

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.)

Empfehlungen zu Dichtungssystemen im Tunnelbau EAG-EDT

- berücksichtigt alle aktuellen Regelwerke
- Fallbeispiele zeigen praxistaugliche Lösungen

Das Buch behandelt Dichtungssysteme mit Kunststoffdichtungsbahnen für Tunnel in geschlossener und offener Bauweise sowie für sonstige unterirdische Bauwerke. Es dient als Leitfaden für Bauherren, Planer und Ausführende.

BESTELLEN

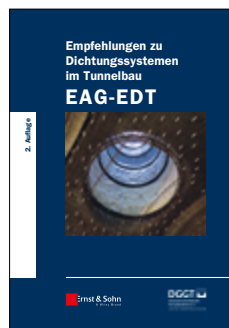
+49 (0)30 470 31-236

marketing@ernst-und-sohn.de

www.ernst-und-sohn.de/3243

WILEY

Ernst & Sohn
A Wiley Brand



2., völlig neu bearb. Auflage · 2018 ·
236 Seiten · 52 Abbildungen · 33 Tabellen

Hardcover
ISBN 978-3-433-03243-5 € 59*

eBundle (Print + ePDF)
ISBN 978-3-433-03245-9 € 79*

ÜBER DAS BUCH

Die Empfehlungen dokumentieren den Stand der Technik in der Bemessung, Auswahl, Anwendung und Prüfung von Geokunststoffen im Tunnelbau und sind vom Arbeitskreis AK 5.1 „Kunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT) erstellt worden. Das Buch behandelt Dichtungssysteme mit Kunststoffdichtungsbahnen für Tunnel in geschlossener und offener Bauweise sowie für sonstige unterirdische Bauwerke und dient als Leitfaden für Bauherren, Planer und Ausführende. Entwicklungen in relevanten Regelwerken und Normen, Projekterfahrungen sowie Weiterentwicklungen und anwendungsbezogene Forschungserkenntnisse seit Erscheinen der ersten Auflage im Jahr 2005 wurden in diese 2. Auflage der „Empfehlungen zu Dichtungssystemen im Tunnelbau EAG-EDT“ eingearbeitet. Fallbeispiele ergänzen die Ausführungen.

BESTELLUNG

Anzahl	ISBN /	Titel	Preis
	978-3-433-03243-5	Empfehlungen zu Dichtungssystemen im Tunnelbau EAG-EDT	€ 59*
	978-3-433-03245-9	Empfehlungen zu Dichtungssystemen im [...] (Print + ePDF)	€ 79*

Bitte richten Sie Ihre Bestellung an:

Tel. +49 (0)30 47031-236

Fax +49 (0)30 47031-240

marketing@ernst-und-sohn.de

Privat	Geschäftlich	
_____	_____	_____
Firma, Abteilung	UST-ID Nr.	
_____	_____	_____
Name, Vorname	Telefon	Fax
_____	_____	_____
Straße, Nr.		
_____	_____	
PLZ/Ort/Land	E-Mail	
_____	_____	
Datum/Unterschrift		

www.ernst-und-sohn.de/3243

Vorwort zur 2. Auflage

Seit der Herausgabe der 1. Auflage der „Empfehlungen zu Dichtungssystemen im Tunnelbau EAG-EDT“ des Arbeitskreises 5.1 „Kunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. im Jahre 2005 ist die Entwicklung fortgeschritten. Es liegen neue Projekterfahrungen und Weiterentwicklungen vor. Im Jahr 2007 wurden für Straßentunnel die ZTV-ING Teil 5 Tunnelbau Abschnitt 5 Abdichtung mit den zugehörigen TL/TP KDB und TL/TP SD der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und im Jahr 2013 für Eisenbahntunnel die beiden für KDB-Dichtungssysteme relevanten Module 853.4101 und 853.4202 der Ril 853 der Deutschen Bahn AG eingeführt. Die Zusammenarbeit im AK 5.1 hat maßgeblich zu Vereinheitlichungen der Vorgaben für Bahn- und Straßentunnel beigetragen. Die nächsten Überarbeitungen von ZTV-ING und Ril 853 sind in naher Zukunft zu erwarten. Ebenso wurden seit Erscheinen der 1. Auflage die Bauproduktenrichtlinie durch die EU-Bauproduktenverordnung vom 9. März 2011 abgelöst sowie viele für die EAG-EDT relevante Normen überarbeitet. Die genannten Entwicklungen sind in die vorliegende 2. Auflage eingeflossen. Der im Jahr 2010 vom AK 5.1 veröffentlichte „Leitfaden für die Fachbauüberwachung von KDB-Abdichtungen im Tunnelbau FBÜ-KDB-T“ wurde außerdem aktualisiert und in diese 2. Auflage der EAG-EDT integriert.

