

**Eignungsbeurteilung von Bentofix® B 13000 (LAGA)
zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in
Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien
vom 03.12.2025**

Inhalt:

1. Zusammensetzung und Eigenschaften	3
1.1 Allgemeines	3
1.2 Produktbeschreibung	3
1.3 Einzelkomponenten (Vorprodukte)	4
1.3.1 Trägergeotextil	5
1.3.2 Deckgeotextil	5
1.3.3 Bentonit	5
1.4 Tondichtungsbahn (Endprodukt)	5
1.5 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung	6
1.5.1 Herstellung	6
1.5.2 Verpackung, Transport, Lagerung	6
1.5.3 Kennzeichnung (exemplarisches Muster siehe Anhang 2)	7
1.6 Konformitätsnachweis	7
1.6.1 Allgemeines	7
1.6.2 Eigenüberwachung / werkseigene Produktkontrolle	8
1.6.3 Fremdüberwachung	8
2 Entwurf und Bemessung	9
2.1 Entwurf des Abdichtungssystems	9
2.1.1 Rekultivierungsschicht	9
2.1.2 Entwässerungsschicht	9
2.1.3 Kombination mit Kunststoffdichtungsbahnen	10
2.1.4 Dichtungsschicht	10
2.1.5 Trag- und Ausgleichsschicht	10
2.1.6 Konstruktive Gestaltung von Details	11
2.1.7 Kombination mit Dichtungskontrollsystemen	11
2.2 Bemessung des Abdichtungssystems	11
2.2.1 Nachweis der Standsicherheit	11
2.2.2 Mechanische Eigenschaften, Verformungssicherheit	14
2.2.3 Dichtigkeit	14
2.2.4 Durchwurzelungs- und Austrocknungssicherheit (Schutzmaßnahmen) ...	16
3 Ausführung, Dichtungseinbau	16
3.1 Qualitätsmanagementplan	16
3.2 Probefeld	16
3.3 Witterungsvoraussetzungen	16
3.4 Beschaffenheit des Dichtungsaufagers / Planum	16
3.5 Herstellung der Dichtungsschicht	17
4 Nutzung, Unterhaltung, Wartung	17
5 Qualitätsmanagement	17
6 Technische Bezugsdokumente	18

Anhang 1: Qualitätsmanagement

Anhang 2: Beispiel der Kennzeichnung

1. Zusammensetzung und Eigenschaften

1.1 Allgemeines

Diese Eignungsbeurteilung beurteilt die geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD / GBR-C) Bentofix®¹ B 13000 (LAGA) nachfolgend Bentofix® B 13000 genannt, der Firma Naue GmbH & Co. KG, Espelkamp. Sie dient zur Herstellung der Abdichtungskomponente in Oberflächenabdichtungssystemen gemäß Deponieverordnung (DepV) [1], sowie den technischen Bezugsdokumenten [2] bis [5].

Diese Eignungsbeurteilung gilt für den Einsatz von Bentofix® B 13000 auf Deponien nach DepV in Deponien der Klasse I, in Kombination mit Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) für Deponien der Klasse II und in Kombination mit KDB und Dichtungskontrollsystemen für Deponien der Klasse III.

Bentofix® B 13000 ist ein Verbundprodukt aus Geotextilien und Bentonit. Es erhält seine dichtende Wirkung im eingebauten Zustand durch Wasseraufnahme und Quellen der zwischen den Geotextilien eingebundenen Bentonitschicht. Das Dichtungselement besteht aus einer einlagig verlegten Tondichtungsbahn vom Typ Bentofix® B 13000. Es wirkt in Verbindung mit den anderen darunter und darüber angeordneten Elementen des Oberflächenabdichtungssystems. Seine Wirksamkeit ist nur gegeben, wenn diese entsprechend den Bestimmungen dieser Eignungsbeurteilung entworfen und bemessen werden.

1.2 Produktbeschreibung

Bei Bentofix® B 13000 handelt es sich um eine vollflächig vernadelte Tondichtungsbahn bestehend aus einem untenliegenden Trägergeotextil (Verbundstoff aus Vliesstoff und Gewebe) und einem obenliegenden Deckgeotextil (Vliesstoff), jeweils aus Polypropylen (PP). Dazwischen ist eine Lage aus trockenem Natriumbentonit in Pulverform angeordnet. Die Vernadelung aller Schichten erfolgt von der Deckgeotextilseite her, so dass die im Trägergeotextil verschlaufenen Fasern des Deckgeotextils den Verbund des Produktes sicherstellen.

Die geforderten Eigenschaften der Vorprodukte und des Endprodukts werden als Kennwert (Mittelwert oder Einzelwert über die Rollenbreite) definiert. Bei den in den Eignungsbeurteilungen genannten Kenn- und Grenzwerten handelt es sich um Herstellerangaben zur Produktidentifikation. Die bei der werkseigenen Produktionskontrolle und der Fremdüberwachung zulässigen Abweichungen sind in Anhang 1 angegeben.

¹ Bentofix ist ein eingetragenes Warenzeichen der Naue GmbH & Co. KG, Espelkamp-Fiestel

1.3 Einzelkomponenten (Vorprodukte)

Zur Produktion von Bentofix® B 13000 werden Geotextilien (1.3.1 und 1.3.2) aus Fasern und Gewebe sowie Bentonit (1.3.3) eingesetzt. Die unter 1.3.1 und 1.3.2 eingesetzten Formmassen der Faserproduktion, die Fasern und Gewebe sind nachfolgend beschrieben.

Formmassen für die Faserproduktion (siehe BAM-Zulassungsnummer 08/BAM 8.3/10/94 [16])

Rohstofftyp: Polypropylen (PP)

Produktbezeichnung: *

Hersteller: *

* Vertraulich bei LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ hinterlegt. [16]

Fasern für die Geotextilproduktion

Eigenschaft	Norm	PP 1A, 6,7 "BAM"	PP 1A, 17 "BAM"
Fasertiter	DIN EN ISO 1973	6,7 dtex ($\pm 15\%$)	16,5 dtex ($\pm 15\%$)
Faserfestigkeit	DIN 53816	≥ 38 cN/tex	≥ 34 cN/tex
Faserdehnung	DIN 53816	$\geq 20\%$	$\geq 50\%$

Angaben zur Rezeptur und zur Stabilisierung sind unter der Zulassungsnummer 08/BAM 8.3/10/94 vertraulich bei der BAM, Fachbereich 4.4 hinterlegt.

Formmasse für die Gewebeproduktion

Rohstofftyp: Polypropylen (PP)

Produktbezeichnung: *

Hersteller: *

Eigenschaft	Norm	Kennwert
Schmelzindex (230/2,16)	ASTM D1238	2,5 - 3,5 g/10 min

* Vertraulich bei LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ hinterlegt. [16]

Gewebe für die Trägergeotextilproduktion

Produktbezeichnung: *

Hersteller: *

Eigenschaft	Norm	Kennwert
Masse pro Flächeneinheit	DIN EN ISO 9864	110 g/m ²
Höchstzugkraft längs/quer	DIN EN ISO 10319	md: 15 kN/m cmd: 15 kN/m
Dehnung bei Höchstzugkraft längs/quer	DIN EN ISO 10319	md: 15 % cmd: 10 %

md: in Produktionsrichtung

cmd: quer zur Produktionsrichtung

* Vertraulich bei LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ hinterlegt. [16]

1.3.1 Trägergeotextil

Als Trägergeotextil wird ein vernadelter Verbundstoff aus Polypropylen (PP), bestehend aus einem Bändchengewebe und einem Vliesstoff aus PP Fasern (siehe 1.3), verwendet.

An die Ausgangsstoffe, Halbzeuge und das daraus hergestellte Trägergeotextil als Vorprodukt werden die im Folgenden genannten Anforderungen gestellt.

Trägergeotextil:

Eigenschaft	Norm	Kennwert
Flächenbezogene Masse	DIN EN ISO 9864	350 g/m ²
Schichtdicke	DIN EN ISO 9863-1	3,0 mm

1.3.2 Deckgeotextil

Als Deckgeotextil wird ein vernadelter Polypropylen (PP)-Vliesstoff, bestehend aus PP Fasern (siehe 1.3), verwendet. An die Ausgangsstoffe, Halbzeuge und das daraus hergestellte Geotextil als Vorprodukt werden die im Folgenden genannten Anforderungen gestellt.

Deckgeotextil:

Eigenschaft	Norm	Kennwert
Flächenbezogene Masse	DIN EN ISO 9864	300 g/m ²
Schichtdicke	DIN EN ISO 9863-1	4,5 mm

1.3.3 Bentonit

Für die Bentoniteinlage wird ein Natriumbentonit in Pulverform mit folgenden Eigenschaften verwendet:

Eigenschaft	Norm	Kennwert
Quellvolumen	ASTM D5890	≥ 20 ml
Montmorillonitgehalt	VDG P 69	≥ 300 mg/g
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1 (5 h, 105° C)	≤ 12 Masse-%

1.4 Tondichtungsbahn (Endprodukt)

Für die Tondichtungsbahn Bentofix® B 13000 als Verbundprodukt aus den Vorprodukten nach 1.3 gelten die folgenden Anforderungen:

Eigenschaft	Norm	Kennwert
Flächenbezogene Masse Bentonit bei $w \leq 12$ Masse-%	DIN EN 14196	12.350 g/m ²
Flächenbezogene Masse Bentonit bei $w = 0$ Masse-%	DIN EN 14196	11.026 g/m ²
Flächenbezogene Masse Gesamtprodukt bei $w \leq 12$ Masse-%	DIN EN 14196	13.000 g/m ²
Zugfestigkeit	DIN EN ISO 10319	md: 12 kN/m cmd: 12 kN/m
Dehnung	DIN EN ISO 10319	md: 50 % cmd: 30 %
Mittlere Schälfestigkeit längs	ASTM D6496	660 N/m
K-Wert	DIN EN 16416 (i=150, ca. 30 kPa Auflast, d=1 cm)	$9,0 \cdot 10^{-12}$ m/s
Permittivität	DIN EN 16416 (i=150, ca. 30 kPa Auflast)	$9,0 \cdot 10^{-10}$ 1/s

md – machine direction (Produktionsrichtung)

cmd – cross machine direction (quer zur Produktionsrichtung)

Die Tondichtungsbahn Bentofix® B 13000 wird in einer Länge von 25 m (standardmäßig) und einer Breite von 5 m hergestellt, kann auf Wunsch auch in anderen Abmessungen produziert werden.

1.5 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

1.5.1 Herstellung

Bentofix® B 13000 wird im Werk Espelkamp hergestellt. Der Produktionsvorgang umfasst die Herstellung des Träger- und des Deckgeotextils durch Vernadelung der Fasern bzw. des Vliesstoffes mit dem angelieferten Bändchengewebe sowie die Herstellung des Endproduktes durch Vernadelung der Geotextilien mit dazwischen aufgebrachtener Bentonitlage.

1.5.2 Verpackung, Transport, Lagerung

In einer von der Naue GmbH & Co. KG erstellten Verlegeanleitung über Verpackung, Transport und Lagerung (siehe Anhang 1) wird folgendes berücksichtigt:

- Die GTD ist auf einem stabilen Wickelkern aufzurollen.
- Die Rollen sowie das für die Herstellung von Überlappungen notwendige Bentonitpulver sind witterungsgeschützt zu verpacken.
- Werksseitig sind die Rollen liegend auf einem planen, befestigten und überdachten Lagerplatz trocken zu lagern.
- Die Einlagerung und die Verladung erfolgen mit speziellen Hebegeväten, so dass eine punkt- oder linienförmige Belastung und somit eine Beschädigung der Rollen ausgeschlossen wird.

- Der Transport hat auf geeigneten Transportfahrzeugen liegend zu erfolgen. Die Transportfläche hat trocken, eben und fremdkörperfrei zu sein.
- Die Baustellenlagerung hat auf Flächen zu erfolgen, die trocken und eben sind und bei Regen oder Grundwasseranstieg auch trocken bleiben. Wenn die Rollen gestapelt werden sollen, so hat dies parallel zueinander zu erfolgen. Die maximale Stapelhöhe beschränkt sich auf fünf Rollen. Bei einer Lagerungsdauer von > 2 Wochen auf der Baustelle, sollten die Rollen zusätzlich durch eine wetterfeste und UV-stabile Plane (Schutzfolie) vor Witterungseinflüssen geschützt werden. Die Verpackung ist grundsätzlich erst kurz vor Verlegung der Rollen zu entfernen.
- Beschädigte Rollenverpackungen sind mit Klebeband und Folien wasserdicht zu verschließen.
- Beschädigte Bahnen (mechanische Schäden, vorgequollenes Bentonit) dürfen nicht verlegt werden.
- Der Transport der Rollen auf der Baustelle hat mit geeigneten Geräten zu erfolgen, so dass eine Beschädigung ausgeschlossen ist.

1.5.3 Kennzeichnung (exemplarisches Muster siehe Anhang 2)

Die Tondichtungsbahn ist gemäß DIN EN ISO 10320 zu kennzeichnen. Dies beinhaltet:

- einen Rollenaufdruck auf dem Deckgeotextil in Produktionsrichtung bestehend aus Produktname und Produkttyp längs der Kante, der sich in regelmäßigen Abständen von höchstens 5 m wiederholt und
- ein Rollenetikett (s. Anhang 2) auf der Schutzverpackung mit den Angaben zu Hersteller, Produktname, Produkttyp, Artikelnummer, Rollennummer, Rollengewicht [kg], Rollenabmessung, Nenngewicht [g/m²], verwendete Polymere und Art des Geokunststoffs (in diesem Fall GBR-C)

Weiterhin ist das CE-Kennzeichen an jeder Rolle anzubringen.

