

Empfehlungen zu Dichtungssystemen im Tunnelbau

EAG-EDT

**Empfehlungen des Arbeitskreises AK 5.1
„Kunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau“**

Herausgegeben von der
Deutschen Gesellschaft
für Geotechnik e.V. (DGGT)

Bibliothek Geotechnik
(TU Darmstadt)



63201782



Deutsche Gesellschaft
für Geotechnik e. V.
German Geotechnical Society

1	Einführung	13
2	Grundlagen und Begriffe	15
2.1	Erfahrungen	15
2.2	Kostenübersicht	17
2.3	Verwendete Begriffe	18
3	Entwurfsgrundsätze	31
3.1	Allgemeines	31
3.2	Übersicht der Elemente und grundsätzlicher Aufbau der Dichtungssysteme	33
3.2.1	Geschlossene Bauweise	33
3.2.2	Offene Bauweise	34
3.3	Ausbildung der Dichtungssysteme mit Kunststoffdichtungs- bahnen in Abhängigkeit von den Bergwasserverhältnissen	35
3.3.1	Geschlossene Bauweise	35
3.3.1.1	Allgemeines und Übersicht	35
3.3.1.2	Abdichtung gegen Sickerwasser	37
3.3.1.3	Abdichtung gegen Druckwasser bis ca. 30 m WS	37
3.3.1.4	Abdichtung gegen Druckwasser über ca. 30 m WS	38
3.3.2	Offene Bauweise	39
3.3.2.1	Allgemeines und Übersicht	39
3.3.2.2	Abdichtung gegen Sickerwasser	41
3.3.2.3	Abdichtung gegen Druckwasser	41
3.4	Schutzschichten	41
3.4.1	Allgemeines	41
3.4.2	Geschlossene Bauweise	42
3.4.3	Offene Bauweise	42
3.5	Flächendrainung und Entwässerung	43
3.5.1	Allgemeines	43
3.5.2	Geschlossene Bauweise	44
3.5.2.1	Flächendrainung im aufgehenden Gewölbe	44
3.5.2.2	Flächendrainung in der Sohle	45
3.5.3	Offene Bauweise	45
3.6	Fugendichtungen, Abschottungen und Anschlüsse	45
3.6.1	Allgemeines	45
3.6.2	Geschlossene Bauweise	46
3.6.3	Offene Bauweise	47
3.6.4	Abdichtungsübergänge	48
3.7	Befestigung der Abdichtung	49

3.8	Injektionseinrichtungen	49
3.9	Einbauteile	50
3.10	Qualitätssicherung	50

4 Produkt- und Systemanforderungen 52

4.1	Allgemeines	52
4.2	Abdichtungsträger	53
4.2.1	Geschlossene Bauweise	53
4.2.2	Offene Bauweise	54
4.3	Kunststoffdichtungsbahnen	54
4.4	Schutzschichten	67
4.4.1	Geschlossene Bauweise	67
4.4.1.1	Bergseitige Schutzschicht	67
4.4.1.2	Luftseitige Schutzschicht in der Sohle	73
4.4.2	Offene Bauweise	75
4.5	Dränschichten aus Geokunststoffen	79
4.5.1	Geschlossene Bauweise	79
4.5.2	Offene Bauweise	82
4.6	Profilbänder	86
4.7	Befestigungselemente	93
4.8	Injektionseinrichtungen und -mittel	94
4.8.1	Allgemeines	94
4.8.2	Injektionseinrichtungen	94
4.8.3	Injektionsmittel	95
4.9	Einbauteile	96
4.10	Innenschale bei in geschlossener Bauweise erstellten Bauwerken	96
4.11	Dichtungssystem	97
4.11.1	Allgemeines	97
4.11.2	Geschlossene Bauweise	97
4.11.2.1	Anordnung von Dränelementen, Schutzschichten und zugehörigen Befestigungselementen	97
4.11.2.2	Anordnung von Kunststoffdichtungsbahnen, außenliegenden Fugenbändern und zugehörigen Befestigungselementen	98
4.11.2.3	Anordnung von Injektionseinrichtungen	102
4.11.3	Offene Bauweise	105
4.11.3.1	Anordnung von Schutz- und Dränschichten	105
4.11.3.2	Anordnung von Kunststoffdichtungsbahnen	105
4.11.4	Anforderungen an Art und Geometrie von Fügenähten	105
4.12	Prüfverfahren	107
4.12.1	Probenahme und -vorbereitung	107
4.12.2	Art und Beschreibung des Abdichtungselements	107
4.12.3	Allgemeine Beschaffenheit	107
4.12.4	Geradheit und Planlage	107
4.12.5	Flächenbezogene Masse von Geotextilien und geotextilverwandten Produkten	108