Für die zukünftige Fortschreibung der EAG-EDT nimmt die Untergruppe „UG 6 Tunnelbau“ gerne Hinweise und Anregungen entgegen.

Leiterin der UG 6

Brummermann, Katrin, Dr.-Ing. M. A., BKB, Ronnenberg
(Stellvertretende Leiterin seit 2006, Leiterin seit 2007)

Stellvertretender Leiter der UG 6

Albers, Klaus, Dipl.-Ing., G quadrat Geokunststoffgesellschaft mbH,
Krefeld (seit 2007)

Mitarbeiter:

Arth, Peter, Dipl.-Ing., vormals DB Netz AG, München
(bis 2006 Mitglied, bis 2011 Gast)

Asmus, Detlef, Dipl.-Ing., Limes GmbH, Lünen (2007 bis 2011)

Brem, Günther, Dr.-Ing., vormals Hochtief Construction AG, Frankfurt
am Main (bis 2007)

Camós-Andreu, Carles, Dr., DB Netz AG, München (Gast seit 2016)

De Hesselle, Jörg, Dipl.-Ing., IBE Ingenieure GmbH + Co. KG, Hennef
(Gast seit 2012)

Glück, Leopold, Dipl.-Ing., Sachverständiger für Kunststofftechnik,
Martinsheim

Groten, Andreas, Dr.-Ing., vormalis Billfinger Berger Ingenieurbau GmbH,
München (2008 bis 2013)

Gust, Hans, Dipl.-Ing., G quadrat Geokunststoffgesellschaft mbH,
Krefeld (Gast seit 2013)

Haack, Alfred, Prof. Dr.-Ing., vormalis STUVA e. V. (von 2006 bis zum
Ausscheiden 2007 Leiter der UG 6)

Kaundinya, Ingo, Dipl.-Ing., Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt),
Bergisch Gladbach

Kessler, Dominik, Dipl.-Ing., STUVAtec GmbH, Köln (seit 2007)

Kirschke, Dieter, Prof. Dr.-Ing., Prof. Dr.-Ing. Kirschke GmbH & Co. KG,
Ettlingen

Klonsdorf, Günter, Dipl.-Ing., BUNG Ingenieure AG, Heidelberg

Kopp, Bernd, Dipl.-Ing., vormalis Naue Sealing, dann G quadrat
Geokunststoffgesellschaft mbH, Krefeld (bis 2011)

Krahberg, Sven, Dipl.-Ing., GSE Lining Technology GmbH, Hamburg

Lemke, Stefan, Dipl.-Ing., Renesco Group (vormalis Sika Schweiz AG),
Schweiz

Mähner, Dietmar, Prof. Dr.-Ing., Fachhochschule Münster, Münster
(seit 2008)

Mämpel, Hans, IMM Maidl & Maidl Beratende Ingenieure GmbH &
Co. KG, Bochum (seit 2007)

Meissner, Marc, M.BC., Dipl.-Ing., Naue GmbH & Co. KG, Bückeburg
(2009 bis 2016)

Mohr, Peter, Dipl.-Ing., Geotex Ingenieurgesellschaft, München
(bis 2016)

Naewe, Matthias, Dipl.-Ing., BUNG Ingenieure AG, Köln (Gast seit 2010)

Saathoff, Fokke, Prof. Dr.-Ing., Universität Rostock, Rostock

Schälicke, Hendrik, Dipl.-Ing., Prof. Dr.-Ing. Kirschke GmbH & Co. KG,
Ettlingen (Gast seit 2010, Mitglied seit 2011)