1.6 Konformitätsnachweis

1.6.1 Allgemeines

Die Übereinstimmung des Produktes mit den Anforderungen dieser Eignungsbeurteilung wird für das Naue-Herstellerwerk Espelkamp mit einer Konformitätskontrolle auf der Grundlage einer werksseitigen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung nachgewiesen.

Der Konformitätsnachweis wird

- aufgrund der werkseigenen Produktionskontrolle,
- mittels Fremdüberwachung nach DIN 18200 und

- aufgrund DIN EN 13493 durch die mind. einmal jährliche Auditierung durch den Notified Body erbracht und durch das CE-Zertifikat bestätigt.

1.6.2 Eigenüberwachung / werkseigene Produktkontrolle

Im Herstellwerk Espelkamp ist eine werkseigene Produktionskontrolle (Eigenüberwachung i.S. Anhang 1 Nr. 2.1 DepV [1]) einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle ist die von der Naue GmbH & Co. KG vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion zu verstehen, mit der sicherzustellen ist, dass die von ihr hergestellte GTD Bentofix® B 13000 den Bestimmungen dieser Eignungsbeurteilung entspricht.

Die werkseigene Produktionskontrolle hat nach den in Anhang 1 aufgeführten Bestimmungen zu erfolgen. Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen enthalten mindestens folgende Angaben:

- Bezeichnung der GTD einschließlich der Ausgangsmaterialien und seiner Bestandteile,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,
- Datum der Herstellung und der Prüfung der GTD bzw. der Ausgangsmaterialien und der Vorprodukte,
- Ergebnisse der Kontrollen und Prüfungen und Vergleich mit den Anforderungen nach Anhang 1.

Die Aufzeichnungen sind mindestens zehn Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis trifft die Naue GmbH & Co. KG unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels. GTD, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit freigegebenen Rollen auszuschließen sind. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

1.6.3 Fremdüberwachung

Die werkseigene Produktionskontrolle ist durch eine Fremdüberwachung nach DIN 18200 gemäß Anhang 1 regelmäßig, mindestens zweimal jährlich, zu überprüfen, soweit eine kontinuierliche Herstellung erfolgt. Bei nicht kontinuierlicher Herstellung ist die Häufigkeit der Fremdüberwachung auf die Erfordernisse im Einzelfall abzustimmen.

Die Ergebnisse der Fremdüberwachung (Fremdüberwachungsberichte) sind mindestens zehn Jahre aufzubewahren. Sie sind vom Hersteller oder von der Überwachungsstelle der abfallrechtlich zuständigen Behörden auf Verlangen vorzulegen.

2 Entwurf und Bemessung

2.1 Entwurf des Abdichtungssystems

Damit das Dichtungselement seine Funktionen erfüllen kann, sind die folgenden Bestimmungen beim Entwurf des Abdichtungssystems unter Berücksichtigung der jeweiligen örtlichen Gegebenheiten einzuhalten. Die GTD Bentofix® B 13000 ist eine mineralische Abdichtungskomponente. Gemäß DepV ergibt sich somit folgender Aufbau des Oberflächenabdichtungssystems (von oben nach unten; vgl. Anhang 1 Tabelle 2 der DepV [1]):

- Rekultivierungsschicht/technische Funktionsschicht,
- Entwässerungsschicht,
- Dichtungskontrollsystem (bei Deponien der Klasse III erforderlich),
- Zweite Abdichtungskomponente (im Regelfall: KDB mit BAM-Zulassung),
- Erste Abdichtungskomponente (Bentofix® B 13000),
- ggf. Gasdränschicht,
- ggf. Trag- und Ausgleichsschicht.

2.1.1 Rekultivierungsschicht

Anforderungen an Rekultivierungsschichten ergeben sich aus dem BQS 7-1 [5] und sind für den Bewuchs in Oberflächenabdichtungssystemen in der GDA E2-32 [12] beschrieben. Die gültigen Vorschriften zur Verwendung von Bodenmaterialien sind einzuhalten. Es gelten die Anforderungen der DepV [1] an die Rekultivierungsschicht.

Die GTD ist durch einen geeigneten Aufbau der Rekultivierungsschicht und des Bewuchses vor mechanischer Beschädigung, Temperatureinwirkungen (z.B. Frost), Austrocknung und Durchwurzelung zu schützen. Die Materialien für die Rekultivierungsschicht dürfen die langfristige Funktionsfähigkeit der Entwässerungsschicht und der Abdichtungskomponente/n nicht beeinträchtigen.

Weitere Anforderungen an die Rekultivierungsschicht ergeben sich aus BQS 5-5, Anhang 1 [4].

2.1.2 Entwässerungsschicht

Für die Entwässerungsschicht gelten die Anforderungen gemäß DepV [1]. Die Entwässerungsschicht kann sowohl mineralisch als auch aus geosynthetischen Stoffen ausgebildet werden. Bei Entwurf und Bemessung sind auch Aspekte des gesamten Oberflächenabdichtungssystems, u.a. Auflastwirkung, Durchwurzelung, Inkrustationen und Strukturstabilität zu berücksichtigen.

Bei Verwendung der GTD ohne überlagernde KDB sind zum Schutz der GTD die Maßnahmen des BQS 5-5, Nummer 5 [4] zu berücksichtigen. Bei Verwendung der GTD mit einer überlagernden KDB ist der Schutz der GTD gegen Austrocknung erhöht. Zum Schutz der KDB ist die darüber liegende Schutzlage, deren Korngröße und die Bestimmungen gemäß der BAM-Zulassung zu beachten.

Beim Einsatz von Kunststoffdränelementen ist unabhängig der Deponieklasse eine BAM-Zulassung gemäß [6] erforderlich.

2.1.3 Kombination mit Kunststoffdichtungsbahnen

Auf Deponien Klasse II und III ist auf der GTD eine KDB mit BAM-Zulassung erforderlich. Auf Deponien der Klasse III ist zusätzlich ein Dichtungskontrollsystem mit BAM-Zulassung erforderlich.

Eine unter einer KDB verlegte GTD Bentofix® B 13000 kann dahingehend fehlerausgleichend wirken, dass durch den Pressverbund der Ausfluss aus einer Perforation der KDB maßgeblich behindert wird (vgl. [22], [25], [39], [46]).

2.1.4 Dichtungsschicht

Die Herstellung der Dichtungsschicht erfolgt aus der flächigen Verlegung und Überlappung der GTD Bentofix® B 13000. Stöße und Überlappungen sind entsprechend der Verlegeanleitung der Naue GmbH & Co. KG auszuführen (siehe Anhang 1 Abschnitt 3) und wurden gemäß [27] geprüft.

Die in die Dichtungsschichtebene langfristig eingetragene Hangabtriebskraft darf gemäß [9] 20 kN/m² nicht überschreiten. Die erforderliche Langzeitscherfestigkeit gemäß BQS 5-5 [4] wurde ebenfalls nachgewiesen [9].

2.1.5 Trag- und Ausgleichsschicht

Auf der Oberfläche des abgelagerten Abfalls ist es ggf. erforderlich, eine Trag- und Ausgleichsschicht nach den Anforderungen des BQS 4-1 [2] einzubauen. Die Trag- und Ausgleichsschicht ist so zu dimensionieren, dass Unebenheiten in der Abfalloberfläche ausgeglichen werden und die darüber liegende GTD ordnungsgemäß eingebaut werden kann. Die Anforderungen nach BQS 5-5, Nummer 5 [4] sind einzuhalten.

2.1.6 Konstruktive Gestaltung von Details

Die konstruktive Gestaltung von Rohrdurchdringungen ist gemäß Anhang 1 Abschnitt 3.10 auszuführen. Die an Anschlüssen und Durchdringungen entstehenden Überlappungen und Zulagen sind grundsätzlich nach den Angaben der Verlegeanleitung in Anhang 1 Abschnitt 3 auszuführen. Die handwerklich korrekte Ausführung sind durch die Verarbeitenden im Probefeld unter Beisein der Fremdprüfung nachzuweisen. Andere Ausführungen bedürfen der Zustimmung der abfallrechtlich zuständigen Behörde.

2.1.7 Kombination mit Dichtungskontrollsystemen

Auf Deponien der Klasse III ist nach DepV [1] zusätzlich die Verlegung eines BAM-zugelassenen Dichtungskontrollsystems (DKS) im Oberflächenabdichtungssystem erforderlich.

Ein Spannungsgeber/Sensor muss oberhalb der KDB verlegt werden, der zweite Spannungsgeber/Sensor kann unterhalb oder aber auch auf der GTD Bentofix® B 13000 verlegt werden. Die Wirksamkeit wurde in [47], [48], [49] und [50] dokumentiert.

2.2 Bemessung des Abdichtungssystems

Bei der Bemessung des Abdichtungssystems unter Einsatz von Bentofix® B 13000 sind folgende Nachweise erforderlich.

2.2.1 Nachweis der Standsicherheit

a) äußere Standsicherheit

Der Nachweis der Standsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems ist für alle maßgebenden Bau- und Betriebszustände nach den in der Geotechnik üblichen Verfahren, z. B. nach GDA E2-7 [11], zu erbringen. Dabei dürfen die GTD nicht zur planmäßigen Übertragung von Schubkräften herangezogen werden.

Für den Nachweis der Standsicherheit einer Gleitfläche zwischen der GTD und angrenzenden Schichten sind die erforderlichen Reibungsparameter für die zur Anwendung kommenden Baustoffe durch geeignete Scherversuche festzustellen. Bei den Festlegungen zur Versuchsdurchführung und der Bewertung der Versuchsergebnisse ist GDA E3-8 [14] zu berücksichtigen.

Gemäß den Untersuchungen bei der MFPA Weimar [23] und [44] kann grundsätzlich eine ausreichende Standsicherheit in der Kontaktscherfläche zwischen Bentofix® B 13000 und einer strukturierten KDB bei einer Böschungsneigung von 1:3 sichergestellt werden.

b) innere Standsicherheit

Langzeit-Scherfestigkeit

Zum Nachweis der inneren Scherfestigkeit auf geeigneten Flächen in Kombination mit dem Alterungsverhalten des sandwichartig aufgebauten GTD Bentofix® B 13000 wurden bei der Kiwa GmbH Zeitstandtests im "Scherkriechkasten in Anlehnung an DIN EN ISO 25619-1 durchgeführt [9]. Die Testbedingungen entsprachen den Vorgaben der BQS 5-0 [3] und 5-5 [4].

Bei der Wahl der Prüfbedingungen wurde eine Auflastspannung auf der Böschung von 50 kN/m² und eine Böschungsneigung von 1 : n = 1 : 2,5 (Neigungswinkel 21,8°) simuliert. Dies entspricht einer Hangabtriebskraft bezogen auf die Flächeneinheit von ca. 20 kN/m². Weiterhin wurde angenommen, dass es unter den Realbedingungen nach dem Einbau in wenigen Jahren zu einem Na-Ca-Ionenaustausch im Bentonit kommt. Aus diesem Grund wurden die Proben im Leitungswasserbad geprüft.

Proben der GTD Bentofix® B 13000 zeigen in den Zeitstand-Scherversuchen bei 80 °C außerordentlich lange Laufzeiten, die Mindeststandzeit von 10.000 Stunden wurde überschritten und bislang wurde noch in keinem Versuch ein Versagen beobachtet. Mit Hilfe der scheinbaren Aktivierungsenergie (ca. 70 kJ/mol) eines möglichen Schadensmechanismus, die bei der Prüfung im entionisierten Wasser ermittelt wurde, kann eine Arrhenius-Extrapolation des geometrischen Mittelwertes der erreichten Laufzeiten bei 80 °C Prüftemperatur auf eine andere Anwendungstemperatur durchgeführt werden. Unter Berücksichtigung der Anforderungen in den Allgemeinen Grundsätzen [4] mit einer ständigen Einwirkung von 30 °C (bei reaktiven Deponien) ist daraus eine Langzeitscherfestigkeit für einen Zeitraum von mindestens 100 Jahren nachgewiesen. Bei einer Temperatur von 15 °C ergibt sich eine untere Grenze der Funktionsdauer von 400 Jahren.

Die in Bentofix® B 13000 langfristig eingetragene Schubspannung, in Abhängigkeit von der Böschungsneigung und Bodenauflast, darf gemäß [9] 20 kN/m² nicht überschreiten.

Kurzzeit-Scherfestigkeit

Für den Nachweis der inneren Scherfestigkeit innerhalb der produktionsfrischen GTD Bentofix® B 13000 gilt bis zu einer Normalspannung von 60 kPa als Laborwert für den Ersatzreibungswinkel $\phi'k = 62^\circ$ [21]. Unter Berücksichtigung einer Abminderung um 30 % nach [19] zur Berücksichtigung von Entschlaufungsvorgängen ergibt sich ein Ersatzreibungswinkel $\phi'k = \arctan((\tan 60^\circ) / 1,30) = 55,11^\circ$. Der Rechenwert im Sinne eines charakteristischen Wertes des Ersatzreibungswinkels beträgt $\text{cal } \phi'k = \arctan(\tan 55,11^\circ / 1,1) = 50,46^\circ$ mit $\gamma = 1,1$.

