5.3.10.2 | Anforderungen an die Bewehrungs- und Schalungsarbeiten | 126 |
| 5.3.10.3 | Anforderungen an die Betonrezeptur und das Betonieren | 127 |
| 5.3.10.4 | Prüfung der bergseitigen Oberfläche der Innenschale | 128 |
| 5.3.10.5 | Firstspaltverpressung und bedarfswise Verfüllung von Bereichen mit großen Minderdicken | 128 |
| 5.3.11 | Bedarfswise Verpressungen bei Undichtigkeiten | 129 |
| 5.3.11.1 | Allgemeines | 129 |
| 5.3.11.2 | Verpressen von Sperrankerbereichen bei Profilbändern, von Arbeitsfugen und von Klebeanschlüssen an WUB-Konstruktionen | 130 |
| 5.3.11.3 | Verpressen von Schottfeldern bei einlagiger KDB-Abdichtung | 130 |
| 5.3.11.4 | Verpressen von Kammerelementen bei doppelstagger KDB-Abdichtung | 130 |
| 5.4 | Offene Bauweise | 130 |
| 6 | Qualitätssicherung (QS) | 133 |
| 6.1 | Allgemeines | 133 |
| 6.2 | Systematik der Qualitätssicherungsmaßnahmen | 133 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 6.3 | Produktnachweise | 134 |
| 6.3.1 | Allgemeines | 134 |
| 6.3.2 | Europäisch nicht geregelte Produkte | 136 |
| 6.3.2.1 | Grundprüfung/Eignungsprüfung | 136 |
| 6.3.2.2 | Übereinstimmungsnachweis | 136 |
| 6.3.3 | Europäisch geregelte Produkte | 136 |
| 6.3.3.1 | CE-Kennzeichnung und -Etikettierung | 136 |
| 6.3.3.2 | Grundprüfung sowie Übereinstimmungsnachweise mit WPK und FÜ-P | 137 |
| 6.3.3.3 | Baustoffeingangsprüfung | 137 |
| 6.3.3.4 | Kontrollprüfungen durch den Bauherrn | 138 |
| 6.4 | Projektspezifische Qualitätssicherungsmaßnahmen des Auftragnehmers | 139 |
| 6.4.1 | Allgemeines | 139 |
| 6.4.2 | Ausführungsplanung | 139 |
| 6.4.3 | QS-Plan | 139 |
| 6.4.4 | Produktnachweise | 139 |
| 6.4.5 | Eigenüberwachung der Bauausführung (EÜ-B) | 139 |
| 6.4.5.1 | Allgemeines | 139 |
| 6.4.5.2 | Aufgaben der EÜ-B | 140 |
| 6.5 | Projektspezifische Qualitätssicherungsmaßnahmen des Bauherrn/Überwachers | 141 |
| 6.5.1 | Ausschreibungen | 141 |
| 6.5.2 | Überwachung der Bauausführung ÜB-KDB-T (Leitfaden) | 141 |
| 6.5.2.1 | Allgemeines | 141 |
| 6.5.2.2 | Aufgaben der Überwachung der Bauausführung | 143 |
| 6.5.2.3 | Anforderungen an Stellen zur Durchführung der ÜB-KDB-T | 145 |
| 6.5.2.4 | Ausschreibung, Angebotserstellung und Beauftragung der ÜB-KDB-T | 146 |
| 6.5.2.5 | Mindestumfang der akkreditierten Inspektionstätigkeiten und Prüfungen | 147 |
| 6.5.3 | Zusammenfassende Abschlussdokumentation und Archivierung von Rückstellproben | 149 |
| 6.6 | Art und Häufigkeit der Produktprüfungen im Rahmen der Qualitätssicherungsmaßnahmen | 150 |
| 6.6.1 | Kunststoffdichtungsbahnen | 150 |
| 6.6.2 | Profilbänder | 153 |
| 6.6.3 | Schutzschichten | 154 |