Schlegel, Stephan, Dipl.-Ing., Hochtief Infrastructure GmbH, Frankfurt (seit 2007)

Schuck, Winfried, Dipl.-Ing., DB Netz AG, München

Vollmann, Götz, Dr.-Ing., Ruhr-Universität Bochum, Bochum (Gast seit 2009, Mitglied seit 2012)

Wiesmeier, Ludwig, Dipl.-Ing. DB Netz AG, München (Gast, seit 2014 bis 2016)

Witolla, Christian, Dipl.-Ing., Ingenieurbüro Geoplan GmbH, Neukirchen-Vluyn (seit 2006 bis 2016)

In der Redaktionsgruppe für die 2. Auflage der EAG-EDT arbeiteten außer der Leiterin der UG 6 auch Dipl.-Ing. Hans Gust von der G quadrat Geokunststoffgesellschaft mbH, Prof. Dr.-Ing. Frank Heimbecher von der Fachhochschule Münster, Dipl.-Ing. Dominik Kessler von der STUVAtec GmbH, Dipl.-Ing. Hendrik Schällicke von der Prof. Dr.-Ing. Kirschke GmbH & Co. KG sowie Dipl.-Ing. Catrin Tarnowski von der GSE Lining Technology GmbH mit.

Die UG 6 dankt der Untergruppe 7 „Langzeitbeständigkeit“ des Arbeitskreises 5.1 unter der Leitung von Dr. Hartmut Schröder, BPHS Consulting, Berlin, und Dr. Daniela Robertson, vormals Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, für ihre Unterstützung und Mitarbeit an diesen Empfehlungen.

Dank gebührt neben den genannten Personen auch allen weiteren Fachkollegen, die außerhalb des Arbeitskreises beratend an der Erarbeitung der neuen Auflage der Empfehlungen mitgewirkt haben

Im Juni 2017

Prof. Dr.-Ing.
Fokke Saathoff
Obmann AK 5.1

Dr.-Ing. M. A.
Katrin Brummermann
Leiterin der
Untergruppe 6

Prof. Dr.-Ing.
Martin Ziegler
Leiter der Fachsektion
„Kunststoffe in der
Geotechnik“

Vorwort zur 1. Auflage

Der Arbeitskreis AK 5.1 „Kunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) wurde im Jahre 1972 durch Prof. Dr.-Ing. F.-F. Zitscher gegründet und wird heute in einer eigenen Fachsektion der DGGT „Kunststoffe in der Geotechnik“ geführt. Von 1993 bis 2002 stand der Arbeitskreis unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. habil. Sören Kohlhasse. Seit Mai 2002 leitet Dr.-Ing. Fokke Saathoff diesen Arbeitskreis.

Die Geokunststoffanwendungen mit den Funktionen Trennen, Filtern, Dränen, Verpacken, Dichten und Schützen werden in mehreren Untergruppen im AK 5.1 behandelt.

Bereits 1997 hat die Untergruppe UG 6 des AK 5.1 die „Empfehlungen Doppeldichtung Tunnel, EDT“ für die Abdichtung hochbeanspruchter Tunnelbauwerke veröffentlicht. Inzwischen sind bauherrenseitig die Regelwerke zur Abdichtung im Tunnelbau weiterentwickelt und dabei auch Vorgaben für eine stärkere Differenzierung des Systemaufbaus je nach Beanspruchungsgrad vorgenommen worden. Um die Entwicklung der Abdichtung im Straßen- und im Eisenbahntunnelbau auf ein einheitliches Anforderungsniveau zu heben und dafür die Grundlagen zu erarbeiten, wurde aus der Praxis die Forderung nach neuen, umfassenden Empfehlungen für die verschiedenen Dichtungssysteme im Tunnel- und Stollenbau gestellt. Belange des verbesserten Bauwerkschutzes, der Einbausicherheit und nicht zuletzt des Umweltschutzes sollten dabei berücksichtigt werden. In jüngster Vergangenheit erlangten zudem die Europäischen Normen und im Zusammenhang damit neue Regelungen zur Qualitätssicherung für die Anwendung von Geokunststoffen im Tunnelbau ihre Gültigkeit. Die Auswirkungen waren in Einklang mit den nationalen Bedürfnissen zu bringen. Weiterhin galt es Erkenntnisse aus den letzten großen Tunnelobjekten und anwendungsbezogene Forschungserkenntnisse zu berücksichtigen. Der AK 5.1 hat erneut die UG 6 mit dieser Aufgabe betraut.