Kurzzeitfestigkeit der Verbundfasern

Die ungünstigste Kurzzeitfestigkeit der Verbundfasern in Abhängigkeit von der Vernadelungsdichte ergibt sich für Bentofix® B 13000 mit Ermittlung der theoretisch übertragbaren Schubspannung [21]:

- Charakteristischer Wert (basierend auf 1.3):
Faserfeinheit Faser 1 (50%): 6,7 dtex
Faserfestigkeit Faser 1 (50%): $\geq 38 \text{ cN/tex}$ ($3,8 \text{ cN/dtex}$)
Faserfeinheit Faser 2 (50%): 16,5 dtex
Faserfestigkeit Faser 2 (50%): $\geq 34 \text{ cN/tex}$ ($3,4 \text{ cN/dtex}$)
Anzahl der Fasern pro m^2 [26]: insgesamt $2,5 \cdot 10^6$

Übertragbare Kraft pro Faser 1:

$$K_F = 6,7 \text{ dtex} \times 3,8 \text{ cN/dtex} = 25,46 \text{ cN}$$

Übertragbare Kraft pro Faser 2:

$$K_F = 16,5 \text{ dtex} \times 3,4 \text{ cN/dtex} = 56,1 \text{ cN}$$

Übertragbare Schubkraft T_{KF}

$$T_{KF} = (25,46 \text{ cN} + 56,1 \text{ cN}) / 2 \times 2,5 \cdot 10^6 / 10^5 = 1019,5 \text{ kN/m}^2$$

(Umrechnung von cN auf kN – Faktor $1/10^5$)

- Bemessungswert:

Der Bemessungswert der maximal übertragbaren Schubspannung beträgt:

$$\begin{aligned} \text{cal } \tau &= (\tau_{KF} \times f_{VB} \times f_{\ddot{U}} / A_i) / \gamma_m \\ &= (1019,5 \text{ kN/m}^2 \times 0,70 \times 0,92 / (1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 5,0 \times 1,0 \times 1,4 \times 1,75)) \\ &= 53,60 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

mit

τ_{KF} - rechnerisch übertragbare Schubspannung

f_{VB} - Verbundfaktor zur Berücksichtigung einer nur partiellen Auslastung der Verbundfasern/-fäden, $f_{VB} = 0,7$ (vernadelte Produkte)

$f_{\ddot{U}}$ - Abminderung für nicht oder nur partiell bei der Schubkraftübertragung mitwirkende Überlappungsbereiche in Abhängigkeit von der Überlappungsbreite und Fläche der verlegten Bahn, hier: $f_{\ddot{U}} = 0,92$ (wegen Überlappungsflächen)

A_1 für GTD nicht maßgebend = 1,0

A_2 für GTD nicht maßgebend = 1,0

A_3 für GTD nicht maßgebend = 1,0

A_4 Kriechverformung, Entschlaufung) = 5

A_5 Umgebungseinflüsse, Chemikalien, Alterung = 1,4

Gemäß [21] beträgt die Anforderung an den Grenzwert der relativen Änderung der Masse pro Flächeneinheit sowie der relativen Änderung der Mittelwerte von Festigkeit, Dehnung und Höchstzugkraft $\leq 25 \%$. Auf der sicheren Seite liegend sowie in Anbetracht ggf. auftretender hoher Temperaturen im Deponiekörper wird der Abminderungsfaktor wie folgt gewählt: $A_5 = 1,4$

γ_m Teilsicherheitsbeiwert (erhöht für Deponiebauwerke) = 1,75

2.2.2 Mechanische Eigenschaften, Verformungssicherheit

Der Nachweis der Verformungssicherheit der GTD ist für die maßgebenden Betriebszustände nach den in der Geotechnik üblichen Verfahren zu erbringen. Im Einzelnen gilt: Die zulässige Dehnung für die GTD, bei der die erforderliche Dichtungsfunktion erhalten bleibt, beträgt nach [17] 10 %. An Anschlüssen und Durchdringungen sind die Dehnungsbeanspruchungen mit Hilfe konstruktiver Maßnahmen in den zulässigen Grenzen zu halten.

Die Erosionsfestigkeit des Bentonits der GTD ist im Turbulenztest nach RPG [10] nachgewiesen [35].

2.2.3 Dichtigkeit

Die Anforderungen an die Dichtigkeit von Abdichtungskomponenten gegenüber infiltrierendem Niederschlagswasser sind in der DepV [1] bzw. im BQS 5-0 [3] beschrieben. Auf Grundlage der für die Abdichtungskomponente maßgebenden Permeationsraten von $q \leq 8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ für Deponien der Klasse I und II und von $q \leq 8 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ für Deponien der Klasse III werden die zulässigen Permittivitäten bei einer Aufstauhöhe von $h = 0,3 \text{ m}$ im Folgenden berechnet:

$$\text{zul. } \psi = \frac{q}{h} = \frac{8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3}{0,3 \text{ m} (\text{m}^2 \cdot \text{s})} = 2,6 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1} \quad (\text{für Deponien der Klasse I und II}),$$

$$\text{zul. } \psi = \frac{q}{h} = \frac{8 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3}{0,3 \text{ m} (\text{m}^2 \cdot \text{s})} = 2,6 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1} \quad (\text{für Deponien der Klasse III}).$$

Der Bemessungswert der unter Berücksichtigung von Materialstreuungen sowie der Einwirkungen während des Einbaues und der anschließenden Exposition für die maßgebende Haltbarkeitsdauer anzunehmenden Permittivität ergibt sich nach BQS 5-5 [4] zu:

$$\text{cal } \psi = A_1 \cdot A_2 \cdot \psi_k$$

ψ_k charakteristische Permittivität der produktionsfrischen GTD,

A_1 Anpassungsfaktor für veränderte Dichtigkeit an Überlappungen / Fügestellen
 $A_1 = 1,05$ gemäß [27],

A₂ Anpassungsfaktor für veränderte Dichtigkeit infolge Kationenaustausch.

Eine Abminderung durch den Anpassungsfaktor A₂ zur Berücksichtigung von Veränderungen der Dichtigkeit des Bentonits durch Kationenaustausch kann nach BQS 5-5, Nummer 2.1.3 b) [4] entfallen, wenn unter Berücksichtigung des Anpassungsfaktors A₁ die Einhaltung der Anforderungen an die Permittivität anhand der Ergebnisse aus BQS 5-5, Anhang 3 [4] unmittelbar eine charakteristische Permittivität abgeleitet wird. Damit ist der entsprechende Nachweis erbracht, wenn die ermittelte Permittivitäten nach BQS 5-5, Anhang 3 [4] folgende Permittivitäten unterschreiten:

$$\text{cal } \psi \leq \frac{\text{zul } \psi}{A_1} = \frac{2,6 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}}{1,05} \approx 2,54 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1} \quad (\text{für Deponie der Klasse I und II}),$$

$$\text{cal } \psi \leq \frac{\text{zul } \psi}{A_1} = \frac{2,6 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}}{1,05} \approx 2,54 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1} \quad (\text{für Deponien der Klasse III}).$$

Nach BQS 5-5, Anhang 3 [4] kann in begründeten Ausnahmefällen (s. BQS 5-5, Anhang 3, Fußnote 2 [4]) alternativ zu einer abschließenden experimentellen Bestimmung des Anpassungsfaktors A₂ der Anpassungsfaktor A₂ mit Hilfe der im BQS 5-5, Anhang 3 [4] aufgeführten Prognosemethode ermittelt werden. Für die GTD Bentofix® B 13000 konnte der Anpassungsfaktor A₂ experimentell nicht ermittelt werden, da die Abbruchkriterien (s. BQS 5-5, Anhang 3, Pkt. 6 [4]) nicht erreicht wurden. Nach mehrjähriger Versuchsdauer und den dabei stagnierenden Permittivitäten konnte eingeschätzt werden, dass die Abbruchkriterien bei weiterer Versuchsdauer nicht erreicht werden können. Damit lagen hinreichende Gründe vor, die Prognosemethode nach BQS 5-5, Anhang 3 [4] anzuwenden. Auf Basis der bekannten Permittivitäten der Anfangs- und Endzustände sowie der chemisch ermittelten Austauschgrade nach dem Probenausbau konnte mittels der Prognosemethode nach BQS 5-5, Anhang 3 [4] die Einhaltung der erforderlichen rechnerischen Permittivitäten (cal. Ψ) nachgewiesen werden [51]. Die prognostizierten Permittivitäten der ausgebauten Proben (NB 5.1 und NB 5.2) bei einem Anteil von 3 % Natrium an der Gesamt-Ionenbelegung des Bentonits betragen demnach:

$$\text{NB 5.1: } \psi_{\text{Na}=3\%} = 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1} < 2,54 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{NB 5.2: } \psi_{\text{Na}=3\%} = 2,1 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1} < 2,54 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}$$

Zusätzlich erfüllt Bentofix® B 13000 die Forderungen gegenüber einer Gasundurchlässigkeit (vgl. [24] und [37]).

2.2.4 Durchwurzelungs- und Austrocknungssicherheit (Schutzmaßnahmen)

Die Wirksamkeit von Bentofix® B 13000 kann durch Austrocknung und Pflanzenwurzeln beeinträchtigt werden. Da Bentofix® B 13000 primär auf Anwendungen in Deponien der Klasse III abzielt und somit über der GTD Bentofix® B 13000 eine wurzel- und austrocknungsschützende KDB liegt, sind weitergehende Maßnahmen nur in Ausnahmefällen, z.B. beim Einsatz als alleiniges Dichtungselement ohne KDB zu ergreifen. Die Schutzmaßnahmen für den Einsatz auf Deponien der Klasse I, II und III sind im BQS 5-5, Anhang 1 [4] beschrieben und zu berücksichtigen.

3 Ausführung, Dichtungseinbau

3.1 Qualitätsmanagementplan

Nach den Bestimmungen der DepV [1] ist für jede Bauausführung nach den Grundsätzen des Qualitätsmanagements nach GDA E5-1 [15] ein Qualitätsmanagementplan (QMP) aufzustellen. Im QMP sind die in Anhang 1 genannten Punkte zu berücksichtigen.

3.2 Probefeld

Vor Beginn der Ausführung ist gemäß der DepV [1] unter Berücksichtigung der GDA E3-5 [13] ein Probefeld zu errichten, in dem Verlegevoraussetzungen, Eignung von Einbaugeräten sowie Verlegeverfahren für die Tondichtungsbahn unter den konkreten Feldbedingungen und repräsentativ für das Oberflächenabdichtungssystem zu überprüfen und nachzuweisen sind. Weitere Einzelheiten hierzu sind in Anhang 1 Abschnitt 4.2 aufgeführt.

3.3 Witterungsvoraussetzungen

Das Planum muss den Anforderungen nach Anhang 1, Abschnitt 3.6 entsprechen und darf kein stehendes Oberflächenwasser aufweisen. Der Einbau von Bentofix® B 13000 hat bei trockenen Witterungsverhältnissen zu erfolgen. Ein Einbau der GTD muss gemäß Anhang 1, Abschnitt 3.5 erfolgen. Eine Überdeckung eingebauter Bahnen ist zulässig, wenn der Wassergehalt des Bentonits $w \leq 50$ Masse-% ist (Bestimmung nach DIN EN ISO 17892-1) und gleichzeitig die Anforderungen und Bedingungen gemäß Anhang 1 eingehalten sind.

3.4 Beschaffenheit des Dichtungsaufagers / Planum

Das Auflager bzw. Planum vor der Verlegung der GTD soll aus einem weitgestuften Sand-Kies-Gemisch (SW nach DIN 18196) oder feiner bestehen (jedoch kein bindiger Boden). Weitere Anforderungen an das Dichtungsauflager bzw. Planum ergeben sich durch die Vorgaben an Trag- und Ausgleichsschichten nach BQS 5-5, Nummer 5 [4].

3.5 Herstellung der Dichtungsschicht

Die Dichtungskomponente ist durch den Einbau von einer Lage Bentofix® B 13000 gemäß dem freigegebenen Verlegeplan herzustellen. Der Einbau erfolgt durch eine erfahrene Fachfirma mit qualifiziertem Personal nach der Einbauanleitung des Herstellers (siehe Anhang 1). Falls erforderlich wird der Verlegeplan nach der Probeverlegung der GTD im Probefeld den objektspezifischen Erfordernissen angepasst. Baustellenspezifische Anpassungen während der Bauausführung sind in Absprache mit allen Projektbeteiligten vorzunehmen.

Abfallrechtlich unterliegt der Einbau der GTD den Kontrollen und Prüfungen gemäß QMP (s. Anhang 1, Abschnitt 2 und 4), die seitens der Eigenprüfung der bauausführenden Firma, der Fremdprüfung und der zuständigen Behörde durchzuführen sind.

4 Nutzung, Unterhaltung, Wartung

Sollen in Ausnahmefällen Fahrstraßen für den Baustellenverkehr über gedichtete Flächen führen, ist ohne weiteren Nachweis zum Schutz der Dichtungsschicht eine temporäre Überschüttung mit einer Mindestmächtigkeit von 1,00 m vorzusehen, für deren untere 30 cm ein Größtkorn von 8 mm bei $\leq 10\%$ Überkorn bis 16 mm einzuhalten ist. Bei Oberflächenabdichtungssystemen mit KDB und/oder DKS sind die entsprechenden Schutzmaßnahmen für KDB bzw. DKS maßgebend. Geringere Überschüttungshöhen und abweichende Körnungen können mit Zustimmung der abfallrechtlich zuständigen Behörde verwendet werden. Hierfür ist im Probefeld bei Bedarf ein Nachweis zu erbringen, dass das Dichtungssystem unter Verkehrsbelastung nicht geschädigt wird.

5 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement der Produktherstellung ist gemäß Anhang 1, Abschnitt 2, die Verlegung gemäß Anhang 1, Abschnitt 3 und das Qualitätsmanagement der Verlegung gemäß Anhang 1, Abschnitt 4 dieser Eignungsbeurteilung durchzuführen.