4.12.6	Abmessungen	108
4.12.6.1	Dicke von Kunststoffdichtungs- und Kunststoffschutzbahnen	108
4.12.6.2	Dicke von Geotextilien und geotextilverwandten Produkten	108
4.12.6.3	Abmessungen von Profilbändern	108
4.12.7	Identität der Zusammensetzung	108
4.12.7.1	Dichte von Kunststoffdichtungsbahnen	108
4.12.7.2	DSC-Analyse	108
4.12.7.3	Schmelze-Massefließrate (MFR)	109
4.12.7.4	Anteil in konzentrierter Schwefelsäure löslicher Bestandteile	109
4.12.8	Verhalten im einachsigen Zugversuch	109
4.12.8.1	Zugversuch nach DIN EN ISO 527-1 und -3 an Kunststoffdichtungs- und Kunststoffschutzbahnen sowie Profilbändern	109
4.12.8.2	Zugversuch am breiten Streifen an Geotextilien und geotextilverwandten Produkten	110
4.12.9	Härte	110
4.12.10	Stempeldurchdruckkraft	110
4.12.11	Wölbbogendehnung im mehrachsigen Zugversuch	110
4.12.12	Kriechverhalten von Geotextilien und geotextilverwandten Produkten unter Druckbeanspruchung	111
4.12.13	Wasserdurchlässigkeit geosynthetischer Dichtungsbahnen	111
4.12.14	Öffnungsweite O_{90} von Geotextilien und geotextilverwandten Produkten	111
4.12.15	Wasserdurchlässigkeit von Geotextilien und geotextilverwandten Produkten senkrecht zur Ebene ohne Auflast	111
4.12.16	Wasserableitvermögen von Geotextilien und geotextilverwandten Produkten	111
4.12.17	Verhalten beim Perforationsversuch	112
4.12.17.1	Perforationsversuch an Kunststoffdichtungs- oder -schutzbahnen	112
4.12.17.2	Kegelfallversuch an Geotextilien oder geotextilverwandten Produkten	112
4.12.18	Schutzwirksamkeitsprüfung	112
4.12.19	Verhalten nach Warmlagerung	112
4.12.20	Verhalten bei niedrigen Temperaturen	112
4.12.21	Langzeitbeständigkeit	112
4.12.21.1	Verhalten nach Wärmealterung	112
4.12.21.2	Oxidationsbeständigkeit	113
4.12.21.3	Umweltbedingte Spannungsrisssbildung	113
4.12.21.4	Lagerung in warmem Wasser	113
4.12.21.5	Lagerung in wässrigen Lösungen	113
4.12.21.6	Witterungsbeständigkeit	113
4.12.22	Umweltverträglichkeit	113
4.12.23	Brandverhalten	116
4.12.24	Fügenreißprüfungen	116
4.12.24.1	Ausführung der Füge-naht	116
4.12.24.2	Verhalten der Füge-naht beim Scherversuch	116
4.12.24.3	Verhalten der Füge-naht beim Schälversuch	116
4.12.24.4	Dichtigkeitsprüfung der Füge-nähte bei der Bauausführung	116

4.12.25	Dichtigkeitsprüfung der Kammerelemente von doppelagigen KDB-Abdichtungen	117
4.12.26	Systemprüfung der Eindrückungen in die Kunststoffdichtungsbahnen	117
4.12.26.1	Allgemeines	117
4.12.26.2	Flächendruckversuch (Performanceversuch)	118
4.12.26.3	Pyramidendruckversuch (Indexversuch)	120

5 **Einbau** 122

5.1	Allgemeines	122
5.2	Ausstattung und Arbeitssicherheit	122
5.2.1	Baustelleneinrichtung	122
5.2.2	Stromversorgung	122
5.2.3	Ausstattung des Abdichtungsunternehmers	123
5.2.3.1	Verlegegerüste	123
5.2.3.2	Geräte	123
5.2.3.3	Personal	123
5.2.4	Arbeits- und Brandschutzmaßnahmen während der Abdichtungsarbeiten	124
5.3	Geschlossene Bauweise	125
5.3.1	Allgemeines	125
5.3.2	Abdichtungsträger	125
5.3.3	Dränelemente und bergseitige Schutzschicht	126
5.3.4	Kunststoffdichtungsbahnen	126
5.3.4.1	Allgemeines	126
5.3.4.2	Einlagige KDB-Abdichtung	127
5.3.4.3	Doppelagige KDB-Abdichtung	127
5.3.5	Außenliegende Fugenbänder im Bereich der Blockfugen	128
5.3.6	Anschlüsse der KDB-Abdichtung an alternative Dichtungssysteme, Bauteile und Durchdringungen	129
5.3.7	Herstellung und Prüfung von Fügenähten	130
5.3.8	Sohlschutzschicht	131
5.3.9	Injektionseinrichtungen	132
5.3.9.1	Injektionseinrichtungen zum Nachbetonieren und zur Firstspaltverpressung	132
5.3.9.2	Integrierte Injektionssysteme für einlagige KDB-Abdichtungen	132
5.3.9.3	Integrierte Injektionssysteme für doppelagige KDB-Abdichtungen ...	132
5.3.10	Maßnahmen zur funktionsgerechten Herstellung der Innenschale	134
5.3.10.1	Allgemeines	134
5.3.10.2	Anforderungen an die Bewehrungs- und Schalungsarbeiten	135
5.3.10.3	Anforderungen an die Betonrezeptur und das Betonieren	135
5.3.10.4	Planmäßige Verpressung im Blockfugenbereich	136
5.3.10.5	Prüfung der bergseitigen Oberfläche der Innenschale	136
5.3.10.6	Firstspaltverpressung	136