Fachleute aus der Geokunststoffe erzeugenden Industrie, Vertreter von Ingenieurbüros, unabhängigen Instituten, Universitäten sowie Mitarbeiter von Behörden, Bauherrenseite und Vertreter von Bauunternehmungen und von Fachverlegern wurden um Unterstützung gebeten. Es wurde besonders darauf geachtet, eine anwendungsübergreifende personelle Zusammensetzung dieser Untergruppe aus den Anwendungsbereichen Straßen- und Eisenbahntunnelbau zu erzielen.

Die vorliegenden Empfehlungen zu Dichtungssystemen im Tunnelbau, EAG-EDT, dokumentieren den Stand der Technik im Juni 2005 bei der

Abdichtung mit Geokunststoffen im Tunnel- und Stollenbau und sollen Bauherren, Planern und Anwendern als orientierender Leitfaden dienen.

Je nach Fragestellung hat sich neben den Mitgliedern der UG 6 eine Reihe von Fachkollegen an der Erarbeitung beteiligt. Folgende Damen und Herren haben mitgearbeitet:

Leiter der UG 6

Schlütter, Aloys Dipl.-Ing., Kempen

Stellvertretender Leiter der UG 6

Haack, Alfred Prof. Dr.-Ing., STUVA Köln

Mitarbeiter

Albers, Klaus Dipl.-Ing., G quadrat, Krefeld

Arth, Peter Dipl.-Ing., Deutsche Bahn AG, München

Brem, Günther Dr.-Ing., Hochtief Construction AG, Frankfurt am Main

Brummermann, Katrin Dr.-Ing., Institut für Baustoffe der Universität Hannover

Cappelletti, Riccardo Dipl.-Ing., Sachseln/Schweiz (ausgeschieden 2001)

Glück, Leopold Dipl.-Ing., Sachverständiger für Kunststofftechnik, Martinsheim

Haueter, Adrian Dipl.-Ing., Sarnafil International AG, Sarnen/Schweiz

Heimbecher, Frank Dr.-Ing., Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach

Kirschke, Dieter Prof. Dr.-Ing., Beratender Ingenieur für Felsmechanik und Tunnelbau, Ettlingen

Kopp, Bernd Dipl.-Ing., Naue Sealing, Kempen

Kuhnhenh, Karl Dr.-Ing., BUNG Beratende Ingenieure, Heidelberg

Lemke, Stefan Dipl.-Ing., Sika Schweiz AG, Widen/Schweiz

Mohr, Peter Dipl.-Ing., Geotex Ingenieurgesellschaft, München

Murray, Howard Dipl.-Ing., Polyfelt Deutschland GmbH, Dietzenbach

Roder, Christian Dipl.-Ing., Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach

Saathoff, Fokke Dr.-Ing., BBG Bauberatung Geokunststoffe, Espelkamp

Schuck, Winfried Dipl.-Ing., Deutsche Bahn AG, München

Dank gebührt neben den genannten Personen allen weiteren Fachkollegen, die außerhalb des Arbeitskreises beratend an der Erarbeitung dieser Empfehlungen mitgewirkt haben, sowie Sascha Herfert, BBG Bauberatung Geokunststoffe, für die Anfertigung der Zeichnungen.

Es ist beabsichtigt, die Empfehlungen der Aktualität folgend fortzuschreiben. Hierzu nimmt der AK 5.1 gerne Anregungen entgegen.