6 Technische Bezugsdokumente

- [1] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) (2024):
Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 3. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 225) geändert worden ist
- [2] BQS 4-1 (2014):
LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“: Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 4-1 „Trag- und Ausgleichschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ vom 04.12.2014.
- [3] BQS 5-0 (2014):
LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“: Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-0 "Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten - Übergreifende Anforderungen" vom 04.12.2014.
- [4] BQS 5-5 (2025):
LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“: Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-5 Oberflächenabdichtungskomponenten aus geosynthetischen Tondichtungsbahnen vom 29.04.2025.
- [5] BQS 7-1 (2021):
LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“: Bundeseinheitliche Qualitätsstandard 7-1 „Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ vom 23.09.2021.
- [6] BAM (2024):
Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Fachbereich 4.3 „Schadstofftransfer und Umwelttechnologien“: Richtlinie für die Zulassung von Kunststoff-Dränelementen für Deponieoberflächenabdichtungen, April 2024.
- [7] BAM (2024):
Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Fachbereich 4.3 „Schadstofftransfer und Umwelttechnologien“: Richtlinie für die Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen für Deponieabdichtungen, Mai 2024.
- [8] BAM (2024):
Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Fachbereich 4.3 „Schadstofftransfer und Umwelttechnologien“: Richtlinie für die Zulassung von Schutzschichten für Kunststoffdichtungsbahnen in Deponieabdichtungen, Mai 2024.
- [9] Kiwa (2018):
Kiwa GmbH: Prüfbericht-Nr 1.6/22030/0399.0.1-2016, LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ BQS 5-5 Pos. 3.2 Langzeit-Scherfestigkeit von GTD (02.12.2015) an Bentofix B 13000, Greven, 09.04.2018.
- [10] BAW (1994):
Bundesanstalt für Wasserbau: Richtlinien für die Prüfung von Geotextilien im

Verkehrswasserbau (RPG), Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe, 1994.

[11] GDA E2-7 (2015):

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.: Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke": GDA E2-7: Gleitsicherheit der Abdichtungssysteme, August 2015.

[12] GDA E2-32 (2010):

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.: Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke": GDA E2-32: Gestaltung des Bewuchses auf Deponien, Januar 2010.

[13] GDA E3-5 (2019):

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.: Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke": GDA E3-5 Probefelder für Basis- und Oberflächenabdichtungssysteme, Oktober 2019.

[14] GDA E3-8 (2015):

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.: Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke": GDA E 3-8: Reibungsverhalten von Geokunststoffen, August 2015.

[15] GDA E5-1 (2020):

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.: Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke": GDA E5-1: Grundsätze des Qualitätsmanagements, Oktober 2020.

[16] BAM-Zulassung 08/BAM 8.3/10/94 und vertraulich hinterlegte Informationen zu den Rohstoffen der Fasern und zum Gewebe:

Bei der LAGA hinterlegte Angaben zu den von Formmassen und Eigenschaften der verwendeten Fasern über die Zulassung 08/BAM 8.3/10/94 (aktuelle Revision), sowie vertraulich hinterlegte Informationen zum Gewebe

[17] DGGT (2002):

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.: Empfehlungen zur Anwendung geosynthetischer Tondichtungsbahnen EAG-GTD; Ernst & Sohn, Berlin, 2002.

[18] DGGT (2010):

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.: Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen – EBGEO. Ernst & Sohn, Berlin, April 2010.

[19] Hafenbautechnische Gesellschaft HTG (1996):

Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen Häfen und Wasserstraßen" (EAU), 1996.

Eignungsbeurteilung von Bentofix® B 13000 (LAGA) zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.12.2025	Seite 20
---	----------

[20] Witt und Zeh (2003):

Witt, K.-J.; Zeh, M.: Geosynthetische Tondichtungsbahn Bentofix B 4000, Beurteilung der Zulassungsäquivalenz nach den Grundsätzen des DIBt. Weimar, 2003.

[21] MKP (2018a):

MKP Müller-Kirchenbauer Ingenieurgesellschaft mbH: Beurteilung des Produktes Bentofix B 13000 hinsichtlich der inneren Scherfestigkeit zur Übertragung von Schubkräften, Projektnummer 04 18 107. Neustadt, 26.06.2018.

[22] GEOScope (2018a):

GEOScope Verwaltungs GmbH: Untersuchungen zum Pressverbund zwischen einer glatten Kunststoffdichtungsbahn und der Tondichtungsbahn Bentofix B 13000, Projekt-nummer: 180904. Weimar, 04.05.2018 / 14.12.2018 (rev. 16.05.2019 jr).

[23] MFPA (2018a):

Materialforschungs- und -prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar: Großrahmenscherversuche zur Bestimmung der Scherparameter in der Fuge Bentofix® B13000 // Carbofol PEHD 507 2,5 MF/MF BAM, Prüfbericht Nr. B 51.18.013.01. Weimar, 05.02.2018.

[24] ICP (2018a):

ICP Prüfungsgesellschaft mbH: Fachtechnische Stellungnahme zur Beständigkeit von Bentofix B 13000 gegenüber von Gasen betreffend die Dichtungskomponente Bentonit und das Containment der Dichtungskomponente, die Gewebe und Vliesstoffe aus Polypropylen. Karlsruhe, 14.12.2018.

[25] Witt (2019a):

Witt, K.-J.: Eignungsbeurteilung GBR-C BENTOFIX® B 13000 – Antragsunterlagen für die LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ UAG GTD – Fehlerausgleich bei Kombination mit einer KDB – Beurteilung der Auswirkung des Deckgeotextils auf den Pressverbund. Weimar, 23.09.2019.

[26] MKP (2018b):

MKP Müller-Kirchenbauer Ingenieurgesellschaft mbH: Bestimmung der Faseranzahl pro Flächeneinheit für das Produkt B 13000, Projektnummer 04 18 107. Neustadt, 04.04.2018.

[27] ICP (2020):

ICP Prüfungsgesellschaft mbH: Bestimmung der Permittivität von Überlappstößen an einer geosynthetischen Tondichtungsbahn des Typs NAUE Bentofix® B 13000. Karlsruhe, 20.02.2020.

[28] Witt (2019b):

Eignungsbeurteilung GBR-C BENTOFIX® B 13000 – Einfluss des Kationenaustauschs auf die Permittivität. Hildesheim, 03.12.2019.

Eignungsbeurteilung von Bentofix® B 13000 (LAGA) zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.12.2025	Seite 21
---	----------

[29] Naue (2019a):

NAUE GmbH & Co. KG: Bestimmung der Permittivität von Bentofix® B 13000 bei einer Überstauhöhe von 30 cm und 150 cm. Berichtsnummer: TR 2019-02-06 001 kn. Espelkamp 07.02.2019.

[30] GEOScope (2018b):

GEOScope Verwaltungs GmbH: Labortechnische Untersuchung der Schichtdicke während des Quellens der Bentofix B 13000 unter verschiedenen Auflasten. Projektnummer: 180903. Weimar, 23.03.2018.

[31] Naue (2019b):

NAUE GmbH & Co. KG: Bestimmung der Permittivität von Bentofix® B 13000 bei einer Überstauhöhe von 30 cm und 150 cm. Berichtsnummer: TR 2019-02-06 002 kn. Espelkamp 02.05.2019.

[32] Witt (2019c):

Witt, K.-J.: Eignungsbeurteilung GBR-C BENTOFIX® B 13000 – Antragsunterlagen für die LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ UAG GTD – Einfluss des Kationenaustauschs auf die Permittivität. Weimar, 02.09.2019.

[33] Witt (2019d):

Witt, K.-J.: Ergänzung der Antragsunterlagen für die LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ UAG GTD. Weimar, 25. Februar 2019.

[34] Naue (2018a):

NAUE GmbH & Co. KG: Permittivität Bentofix in Abhängigkeit zur Bentonitmasse, PB2018-12-06 001. Espelkamp, 06.12.2018.

[35] BAW (2019):

Bundesanstalt für Wasserbau: Prüfbericht zur Prüfung der Erosionsbeständigkeit einer GBR-C (Bentonitmatte).PE 716rev. Karlsruhe, 26.10.2018.

[36] ICP (2018b):

ICP Prüfungsgesellschaft mbH: Fachtechnische Stellungnahme Plausibilitätsbetrachtung zum Einfluss des Porenwassers bei verschiedenen Härten und oxidierenden und reduzierenden Bedingungen und pH-Werten zwischen 4 und 11 auf die Eigenschaften des Bentonits als dichtendes Element. Karlsruhe, 21.11.2018.

[37] ICP (1992):

Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH: Gasdurchlässigkeit von Bentofix-Dichtungsmatten gegenüber Methangas und Benzindämpfen. Karlsruhe, 24.08.1992.

[38] ICP (2018c):

ICP Prüfungsgesellschaft mbH: Fachtechnische Stellungnahme zur Beständigkeit von Bentofix B 13000 gegenüber von Gasen betreffend die Dichtungskomponente Bentonit und das Containment der Dichtungskomponente, die Gewebe und Vliesstoffe aus

Eignungsbeurteilung von Bentofix® B 13000 (LAGA) zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.12.2025	Seite 22
---	----------

Polypropylen. Karlsruhe, 14.12.2018.

[39] GEOScope (2018c):

GEOScope Verwaltungs GmbH: Untersuchungen zum Pressverbund zwischen einer glatten Kunststoffdichtungsbahn und der Tondichtungsbahn Bentofix B 13000 Weiterführende Erläuterungen zum Laborversuch. Weimar, 16. August 2018.

[40] ICP (2018d):

ICP Prüfungsgesellschaft mbH: Fachtechnische Stellungnahme zum Fortschritt des Ionenumtauschs bei den laufenden CaCl₂-Durchströmungsversuchen mit Bentofix® B 13000 und zur Frage des Einflusses der CaCl₂-Konzentration auf die Permittivität nach Ionenaustausch. Karlsruhe, 14.12.2018.

[41] ICP (2018e):

ICP Prüfungsgesellschaft mbH: Geosynthetische Tondichtungsbahn „Bentofix® B“ Durchflussrate gemäß DIN EN 16416. Prüfbericht 1557-01. Karlsruhe, 28.03.2018

[42] Naue (2018b):

NAUE GmbH & Co. KG: Faserarmierte geosynthetische Tondichtungsbahn (GBR-C). Vorläufiges Datenblatt Bentofix B 13000. Espelkamp, 05.04.2018.

[43] Naue (2018c):

NAUE GmbH & Co. KG: Anlage 3 für den Antrag für eine Eignungsbeurteilung von Bentofix B 13000 zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien DK III – Gegenüberstellung B 13000 und B 4000. Espelkamp, 09.04.2018.

[44] MFPA (2018b):

Bentofix B 13000. Großrahmenscherversuche zur Bestimmung der inneren Scherfestigkeit der Tondichtungsbahn. B51.18.013.02. Weimar, 08.03.2018

[45] MKP (2018c):

MKP Müller-Kirchenbauer Ingenieurgesellschaft mbH: Bericht zur Bestimmung der Schälverbundfestigkeit für das Produkt B 13000. Projektnummer: 04 18 107. Neustadt, 04.04.2018.

[46] GEOScope (2018d):

GEOScope Verwaltungs GmbH: Untersuchungen zum Pressverbund zwischen einer glatten Kunststoffdichtungsbahn und der Tondichtungsbahn Bentofix B 13000. Projektnummer 180904. Weimar, 04.05.2018.

[47] Gerbothe, D.; Müller, M.; Sängler, F. (2017):

Geosynthetische Tondichtungsbahn als wirksame Dichtung bei einem anspruchsvollen Staubbauwerk. 10. Naue Geokunststoffkolloquium, 2017.

[48] Naue (o.J.):

NAUE GmbH & Co. KG: Alles dicht? Kontrollmöglichkeit bei Hochwasserstaudamm – Kontrollierbare Dichtung mit NAUE Bentofix NSP 10300 a am Hochwasserrückhaltebecken Glashütte I. Naue News #43, o.J.

[49] MKP (2017a):

MKP Müller-Kirchenbauer Ingenieurgesellschaft mbH: Dokumentation der fachtechnischen Begleitung eines Testfelds zur Leckageüberwachung auf der Deponie Bürrig in Leverkusen. Projektnummer: 12 16 118. Neustadt, 20.05.2017.

[50] MKP (2017b):

MKP Müller-Kirchenbauer Ingenieurgesellschaft mbH: Dokumentation der fachtechnischen Begleitung eines Testfelds zur Leckageüberwachung auf der Deponie Halle-Künsebeck, Projektnummer: 12 16 118. Neustadt, 13.07.2017.

[51] Witt (2024):

Witt, K.-J.: Bestimmung der Permittivität der Bentonitmatte GBR-C BENTOFIX B13000 nach Kationenaustausch – Zusammenfassende Bewertung der Versuchsergebnisse und der Ionenbelegung des Bentonits nach Versuchsende – Proben NB 5.1 und NB 5.2 (Stellungnahme 10), Weimar, 27.08.2024.