| 6.6.3.1 | Geschlossene Bauweise | 154 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6.6.3.2 | Offene Bauweise | 157 |
| 6.6.4 | Dränschichten | 158 |
| 6.6.4.1 | Geschlossene Bauweise | 158 |
| 6.6.4.2 | Offene Bauweise | 158 |
| 6.7 | Überwachung der Systemanforderungen | 160 |
| 7 | Zusammenfassung und Ausblick | 161 |
| 8 | Schrifttum | 165 |
| 8.1 | Gesetze, Verordnungen, Richtlinien von Behörden und öffentlichen Auftraggebern | 165 |
| 8.2 | Normen, sonstige Richtlinien, Empfehlungen und Merkblätter | 167 |
| 8.3 | Forschungsberichte | 176 |
| 8.4 | Fachbeiträge | 177 |
| 9 | Fallbeispiele | 183 |
| 9.1 | Abdichtung und Entwässerung des Tunnels Euerwang der Deutschen Bahn AG (NBS Nürnberg–Ingolstadt) .. | 183 |
| 9.1.1 | Problemstellung und Lösung | 183 |
| 9.1.2 | Verwendete Abdichtungselemente | 184 |
| 9.1.2.1 | Druckwasserdichter Tunnelbereich | 184 |
| 9.1.2.2 | Dränierter und entwässerter Tunnelbereich | 184 |
| 9.1.3 | Einbau | 185 |
| 9.1.4 | Bauzeit und Kosten | 186 |
| 9.1.5 | Erfahrungen | 187 |
| 9.1.6 | Schrifttum | 188 |
| 9.2 | Umlaufende einlagige KDB-Abdichtung im Straßentunnel Leutenbach | 189 |
| 9.2.1 | Problemstellung und Lösung | 189 |
| 9.2.2 | Verwendete Abdichtungselemente | 190 |
| 9.2.3 | Einbau | 191 |
| 9.2.4 | Bauzeit und Kosten | 192 |
| 9.2.5 | Erfahrungen | 192 |
| 9.2.6 | Schrifttum | 193 |
| 9.3 | Druckwasserhaltende KDB-Abdichtung im Tunnel Silberberg der Deutschen Bahn AG (NBS Ebensfeld–Erfurt) | 193 |
| 9.3.1 | Problemstellung und Lösung | 193 |

| | | |
|-----------------------------|---|-----|
| 9.3.2 | Verwendete Abdichtungselemente | 195 |
| 9.3.3 | Einbau | 196 |
| 9.3.4 | Bauzeit und Kosten | 198 |
| 9.3.5 | Erfahrungen | 198 |
| 9.3.6 | Schrifttum | 199 |
| 9.4 | Eisenbahntunnel Reitersberg mit druckwasserhaltender KDB-Abdichtung und mit einer Sohlbrückenkonstruktion für zeitgleichen Vortrieb und Innenschalen ausbau | 200 |
| 9.4.1 | Problemstellung und Lösung | 200 |
| 9.4.2 | Verwendete Abdichtungselemente | 201 |
| 9.4.3 | Einbau | 201 |
| 9.4.3.1 | Allgemeiner Ablauf | 201 |
| 9.4.3.2 | Idee der Sohlbrückenkonstruktion zur Bauzeitverkürzung | 201 |
| 9.4.4 | Bauzeit und Kosten | 205 |
| 9.4.5 | Erfahrungen | 205 |
| 9.4.6 | Schrifttum | 205 |
| 9.5 | Anschluss der KDB-Abdichtung von Querschlägen an Tübbings mit Klebeanschluss im Finnetunnel | 206 |
| 9.5.1 | Problemstellung und Lösung | 206 |
| 9.5.2 | Verwendete Abdichtungselemente | 207 |
| 9.5.3 | Einbau | 207 |
| 9.5.4 | Bauzeit und Kosten | 210 |
| 9.5.5 | Erfahrungen | 210 |
| 9.5.6 | Schrifttum | 211 |
| Stichwortverzeichnis | | 213 |