Im Oktober 2005

Dr.-Ing. Fokke Saathoff
Obmann AK 5.1

Dipl.-Ing. Aloys Schlütter
Leiter UG 6

Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Rudolf Floss
Leiter der Fachsektion „Kunststoffe in der Geotechnik“

Inhaltsverzeichnis

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 Kunststoff- dichtungsbahnen 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 wasserundurch- lässige Betonkonstruktion mit Profilbändern bei geschlossener Bauweise	39
3.6.5	Übergänge von Querstellen 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 Anschlusselemente ..	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 Kunststoffschutz- bahnen sowie Profilbändern	103
4.12.2.7	Wölbogendehnung 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 Fügenaht 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	Doppellagige 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 Fügenähten	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 Schalungs- arbeiten	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 bedarfsweise Verfüllung von Bereichen mit großen Minderdicken	128
5.3.11	Bedarfsweise 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 doppellagiger 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 Inspektionstätig- keiten 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	Profilmäntel	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 Straßen- tunnel 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

Grundprüfung

→ *Produktnachweise*

Harmonisierte europäische Norm

Harmonisierte europäische Normen sind durch Mandat (Bauproduktenverordnung) erteilte Normen mit Gesetzescharakter. Für den in den EAG-EDT behandelten Anwendungsbereich sind folgende Normen relevant:

- DIN EN 13491 für *Kunststoffdichtungsbahnen*
- DIN EN 13256 für geotextile *Schutzschichten*
- DIN EN 13252 für geotextile *Dränelemente*

Innenliegendes Fugenband

→ *Profilband*

Innenschale

Die Benennung Innenschale wird ausschließlich für in *geschlossener Bauweise* erstellte *Bauwerke* verwendet und ist grundsätzlich gleichbedeutend mit dem übergeordneten Begriff *Betonkonstruktion*.

Kammerelement

In den EAG-EDT wird darunter bei der *doppellagigen KDB-Abdichtung* eine in sich geschlossene dichte Kammer aus zwei Lagen *Kunststoffdichtungsbahnen* verstanden, die durch allseitige Schweißung hergestellt wird. Die rundum geschlossene Kammer entspricht in ihrer Wirkungsweise einem *Schottfeld* und kann im Falle einer Undichtigkeit verpresst werden. Das Kammerelement bietet im Bau- und Betriebszustand des Bauwerks die Möglichkeit einer Dichtigkeitsprüfung durch Vakuum.

Kalotte

→ *Gewölbe*

KDB-Abdichtung

Dichtungssysteme mit *Kunststoffdichtungsbahnen*. Dazu gehören *Kunststoffdichtungsbahnen*, *Schutzschichten*, ggf. *Dränelemente*, *Befestigungselemente*, *Profilbänder*, *Einbauteile*, *Verpresseinrichtungen* und geeignete *Abdichtungsträger* bzw. angrenzende Schichten.

Unterschieden werden:

- nach der Geometrie *Regenschirmabdichtungen* und *Rundumabdichtungen* (Bild 3.1)

- je nach den Bergwasserverhältnissen *Sickerwasserabdichtungen* und *druckwasserhaltende Abdichtungen*
- *einlagige* und *doppellagige KDB-Abdichtungen*

Klebbarer Anschlussstreifen

Anschlussstreifen, auch Tape genannt, der einerseits auf Beton klebbar und andererseits mit *Kunststoffdichtungsbahnen* verschweißbar ist

Klemmvorrichtungen

Klemmvorrichtungen (*Einbauteile*) sind Klemmschienen (einlagig) und Klemmflansche (doppellagig in Los-/Festflanschkonstruktionen) aus flanschartigen Metallprofilen, mit denen *Kunststoffdichtungsbahnen* unter Verwendung einer dauerelastischen Zwischenlage an die *Betonkonstruktion/Innenschale* angeschlossen werden.

Kombiniertes Dichtungssystem

Kombination aus zwei unterschiedlichen *Dichtungssystemen* in der Regel bei in *geschlossener Bauweise* erstellten *Bauwerken*, und zwar einer *Innenschale* als *WUB-Konstruktion* und einer bergseitig angeordneten *KDB-Abdichtung* als primäre Dichtung. Beim kombinierten Dichtungssystem werden in den Bauwerks- bzw. Blockfugen der *Innenschale*, abweichend vom Standard bei reinen *WUB-Konstruktionen*, *außenliegende Fugenbänder* anstelle von *innenliegenden* verwendet.