Normen

ASTM D1238-23a: 2023

Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer

ASTM D5890-25: 2025

Standard Test Method for Swell Index of Clay Mineral Component of Geosynthetic Clay Liner

ASTM D6496/D6496Ma:2023

Standard Test Method for Determining Average Bonding Peel Strength Between Top and Bottom Layers of Needle-Punched Geosynthetic Clay Liners

BI-AW QPR 108

Bereichsinterne Arbeitsanweisung Qualitätsprüfung - Schmelzindex (firmenintern)

BI-AW QPR 111

Bereichsinterne Arbeitsanweisung Qualitätsprüfung - Dichte (firmenintern)

DIN 18130-1

Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes

DIN 18132:2012-04

Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte – Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens

DIN 18196:2023-02

Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

DIN 18200:2021-04

Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte - Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung

DIN EN 13493:2018-07

Geosynthetische Dichtungsbahnen - Eigenschaften, die für die Anwendung beim Bau von Deponien und Zwischenlagern für feste Abfallstoffe erforderlich sind

DIN EN 14196:2016-08

Geokunststoffe - Prüfverfahren zur Bestimmung der flächenbezogenen Masse von geosynthetischen Tondichtungsbahnen

DIN EN 16416:2023-04

Geosynthetische Tondichtungsbahnen – Bestimmung der Durchflussrate – Triaxialzellen-Methode mit konstanter Druckhöhe

DIN EN ISO 1133-1:2022-10

Kunststoffe - Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten - Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren

DIN EN ISO 1973:2021-12

Textile Fasern - Bestimmung der Feinheit - Gravimetrisches Verfahren und Schwingungsverfahren

DIN EN ISO 5079:2021-02

Textilfasern - Bestimmung der Höchstzugkraft und Höchstzugkraftdehnung an einzelnen Fasern

DIN EN ISO 9001:2015-11

Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen

DIN EN ISO 9863-1:2020-04

Geokunststoffe - Bestimmung der Dicke unter festgelegten Drücken – Teil 1: Einzellagen

DIN EN ISO 9864:2005-05

Geokunststoffe – Prüfverfahren zur Bestimmung der flächenbezogenen Masse von Geotextilien und geotextilverwandten Produkten

DIN EN ISO 10318-1:2018-10

Geokunststoffe – Teil 1: Begriffe

DIN EN ISO 10319:2025-02

Geokunststoffe - Zugversuch am breiten Streifen

DIN EN ISO 10320:2019-07

Geokunststoffe – Identifikation auf der Baustelle

DIN EN ISO 17892-1:2022-08

Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts

DIN EN ISO 25619-1:2021-08

Geokunststoffe - Bestimmung des Druckverhaltens - Teil 1: Eigenschaften des Druckkriechens

ISO 1133-1:2022-06

Kunststoffe - Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten – Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren

VDG P 69

Bindemittelprüfung - Prüfung von Bindetonen

Anhang 1: Qualitätsmanagement

1 Produktbeschreibung und Querschnitt

Bentofix® B 13000 ist eine vollflächig über alle Komponenten kraftschlüssig vernadelte, Schubkraftübertragende GTD aus einem unten liegenden Trägergeotextil, einem oben liegenden Deckgeotextil aus Polypropylen (PP) sowie einer dazwischen angeordneten Schicht aus Natriumbentonit in Pulverform. Die Oberseite ist mit einem Rollenaufdruck "Bentofix" versehen, die Unterseite mit der Typenbezeichnung "B 13000". Der 30 cm breite Überlappungsbereich ist auf der Unterseite zusätzlich durch eine farbige Markierung gekennzeichnet. Auf beiden Seiten in Längsrichtung befindet sich unterseitig ein ca. 20 cm breiter Gewebeüberstand, während die Oberseite auf beiden Seiten mit einem ca. 50 cm breiten bentoniteingestreuten Randstreifen versehen ist.

Bentofix® B 13000 wird mit folgendem Aufbau produziert (s. Abbildung 1).

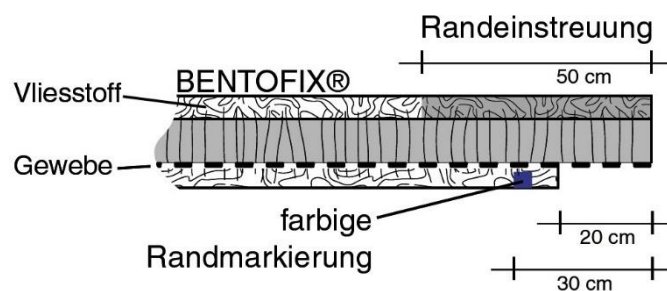


Abbildung 1: Schematischer Querschnitt von Bentofix® B 13000

2 Eigenüberwachung (EÜ) und Fremdüberwachung (FÜ)

2.1 Eigenüberwachung (EÜ)

Die Eigenüberwachung (entsprechend der werkseigenen Produktionskontrolle) ist durch Naue während der Produktion der Vorprodukte und der Produktion von Bentofix® B 13000 durchzuführen und entsprechend den Bestimmungen dieser Eignungsbeurteilung zu dokumentieren. Es sind die in den Tabellen des Abschnittes 2.3 mit "EÜ" gekennzeichneten Kontrollen und Prüfungen vorzunehmen.

2.2 Fremdüberwachung (FÜ)

Die Fremdüberwachung erfolgt durch eine anerkannte Überwachungsstelle in regelmäßigen Abständen mindestens zweimal jährlich. Bei nicht kontinuierlicher Herstellung erfolgt die Überwachung mindestens einmal pro Halbjahr, sofern Bentofix® B 13000 in diesem Halbjahr mindestens einmal produziert wird. Sie besteht aus der Überprüfung der EÜ (siehe 2.3) sowie eigenen Stichprobenprüfungen an Bentofix® B 13000 (siehe 2.3.6) durch den Fremdüberwacher.

Eignungsbeurteilung von Bentofix® B 13000 (LAGA) zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.12.2025	Anhang 1 Seite 2
---	---------------------

Es sind die in den Tabellen des Abschnittes 2.3 mit "FÜ" gekennzeichneten Kontrollen/Prüfungen vorzunehmen. Die Ergebnisse der Überwachung sind vom Fremdüberwacher in einem Prüfbericht zusammenzufassen.

2.3 Art und Häufigkeit der Prüfungen bei der Produktherstellung und bei der Fremdüberwachung

In den folgenden Tabellen sind die Eigenschaften, Normen und Kennwerte mit Grenzwerten (GW) und Anzahl der Prüfungen über die Rollenbreite (n) definiert. Wenn $n > 1$, gilt für Kennwerte und Grenzwerte der Mittelwert aus n Prüfungen, wenn $n = 1$ gilt der Einzelwert.

- Eigenüberwachung (entsprechend WPK – EÜ
werkseigene Produktionskontrolle)
- Fremdüberwachung FÜ

2.3.1 Fasern für die Geotextilproduktion (siehe auch 1.3)

Eigenschaft	Norm	PP 1A, 6,7 *BAM*	PP 1A, 17 *BAM*	EÜ	FÜ
Fasertiter	DIN EN ISO 1973	6,7 dtex ($\pm 15\%$)	16,5 dtex ($\pm 15\%$)	jede Lieferung	X
Faserfestigkeit	DIN EN ISO 5079	≥ 38 cN/tex	≥ 34 cN/tex	jede Lieferung	X
Faserdehnung	DIN EN ISO 5079	$\geq 20\%$	$\geq 50\%$	jede Lieferung	X

2.3.2 Gewebe für die Trägergeotextilproduktion (siehe auch 1.3)

Eigenschaft	Norm	Kennwert	GW	n	EÜ	FÜ
Flächenbezogene Masse	DIN EN ISO 9864	110 g/m ²	≥ 100 g/m ²	10	jede Lieferung	X
Höchstzugkraft längs/quer	DIN EN ISO 10319	md: 15 kN/m cmd: 15 kN/m	≥ 13 kN/m ≥ 13 kN/m	5 5	jede Lieferung jede Lieferung	X X
Dehnung bei Höchstzugkraft längs/quer	DIN EN ISO 10319	md: 15 % cmd: 10 %	$\geq 12\%$ $\geq 8\%$	5 5	jede Lieferung jede Lieferung	X X

2.3.3 Trägergeotextil (siehe auch 1.3.1)

Eigenschaft	Norm	Kennwert	GW	n	EÜ	FÜ
Flächenbezogene Masse	DIN EN ISO 9864	350 g/m ²	≥ 315 g/m ²	10	alle 5.000 m ²	X
Schichtdicke	DIN EN ISO 9863-1	3,0 mm	$\geq 2,7$ mm	10	alle 5.000 m ²	X

Eignungsbeurteilung von Bentofix® B 13000 (LAGA) zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.12.2025	Anhang 1 Seite 3
---	---------------------

2.3.4 Deckgeotextil (siehe auch 1.3.2)

Eigenschaft	Norm	Kennwert	GW	n	EÜ	FÜ
Flächenbezogene Masse	DIN EN ISO 9864	300 g/m ²	≥ 270 g/m ²	10	alle 5.000 m ²	X
Schichtdicke	DIN EN ISO 9863-1	4,5 mm	≥ 4,0 mm	10	alle 5.000 m ²	X

2.3.5 Bentonit (siehe auch 1.3.3)

Eigenschaft	Norm	Kennwert/GW	n	EÜ	FÜ
Quellvolumen	ASTM D5890	≥ 20 ml	1	alle 25 Mg	X
Montmorillonitgehalt	VDG P 69	≥ 300 mg/g	1	alle 100 Mg, aber mind. 1 x je Produktionscharge des Lieferanten	X X
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1 (5 h, 105° C)	≤ 12 %	1	alle 25 Mg	X X

2.3.6 Tondichtungsbahn (siehe auch 1.4)

Eigenschaft	Norm	Kennwert	GW	n	EÜ	FÜ
Bentoniteinlage bezogen auf Wassergehalt 0 Mas.-%	DIN EN 14196, $\rho_{TON, 0\%}$	11.026 g/m ²	≥ 9923 g/m ²	10	alle 5.000 m ²	X
Masse pro Flächeneinheit (bezogen auf Wassergehalt ≤ 12 Mas.-%)	DIN EN 14196, ρ_{GBR-C}	13.000 g/m ²	≥ 11.700 g/m ²	10	alle 5.000 m ²	X
Höchstzugkraft längs/quer	DIN EN ISO 10319	md: 12 kN/m cmd: 12 kN/m	≥ 10,8 kN/m ≥ 10,8 kN/m	5 5	alle 15.000 m ² alle 15.000 m ²	X X
Dehnung bei Höchstzugkraft längs/quer	DIN EN ISO 10319	md: 50 % cmd: 30 %	≥ 45 % ≥ 27 %	5 5	alle 15.000 m ² alle 15.000 m ²	X X
Mittlere Schälfestigkeit längs	ASTM D6496/D6496Ma	660 N/m	≥ 600 N/m	5	alle 10.000 m ²	X
K-Wert	DIN EN 16416 (i=150, ca. 30 kPa Auflast, d=1 cm)	9,0 · 10 ⁻¹² m/s	≤ 2,0 · 10 ⁻¹¹ m/s	1	alle 15.000 m ²	X
Permittivität	DIN EN 16416 (i=150, ca. 30 kPa Auflast)	9,0 · 10 ⁻¹⁰ 1/s	≤ 2,0 · 10 ⁻⁹ 1/s	1	alle 15.000 m ²	X

Eignungsbeurteilung von Bentofix® B 13000 (LAGA) zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.12.2025	Anhang 1 Seite 4
---	---------------------

3 Verlegeanleitung

3.1 Allgemeines

Die vorliegende Einbauanleitung gilt für den Einsatz von Bentofix® B 13000 als Abdichtungskomponente in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien der Klassen I, II und III.

Bentofix® ist ein über alle Schichten vollflächig, kraftschlüssig vernadelter, schubkraftübertragender Verbundstoff nach dem Sandwichprinzip aus zwei Geotextilien und eingeschlossenem Bentonit als quellfähige Abdichtungskomponente. Bentofix® B 13000 dient als Abdichtungskomponente und ist daher nur begrenzt geeignet, Zugkräfte aufzunehmen.

Bentofix® B 13000 wird als Qualitätsprodukt nach DIN EN ISO 9001 zertifizierten Abläufen von der Firma Naue gefertigt. Nur sorgfältige, anwendungsgerechte Handhabung und Verlegung des Dichtungselementes Bentofix® B 13000 stellt den Erfolg der Baumaßnahme sicher.

Diese Verlegeanleitung gilt für Bentofix® B 13000 für den Einsatz in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien. Diese Verlegeanleitung und der freigegebene Verlegeplan müssen auf der Baustelle der verantwortlichen Bauleitung vorliegen.

Die zusätzliche werkseitig durchgeführte Kanteneinstreuung mit Bentonit führt zu einer vereinfachten Überlappungsbildung. Die Ausnahmen sind in Abschnitt 3.8.4 beschrieben. Hierfür kommen für einen Teil der Überlappungen Bentonitpulver und Vliesstoffstreifen zum Einsatz.

3.2 Verpackung und Transport zur Baustelle

Bentofix® B 13000 wird in Folie witterungsgeschützt als Rollenware geliefert. Jede Rolle ist mit einem Etikett versehen, auf dem produktspezifische Informationen enthalten sind. Im Regelfall ist für Überlappungen durch die längsseitige Bentonitkanteneinstreuung keine zusätzliche Abspachtelung dieser Überlappung notwendig. Für Sonderfälle sind Bentonitpulver sowie ca. 20 cm breite Vliesstoffstreifen für die Bedeckung der entstehenden Kantenbehandlung erforderlich. Die benötigten Mengen sind vor Lieferung mit der Firma Naue abzustimmen.

Werkseitig werden die Rollen liegend auf einem planen, befestigten und überdachten Lagerplatz trocken gelagert. Mit einem handelsüblichen Gabelstapler mit spezieller Hebevorrichtung (z. B. Teppichdorn) werden die Rollen werkseitig ein- und ausgelagert.