5.3.11	Nachinjektionen zur Reparatur des Dichtungssystems bei Undichtigkeiten	137
5.3.11.1	Allgemeines	137
5.3.11.2	Verpressung von Schottfeldern bei einlagiger KDB-Abdichtung	137
5.3.11.3	Verpressung von Kammerelementen bei doppelagiger KDB-Abdichtung	138
5.3.11.4	Verpressung von Sperrankerbereichen bei Profilbändern und von Arbeitsfugen	138
5.4	Offene Bauweise	138

6 Qualitätssicherung 139

6.1	Allgemeines	139
6.2	Systematik und Inhalte der Qualitätssicherungsmaßnahmen	139
6.2.1	Hinweise zu europäisch genormten Geokunststoffen	139
6.2.2	Systematik der Qualitätssicherungsmaßnahmen im Überblick	142
6.2.3	QS-Plan	142
6.2.4	Eignungsprüfung (Eignungsnachweis)	143
6.2.5	Eigenüberwachung der Produktion (EÜ-P)	144
6.2.5.1	Allgemeines	144
6.2.5.2	Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) nach harmonisierten Europäischen Normen (System 2+)	144
6.2.5.3	Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) nach „EAG-EDT System 1+“ für europäisch genormte Produkte	144
6.2.5.4	Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) nach „EAG-EDT System 1+“ für europäisch nicht genormte Produkte	145
6.2.6	Fremdüberwachung der Produktion (FÜ-P)	145
6.2.6.1	Überwachung nach System 2+	145
6.2.6.2	Überwachung nach „EAG-EDT System 1+“	145
6.2.7	Eigenüberwachung der Bauausführung (EÜ-B)	146
6.2.8	Grundsätze der Baustoffeingangsprüfung für Geokunststoffe	147
6.2.8.1	Allgemeines	147
6.2.8.2	Vorgehensweise bei Qualitätssicherung der Produktion nach System 2+	147
6.2.8.3	Vorgehensweise bei Qualitätssicherung der Produktion nach „EAG-EDT System 1+“	148
6.2.9	Örtliche Bauüberwachung	148
6.2.10	Fremdüberwachung der Bauausführung (FÜ-B)	149
6.2.10.1	Allgemeines	149
6.2.10.2	Aufgabenbereich	149
6.2.10.3	Vorgaben zu Kontrollprüfungen	151
6.2.11	Dokumentation	152
6.3	Produktübergreifende Regelungen	152
6.3.1	Prüfzeugnis	152
6.3.2	Lieferscheine	152

6.4	Art und Häufigkeit der Produktprüfungen im Rahmen der Qualitätssicherungsmaßnahmen	153
6.4.1	Kunststoffdichtungsbahnen	153
6.4.2	Schutzschichten	153
6.4.3	Dränschichten	153
6.4.4	Profilbänder	168
6.5	Überwachung der Systemanforderungen.....	168
6.5.1	Allgemeines	168
6.5.2	Einlagige/doppellagige KDB-Abdichtung.....	171
6.5.3	Fügenähte	171
6.5.4	Injektionseinrichtungen und Injektionsmittel	172

7 Zusammenfassung und Ausblick 173

8 Schrifttum 177

8.1	Gesetze, Verordnungen, Richtlinien von Behörden und öffentlichen Auftraggebern	177
8.2	Normen, sonstige Richtlinien, Empfehlungen und Merkblätter	178
8.3	Forschungsberichte	185
8.4	Fachbeiträge	185

9 Fallbeispiele 189

9.1	Einlagige KDB-Abdichtung in den Tunneln Dölzchen und Coschütz der BAB 17	189
9.2	Doppellagige KDB-Abdichtung im Tunnel Eichheide der Deutschen Bahn AG (NBS Köln-Rhein/Main)	193
9.3	Abdichtung und Entwässerung des Tunnels Euerwang der Deutschen Bahn AG (NBS Nürnberg-Ingolstadt)	198
9.4	KDB-Abdichtung in Kombination mit Injektionseinrichtungen im Tunnel Himmelberg der Deutschen Bahn AG (NBS Köln-Rhein/Main)	203

10 Indexverzeichnis 208