Kontrollprüfung

Kontrollprüfungen sind stichprobenhafte Prüfungen des Auftraggebers/*Bauherrn* oder seiner Beauftragten, um festzustellen, ob die verwendeten Produkte und die damit erbrachte fertige Leistung den Anforderungen des Bauvertrags entsprechen. Die Ergebnisse können bei der Abnahme der fertigen Leistung berücksichtigt werden.

Kunststoffdichtungsbahn (KDB)

Kunststoffdichtungsbahnen sind Dichtungsbahnen aus einem thermoplastischen oder *elastomeren* Werkstoff oder aus Mischpolymerisaten dieser Werkstoffe mit einer Mindestdicke von 1 mm. Im Sinne der EAG-EDT gelangen ausschließlich thermoplastische *Dichtungsbahnen* ohne vernetzte Polymere in Materialdicken von 2 bis 4 mm zum Einsatz. Sie stellen das wesentliche Abdichtungselement bei *KDB-Abdichtungen* dar.

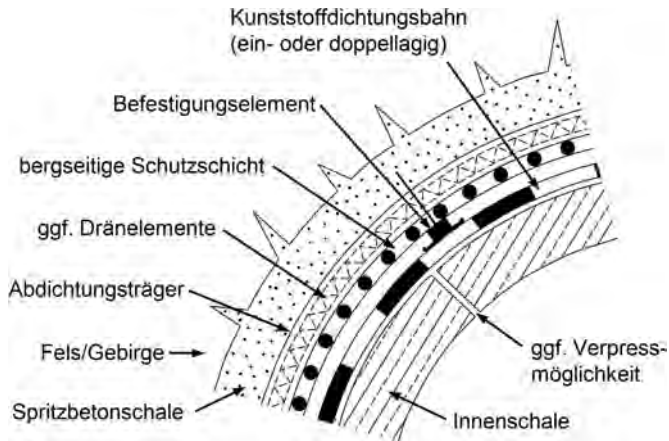


Bild 3.2 Aufbau des Dichtungssystems im aufgehenden Gewölbe (geschlossene Bauweise, nicht maßstäblich).

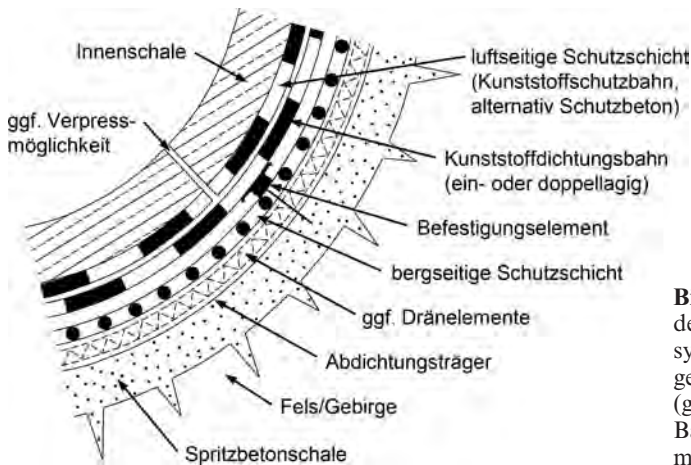


Bild 3.3 Aufbau des Dichtungssystems im Sohlgewölbe (geschlossene Bauweise, nicht maßstäblich).

3.2.2 Offene Bauweise

Bei in offener Bauweise erstellten Bauwerken hat ein Dichtungssystem mit lose verlegten und durch Schweißung gefügten Kunststoffdichtungsbahnen vom Bauwerksinneren ausgehend folgenden Aufbau (Bilder 3.4 und 3.5):

- Betonkonstruktion (Abdichtungsträger)
- bauwerkseitige Schutzschicht (Geotextil)
- KDB-Abdichtungsschicht (Regenschirm- oder Rundumabdichtung)
- bodenseitige Schutzschicht und/oder Dränschicht (ggf. kombiniert)