Von der Produktionsstätte zur Baustelle werden die Rollen liegend in der Regel mit Planen-LKWs (z.B. Sattelzug) transportiert. Die Ladefläche muss trocken, eben und fremdkörperfrei sein.

Eignungsbeurteilung von Bentofix® B 13000 (LAGA) zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.12.2025	Anhang 1 Seite 5
---	---------------------

Die Ladefläche sollte von oben zugänglich sein. Der Bentonit als Sackware sowie die Vliesstoffstreifen werden witterungsgeschützt transportiert.

Bei der Anlieferung sind die Rollen auf eventuelle Transportschäden zu prüfen. Transportbeschädigungen oder nicht gekennzeichnete Ware sind von den Zuständigen auf der Baustelle unmittelbar dem Spediteur und dem Lieferanten, Firma Naue, zu melden. Eine weitere Verwendung ist in Absprache mit der Firma Naue zu prüfen. Die Fremdprüfung ist über Schäden an der Verpackung oder der GTD durch den Transport zu informieren und prüft prüft, ob die GTD zum Einbau verwendet werden kann.

3.3 Entladung, Lagerung und Transport auf der Baustelle

Vor Ort sind für die Entladung der LKWs und Lagerung der GTD befestigte Plätze und Fahrstraßen mit ebenem und trockenem Untergrund vorzusehen. Für die Entladung der LKWs kommen folgende Möglichkeiten in Betracht:

- Mit zwei breiten (≥ 7 cm) Transportgurten (jeweils ca. 1/3 der Rollenbreite vom Rand), die am Lasthaken oder an der Baggerschaufel befestigt werden, mit der, je nach Tragkraft der Gurte, eine oder mehrere Rollen Bentofix® B 13000 ohne Beschädigungen befördert werden kann bzw. können.
- Mit einer Traverse (s. Abschnitt 3.7), die am Lasthaken oder an der Baggerschaufel befestigt wird, bei der seitliche Einschübe in die Rolle hineingeschoben werden oder ein Stahlrohr durch die Rolle geschoben wird. Dabei ist zu beachten, dass die an den Einschüben bzw. an dem Stahlrohr befestigten Ketten oder Gurte die Rolle nicht beschädigen.

Beim Entladen darf es zu keiner Beschädigung der Rollen kommen, welche bei einer punkt- oder linienförmigen Belastung entstehen kann (z.B. Scheuern von Hebegurten gegen das Rollenende etc.). Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass der Verpackungsschlauch der Rolle unbeschädigt ist. Geringfügige Beschädigungen des Verpackungsschlauches müssen mit einem Klebeband und ggf. Folie wasserdicht repariert werden. Davor ist jedoch sicherzustellen, dass die GTD mechanisch nicht beschädigt oder vorgequollen ist. Beschädigte oder vorgequollene GTD (Wassergehalt des Bentonits > 50 Masse-%) dürfen nicht eingebaut werden.

Der Lagerplatz ist entsprechend den geplanten Teillieferungen mit ausreichenden Abmessungen bereitzustellen. Der Untergrund hat trocken und eben zu sein und bei Regen oder Grundwasseranstieg trocken zu bleiben. Bei einer Lagerungsdauer von > 2 Wochen auf der Baustelle, sollten die Rollen zusätzlich durch eine wetterfeste und UV-stabile Plane (Schutzfolie) vor Witterungseinflüssen geschützt werden. Die maximale Stapelhöhe beschränkt sich auf fünf Rollen.

Der Transport von Rollen auf der Baustelle sollte mit einer Traverse (s. Abschnitt 3.7) oder liegend auf einem geeigneten Baustellenfahrzeug erfolgen. Die Verpackung ist grundsätzlich erst kurz vor Verlegung der Rollen zu entfernen.

Eignungsbeurteilung von Bentofix® B 13000 (LAGA) zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.12.2025	Anhang 1 Seite 6
---	---------------------

3.4 Qualifikation des Einbaupersonals

Das beauftragte Einbaupersonal muss ausreichende Qualifikation und Erfahrung mit der Verlegung von GTD aufweisen. Vor Beginn der Arbeiten ist das Einbaupersonal durch die Bauleitung über den Inhalt dieser Einbauanleitung einzuweisen. Sollte das Einbaupersonal nicht über eine ausreichende Erfahrung verfügen, so hat eine praktische Einweisung durch den Hersteller der GTD (Fa. Naue) zu erfolgen. Die Einweisung ist zu dokumentieren und sollte in Anwesenheit der Fremdprüfung erfolgen.

Die Eignung der vorgesehenen Einbaugeräte und Einbautechniken ist neben anderen Einbaubedingungen (s. nachfolgende Abschnitte) in einem vor Beginn der Arbeiten zu errichtenden Probefeld nachzuweisen.

3.5 Witterungsvoraussetzungen für den Einbau

Der Einbau von Bentofix® B 13000 hat bei trockenem Wetter zu erfolgen. Die Witterungsverhältnisse müssen ein Bedecken mit mineralischen Materialien als Auflast zulassen. Das Planum muss den Anforderungen nach Abschnitt 3.6 entsprechen. Ein Einbau der Rollen muss gemäß Abschnitt 3.7 bis 3.10 möglich sein. Die Überdeckung eingebauter Bahnen darf bis zu einem Wassergehalt des Bentonits $w \leq 50 \%$ (Bestimmung nach DIN EN ISO 17892-1) erfolgen, solange bereits abgedichtete Überlappungen trocken geblieben sind und beim Einbau der darüber liegenden Komponente die GTD durch Walkbewegung oder Verschiebung nicht geschädigt wird. Des Weiteren sind die Vorgaben in den nachfolgenden Abschnitten zu berücksichtigen.

Nicht überschüttete Bahnen, insbesondere fertig abgedichtete Überlappungen, sind vor Regen mit wasserdichten Planen zu schützen. Das gleiche gilt für Bahnenränder, die über Nacht ohne Überschüttung liegen bleiben. Vorgequollene Tondichtungsbahnen mit $w \leq 50 \%$ (s. o.) dürfen nicht überbaut werden. Sie sind auszutauschen oder mit trockenen GTDs zu überdecken. Wenn es dabei um größere geneigte Flächen handelt, muss die Standsicherheit gewährleistet sein.

3.6 Planumsvoraussetzungen

Das Planum soll aus einem weitgestuften Kies-Sand-Gemisch (SW nach DIN 18196) oder feinerem Boden bestehen (jedoch kein bindiger Boden) und muss frei von Oberflächenwasser sein. Die Verwendung von anderen Körnungen bedarf im Einzelfall der Zustimmung der abfallrechtlich zuständigen Behörde. Weitere Anforderungen an das Planum sind den Anforderungen an Trag- und Ausgleichsschichten nach BQS 5-5, Nummer 5 [4] zu entnehmen und zu berücksichtigen.

3.7 Verlegen von Bentofix

Die werkseitige Verpackung von Bentofix® B 13000 darf erst kurz vor dem Einbau entfernt werden. Die Unterseite von Bentofix® B 13000 ist in Längsrichtung auf jeder Seite mit einem farbigen Strich markiert und besteht aus einer Gewebe-/Vliesstoff-Kombination. Die Markierungen

kennzeichnen die notwendigen 30 cm breiten Längsüberlappungsbereiche. Alle Überlappungen sind mindestens 30 cm breit auszuführen.

Die Vliesstoff-/Gewebe Seite muss immer auf dem Planum zum Liegen kommen.

Die Bentofix® B 13000-Rollen werden am Einbauort mit einer Traverse (Abbildung 2) und einem geeigneten Einbaugerät auf dem Planum liegend ausgerollt.

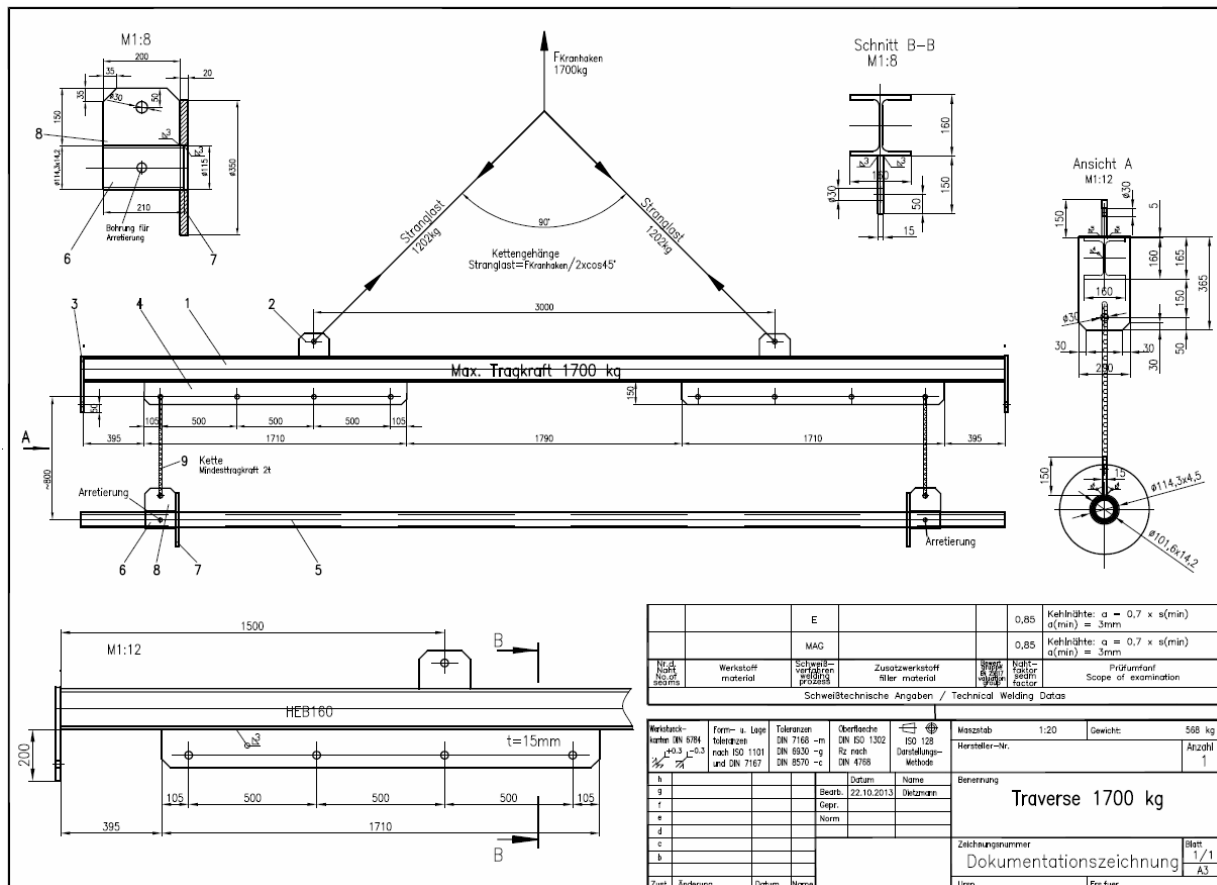


Abbildung 2: Traverse geeignet für Rollengewichte bis 1.700 kg

Mit einem Teppichmesser mit Hakenklinge oder Elektroschneider können die Bahnen auf Einbaulänge zugeschnitten werden. Die folgenden (meistens parallel) zu verlegenden Bahnen werden auf dem Planum so ausgerollt, dass diese faltenfrei in Längs- und Querrichtung mindestens 30 cm breit die vorher verlegte Bahn überlappen. Mit dem farbigen Strich in Längsrichtung kann die Einhaltung der Überlappung von mindestens 30 cm während des Einbaus überprüft werden. Die Verlegefolge ist baustellenabhängig und normalerweise in allen Richtungen möglich. Die Überlappungen sind immer dachziegelartig in Gefällerrichtung auszuführen. Bereits verlegte Bahnen dürfen nicht befahren werden und sollten möglichst wenig betreten werden.

Überlappungen müssen faltenfrei und frei von Fremdkörpern (z. B. Boden) sein. Liegen Fremdkörper auf dem offen liegenden Überlappungsbereich, so müssen diese vorsichtig entfernt werden.

3.8 Herstellen von Überlappungen

3.8.1 Allgemeines

Die Sorgfalt der Ausbildung und Ausführung aller Überlappungsbereiche bestimmt entscheidend die Qualität der gesamten Abdichtungskomponente. Der Überlappungsbereich darf grundsätzlich nicht betreten werden.

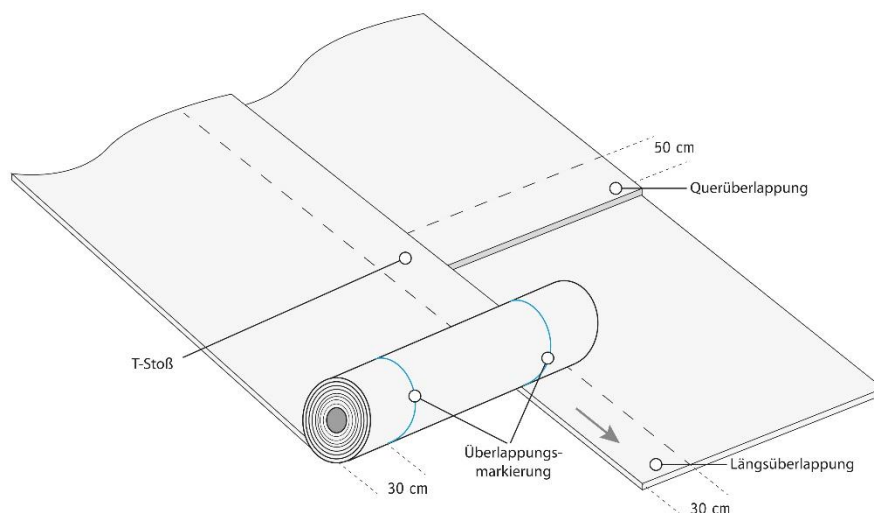


Abbildung 3: Bentofix® B 13000 Verlegung (T-Stoß)

Alle Überlappungen müssen in Gefällerrichtung dachziegelartig ausgeführt werden. T-Stöße sind auf ein Minimum zu reduzieren (s. Abbildung 3). Kreuzstöße dürfen nicht ausgeführt werden. Überlappungen in Tiefpunkten sind zu vermeiden.

3.8.2 Längsüberlappungen

Durch die werksseitige Kanteneinstreuung (Randeinstreuung) mit Bentonitpulver ist keine zusätzliche Abspachtelung des Überlappungsbereiches vor Ort erforderlich.

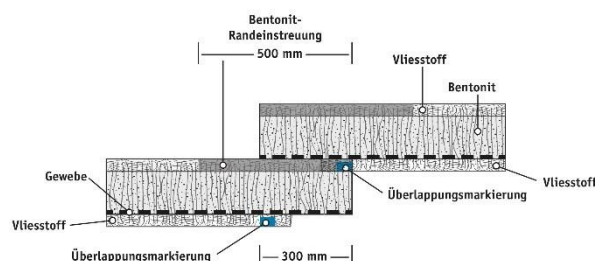


Abbildung 4: Schematischer Längsüberlappungsbereich bei einer Kanteneinstreuung („Randeinstreuung“)

Hierbei ist nur zu beachten, dass der Gewebebereich der oberen Bahn mindestens 30 cm im Bereich der Kanteneinstreuung zum Liegen kommt (Abbildung 4).

Längsüberlappungen ohne werksseitige Kanteneinstreuung mit Bentonitpulver sind gemäß Abschnitt 3.8.4 (Abbildung 5 bis Abbildung 8) auszuführen.

3.8.3 Querüberlappungen

Bei Bereichen ohne Kanteneinstreuung muss eine bauseitige Einstreuung von Bentonitpulver ($0,8 \text{ kg/m}^2$, ca. 20 cm breit) im Überlappungsbereich erfolgen (gemäß Abschnitt 3.8.4 (Abbildung 5 bis Abbildung 8)).

3.8.4 Kantenbehandlung

3.8.4.1 Allgemeines

Die Abdichtung von Überlappungen ohne werkseitige Kanteneinstreuung besteht aus vier Arbeitsschritten, die in Abschnitt 3.8.4.2 bis 3.8.4.5 detailliert beschrieben sind. Bei ordnungsgemäßem Transport und ordnungsgemäßer Verlegung ist im Überlappungsbereich der Längsüberlappungen eine durchgängige Bentonitschicht vorhanden.

3.8.4.2 Vorbereitung des Überlappungsbereiches

Um einen Bezugspunkt für das Einbringen der bauseitigen Einstreuung von Bentonitpulver bei Überlappungen zu haben, wird auf der Oberseite der unten liegenden Bentofix® B 13000-Bahn eine Markierung erstellt. Anschließend wird der Überlappungsbereich der oben liegenden Bentofix® B 13000-Rolle umgeklappt (Abbildung 5).

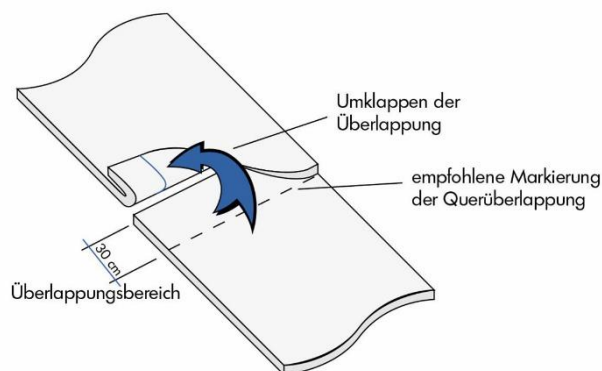


Abbildung 5: Umklappen der Überlappung

3.8.4.3 Aufstreuen von Bentonit

Im Überlappungsbereich wird bei Bereichen ohne Kanteneinstreuung eine bauseitige Einstreuung von Bentonitpulver ($0,8 \text{ kg/m}^2$, ca. 20 cm breit) im Überlappungsbereich eingebracht. Üblicherweise wird der Bentonit als Sackware geliefert. Mit einer Schaufel oder Kelle wird der trockene Bentonit ca. 5 mm dick aufgebracht und gleichmäßig verstrichen. Die Bentonitlage im Überlappungsbereich wird gemäß Abbildung 6 in einer Breite von 20 cm (15 cm in dem Überlappungsbereich und 5 cm vor dem Überlappungsbereich) verstrichen.

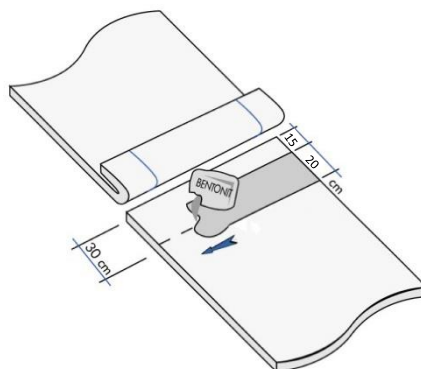


Abbildung 6: Bentoniteinstreuung im Überlappungsbereich

3.8.4.4 Kantenabdichtung

Der umgeklappte Bereich wird zurückgelegt und angedrückt. Zur Vermeidung von Fließwegen dürfen dabei keine Falten oder Wellen zurückbleiben.

Die Überlappungskante wird zusätzlich mit Bentonit ca. 1 bis 2 cm dick und ca. 5 cm breit ohne Fehlstellen abgestreut. Der Bentonit wird glattgestrichen (Abbildung 7).

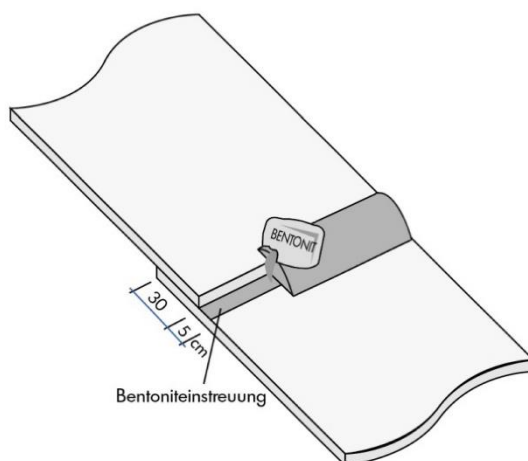


Abbildung 7: Bentoniteinstreuung im Kantenbereich

3.8.4.5 Aufbringen des Vliesstoffstreifens

Um u. a. Verunreinigungen und Verwehungen des Bentonits zu vermeiden, ist der Überlappungsbereich sofort nach der Abstreitung mit dem mitgelieferten Vliesstoffstreifen zu bedecken (Abbildung 8). Bei T-Stößen darf der Vliesstoffstreifen nicht zwischen die überlappenden Bentofix® B 13000-Bahnen gelegt werden.

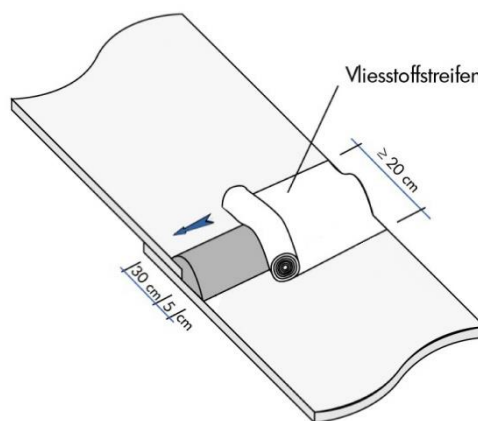


Abbildung 8: Bauseitige Kanteneinstreuung im Überlappungsbereich

3.9 Verlegen an Böschungen

Die Standsicherheit von Dichtungselementen an Böschungen ist für alle Bauzustände nach den allgemein anerkannten Regeln der Geotechnik vor dem Einbau von unabhängigen Fachleuten nachzuweisen und von der zuständigen Behörde zu bestätigen.

Bentofix® B 13000 sollte bei Böschungen (ab Neigungen von 17 % und Längen ≥ 3 m) in Böschungsfallrichtung verlegt werden. Querüberlappungen in Böschungsfallrichtung sind zu vermeiden. Ist dies unumgänglich, ist die Überlappung dachziegelartig und gemäß Abschnitt 3.8 auszuführen. Gegebenenfalls sind bei Neigungen von 1:3,5 oder steiler, bei denen Querüberlappungen unvermeidlich sind, verdeckte Bermen in Absprache mit den Planenden empfehlenswert. Sollte aus standsicherheitsrelevanten Gründen ein Einbindegraben notwendig sein, so kann dieser nach Freigabe gemäß Abbildung 9 und Abbildung 10 hergestellt werden.

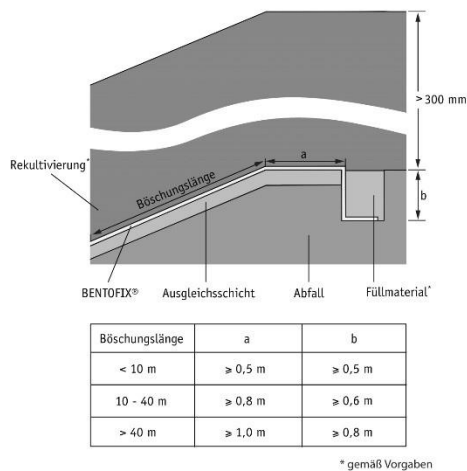


Abbildung 9: Einbindegraben, nur GTD (Schematische Darstellung)

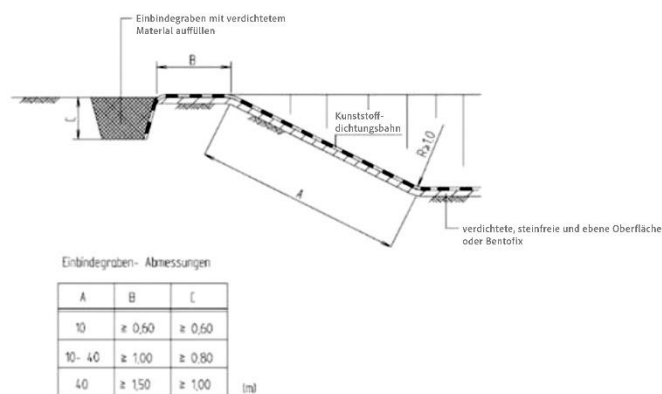


Abbildung 10: Einbindegraben, GTD und KDB (Schematische Darstellung)

3.10 Herstellen von Anschlüssen und Durchdringungen

Die bei Anschlüssen entstehenden Überlappungen mit Formteilen und Zuschnitten sind grundsätzlich nach Abschnitt 3.8.4 auszuführen. Zuschnitte müssen bauseits aus Rollenware zugeschnitten werden.

Bei Anwendungen von Bentofix® B 13000 als Oberflächenabdichtung erfolgt die Anbindung an die Basisdichtung (falls vorhanden) gemäß objektspezifischer Planung.

Durchdringungen und/oder Rohrdurchführungen von Bentofix® B 13000 können prinzipiell nach Abbildung 11 und Abbildung 12 ausgeführt werden.