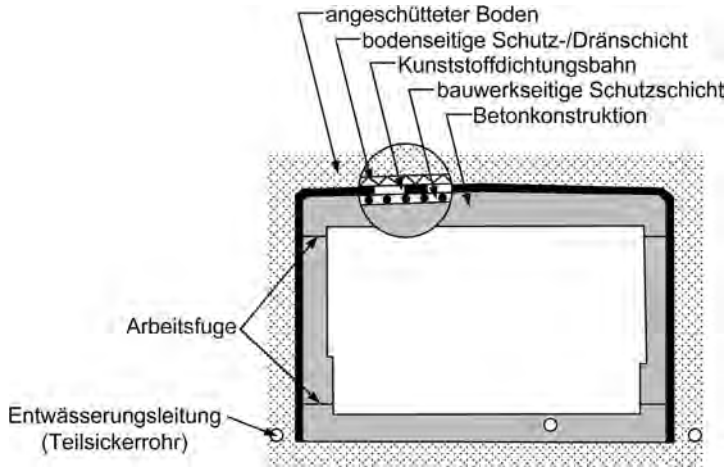


Bild 3.4 Aufbau eines Dichtungssystems im Rechteckquerschnitt (offene Bauweise, Regenschirmabdichtung).

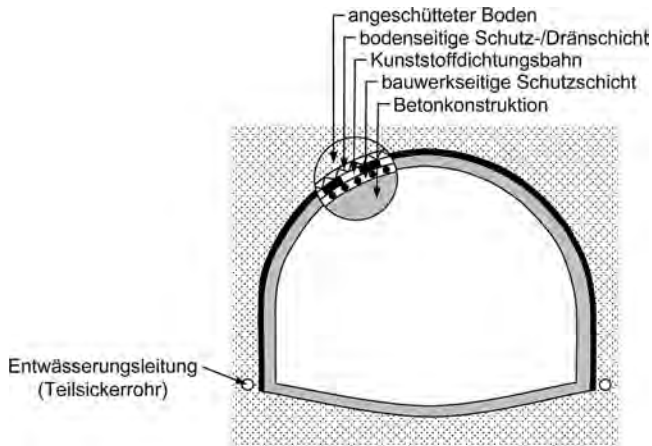


Bild 3.5 Aufbau eines Dichtungssystems im Gewölbequerschnitt (offene Bauweise, Regenschirmabdichtung).

Weitere Elemente des Dichtungssystems sind gegebenenfalls:

- innenliegende Fugenbänder und Anschlussbänder
- Befestigungselemente
- Einbauteile (z. B. Klemmkonstruktionen)

Tabelle 3.3 Anordnung und Art der Schutzschichten für KDB-Abdichtungen bei in offener Bauweise erstellten Bauwerken.

Nr.	Querschnittsbereich	Mögliche Schutzschicht	
		bodenseitig	bauwerkseitig
1	Sohle	Vliesstoff	Kunststoffschutzbahn bewehrter Schutzbeton
2	Wand	Kunststoffschutzbahn Schutzmauerwerk ¹⁾ Geotextil/Verbundstoff ¹⁾	Vliesstoff
3	Decke	Kunststoffschutzbahn Schutzbeton Geotextil/Verbundstoff ¹⁾ mineralische Schutzschicht ¹⁾	Vliesstoff
4	Gewölbe	Kunststoffschutzbahn Schutzmauerwerk im Ulmenbereich ¹⁾ Geotextil/Verbundstoff ¹⁾	Vliesstoff

¹⁾ ggf. auch für Dränfunktion geeignet

3.5 Dränung

3.5.1 Allgemeines

Bei dränierten Bauwerken ist Vorsorge zu treffen, dass die mögliche Wasserdruckbeanspruchung der Abdichtung und des Tragwerks vollständig oder in ausreichendem Maße abgebaut wird. Dieses Ziel wird erreicht, wenn dem an der Bauwerksoberfläche zudringenden Bergwasser hydraulisch ausreichende Abflussmöglichkeiten zur Verfügung stehen. Falls ein vollständiger Druckabbau angestrebt wird, muss das Bergwasser auf Dauer rücktaufrei in die Dränage- und anschließend gegebenenfalls in eine Sammelleitung gelangen und abfließen können. Für die Ableitung von Bergwasser ist eine Genehmigung durch die zuständige Wasserbehörde erforderlich. Auch bei nur zeitweise über der Bauwerkssohle anstehendem Bergwasser sollte über die Dränageleitungen hinaus eine Flächendränung vorgesehen werden.

In der Vergangenheit haben sich Dränage- und Sammelleitungen in vielen Fällen als anfällig für Versinterung und sonstige Formen des Zusetzens (z. B. Verockerung) erwiesen. Deshalb sind wartungsarme Systeme zu wählen, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen (RI-BWD-TU).

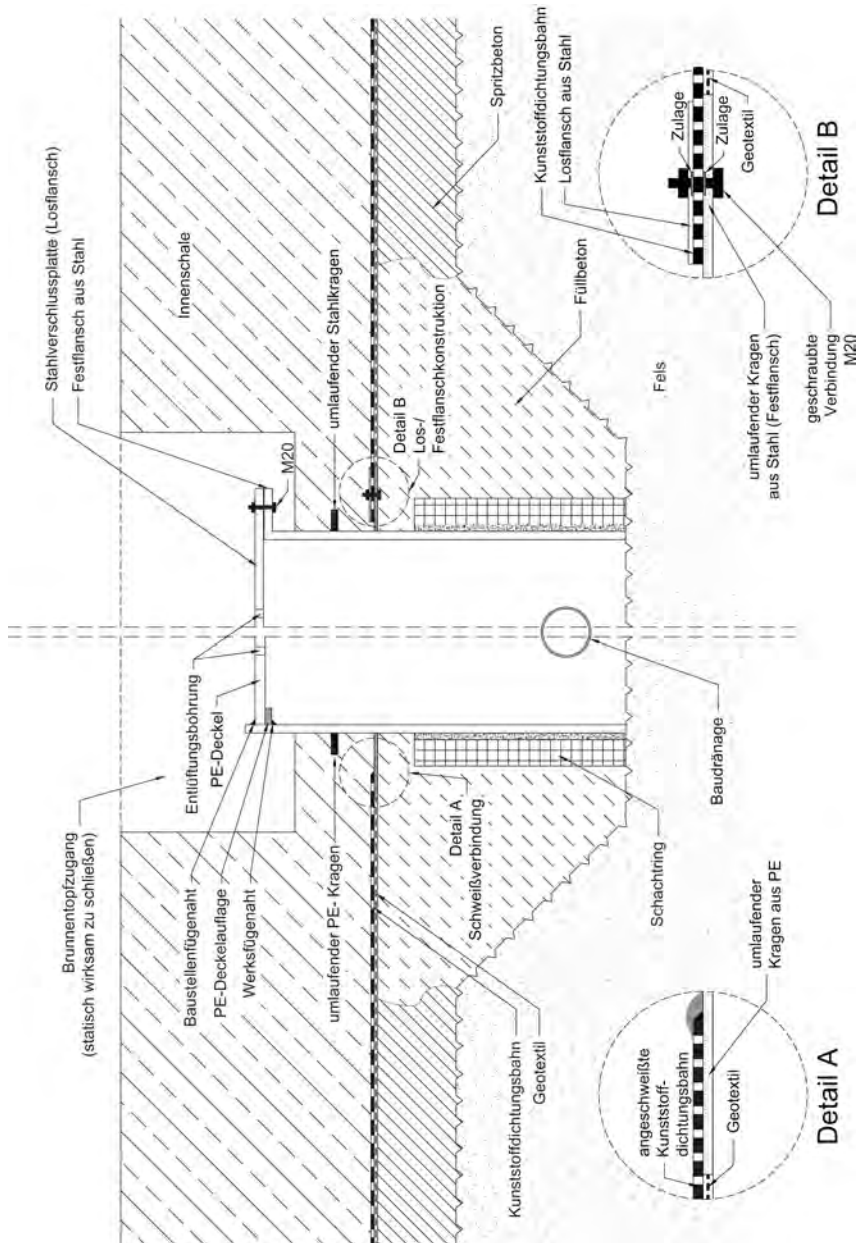


Bild 3.13 Durchdringungen im Sohlbereich mit einem Brunnenkopf (links aus Polyethylen, rechts aus Stahl).