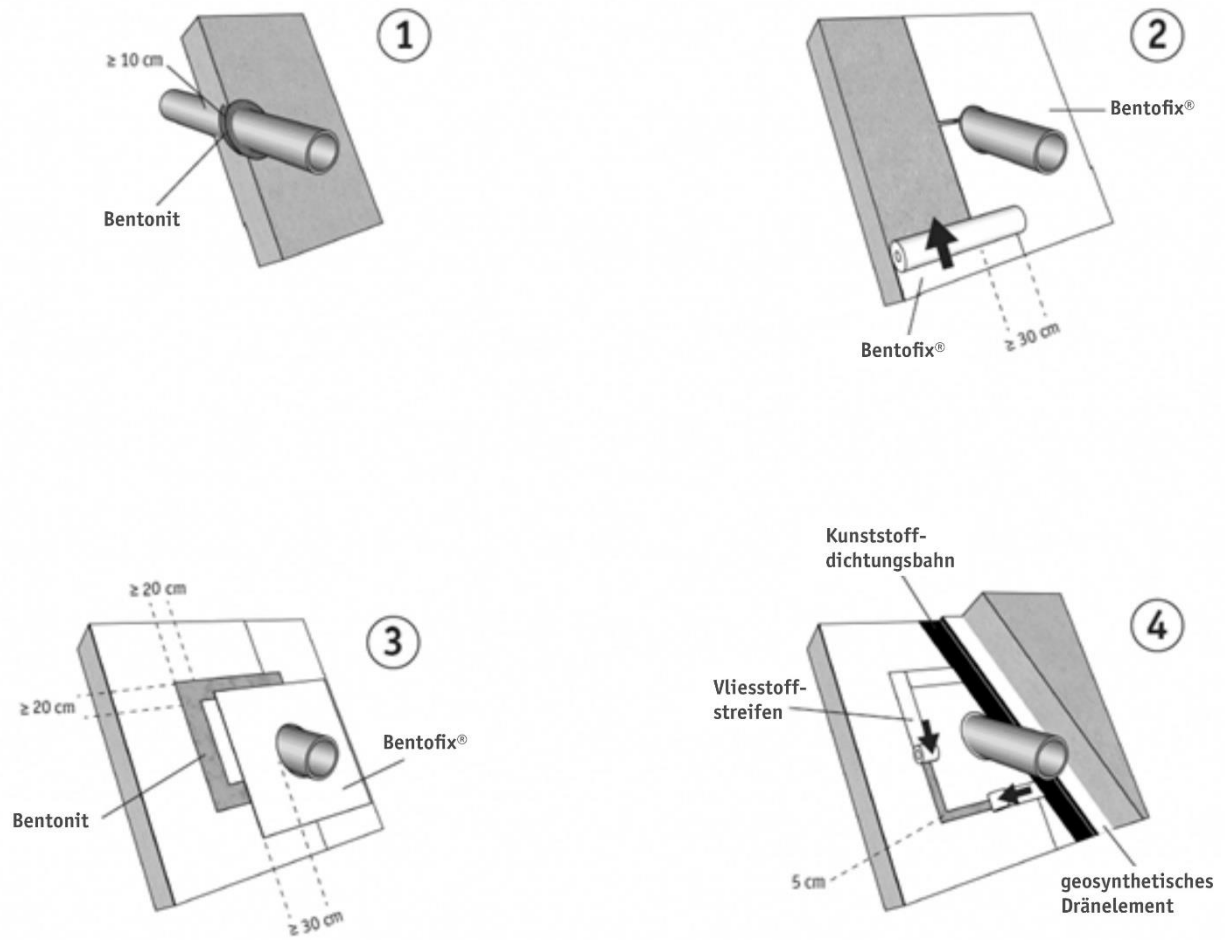


Abbildung 11: Verlegung von Bentofix® B 13000 an Rohrdurchdringungen

Anschlussbeispiel ans PEHD-Rohr

Ohne Maßstab

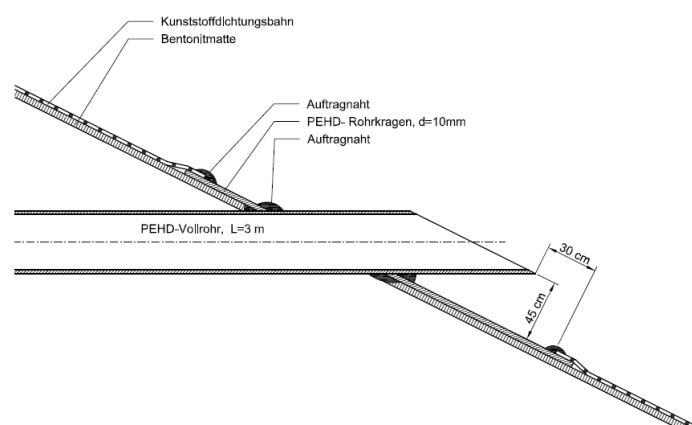


Abbildung 12: Beispiele für Durchdringungen

Bei Bauwerksanschlüssen ist Bentofix® B 13000 oberhalb des maximalen Wasserspiegels am Bauwerk hoch zu führen und beispielsweise gemäß Abbildung 13 und Abbildung 14 zu befestigen. Im Einzelfall kann Bentofix® B 13000 z. B. mit einem bituminösen Verguss an Flächen angeschlossen werden. Weitere Anbindungen, Anschlussmöglichkeiten und Durchdringungen sind mit der Firma Naue festzulegen.

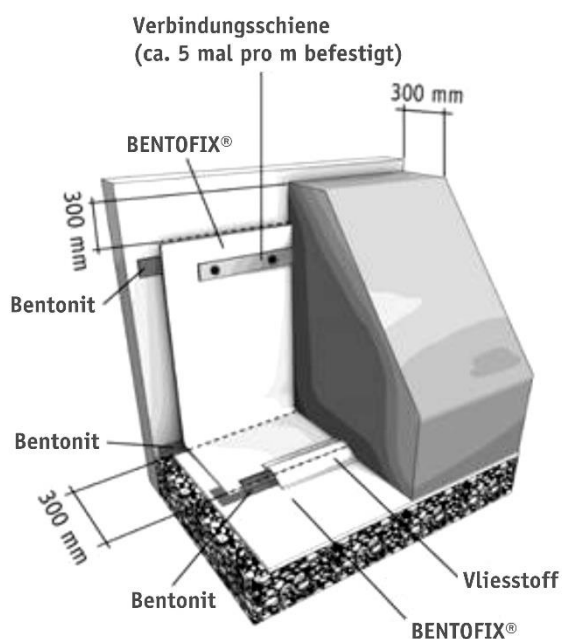


Abbildung 13: Bauwerksanschlüsse (1)

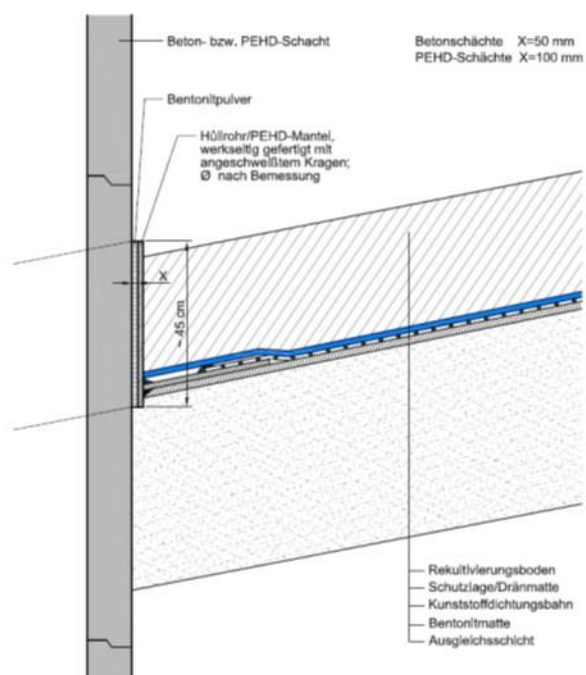


Abbildung 14: Bauwerksanschlüsse (2)

Eignungsbeurteilung von Bentofix® B 13000 (LAGA) zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.12.2025	Anhang 1 Seite 15
---	----------------------

3.11 Witterungsschutz und Aufbringen einer Überdeckung durch Auflast

Die Standsicherheit von Dichtungselementen an Böschungen ist für alle Bauzustände nach den allgemein anerkannten Regeln der Geotechnik vor dem Einbau von unabhängigen Fachleuten nachzuweisen und von der zuständigen Behörde zu bestätigen.

Der überlagernde Schutz zur Vermeidung von Quelleffekten ist durch das Überbauen mit einer KDB oder einer mineralischen Auflast von 5 kN/m^2 (mindestens 0,30 m mineralische Überdeckung) am gleichen Tag des Einbaus der GTD, spätestens innerhalb von 24 Stunden, sicherzustellen. Die oberhalb einer KDB einzubauenden Elemente einschließlich der mineralischen Auflast von 5 kN/m^2 (mindestens 0,30 m mineralische Überdeckung) zur Vermeidung eines Aufquellens der GTD hat spätestens am darauffolgenden Tag des Einbaus der KDB zu erfolgen.

Im Fall ungünstiger Witterung und zu erwartendem Regen sind die Verlegearbeiten der GTD einzustellen und die bereits verlegten Bereiche vor dem Niederschlagsereignis mit den darüber liegenden Elementen des Oberflächenabdichtungssystems abzudecken (siehe oben).

Vor einem Überbauen der verlegten GTD ist sicherzustellen, dass der Wassergehalt des Bentonits 50 Masse-% nicht überschreitet.

Für den Fall, dass die GTD ohne eine überlagernde KDB verbaut wurde, ist vor einem Niederschlagsereignis die Mächtigkeit der mineralischen Überdeckung auf mindestens 0,60 m zu erhöhen, um eine Auflast von ca. 10 kN/m^2 sicherzustellen.

Spätestens 14 Tage nach dem Aufbringen der ersten mineralischen Überdeckung ist die deren Mächtigkeit auf mindestens 0,80 m zu erhöhen. Für den Fall, dass die GTD ohne eine überlagernde KDB verbaut wurde, sollte der Zeitraum verkürzt werden, wenn die GTD bei warmem und trockenem Wetter austrocknen könnte.

Nach maximal weiteren 4 Wochen sollte die endgültige Mächtigkeit der überlagernden Bodenschichten aufgebaut sein. Es ist in jedem Fall sicherzustellen, dass die GTD frostfrei bleibt.

Der Einbau der mineralischen Materialien hat im Vor-Kopf-Verfahren zu erfolgen. Für den Fall, dass die GTD ohne eine überlagernde KDB verbaut wurde, dürfen Überlappungs- und Anschlussbereiche durch das Einschieben von Boden in ihrer Lage nicht verändert werden.

Sollte die Lagesicherheit von Überlappungs- und Anschlussbereichen durch den maschinellen Einbau des Bodenmaterials gefährdet sein, so sind diese Bereiche zunächst manuell zu sichern und mit ausreichend Bodenmaterial abzudecken. Hier ist besonders auf Querüberlappungen in Böschungen zu achten.

Ein Betreten der GTD im Rahmen der Verlegearbeiten ist auf ein notwendiges Mindestmaß zu reduzieren. Die GTD darf nicht direkt befahren werden. Beim Befahren oberhalb der aufgetragenen mineralischen Überdeckung sollen die Baugeräte einen möglichst geringen Druck auf die GTD ausüben. Scharfes Wenden und plötzliches Bremsen kann zur Beschädigung der GTD führen und ist unbedingt zu vermeiden.

Ein Befahren ist erst mit einer Mindestüberdeckung von 0,80 m zulässig. Der Materialtransport zur Einbaustelle hat über Baustraßen mit einer Mindesthöhe von 1,0 m zu erfolgen. Die Überfahrhöhen sind in jedem Fall so zu wählen, dass die GTD, die KDB sowie die KDE oder

Schutzvliese nicht verschoben, nicht gezerrt und nicht unzulässig mechanisch beansprucht werden. Die Baustellenfahrzeuge sollen kettengetrieben sein und eine geringe Bodenpressung aufweisen.

Soweit Einbindegräben vorhanden sind, sind diese als erstes zu verfüllen. Für den Fall, dass die GTD ohne eine überlagernde KDB verbaut wird, hat der Einbau der mineralischen Überdeckung auf Böschungen grundsätzlich so zu erfolgen, dass kein mineralisches Material in die Überlappungsbereiche geschoben wird. Die mineralischen Materialien sollen in der Böschung nicht punktuell aufgebracht werden. Die Fallhöhe beim Einbau ist auf das technisch notwendige Mindestmaß zu beschränken.

Bei der Überdeckung auf Kombinationsdichtungen, bestehend aus einer unten liegenden GTD und einer darüber liegenden KDB, zusätzlich die Verlegevorschriften der KDB und das Reibungsverhalten des Systems zu beachten.

3.12 Maßnahmen bei Arbeitsunterbrechungen

Sollten Arbeitsunterbrechungen notwendig sein, ohne dass die GTD vollständig mit Boden abgedeckt werden kann, sind besondere Sicherungsmaßnahmen für die GTD vorzusehen. Arbeitsunterbrechungen von mehr als 24 Stunden erfordern die in Abbildung 15 dargestellten Sicherungsmaßnahmen. Das ist insbesondere bei abschnittweisem Bauen der Fall, wenn die Verlegearbeiten zu einem späteren Zeitpunkt fortgesetzt werden sollen. Unabhängig vom Zeitraum der Arbeitsunterbrechung sind derartige Sicherungsmaßnahmen erforderlich, wenn die Wetterlage nicht vorhersehbar ist oder mit Regen zu rechnen ist. Im Fall von Regen ist der Bereich, der nicht durch eine Folie geschützt werden kann mit einer erhöhten Überdeckungsauflast von 10 kN/m² bzw. einer Mächtigkeit von mindestens 0,60 m zu versehen.

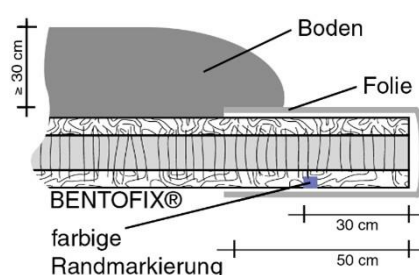


Abbildung 15: Baufolienabdeckung

3.13 Reparaturen

Eine Schadstelle an einer verlegten GTD kann durch eine zusätzliche Lage GTD abgedeckt werden. Die Randbereiche sind wie Überlappungen zu behandeln. Eine Schadstelle im Überlappungsbereich ist bis mindestens 1 m neben der Überlappung durch die zusätzliche Lage GTD zu überdecken.

3.14 Einbau der geosynthetischen Tondichtungsbahn mit überlagernder

Eignungsbeurteilung von Bentofix® B 13000 (LAGA) zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.12.2025	Anhang 1 Seite 17
---	----------------------

Kunststoffdichtungsbahn

Grundsätzlich sind bei der Verlegung einer KDB über der GTD die Anforderungen an die KDB zu berücksichtigen, insbesondere die Verlegerichtlinien der BAM-Zulassung.

Zusätzlich gelten bei der KDB-Verlegung auf der GTD folgende Anforderungen:

- Es ist sicherzustellen, dass zwischen der KDB und der GTD keine Fremdkörper > 2 mm enthalten sind.
- Grundsätzlich hat das verlegende Personal dafür Sorge zu tragen, dass bei der Verlegung und beim Ausrichten der KDB über der GTD keine Verschiebungen der GTD oder deren Überlappungen auftreten.
- Die Verlegung der KDB hat so zu erfolgen, dass keine Befahrung der GTD erfolgt, z.B. durch Einsatz eines Langarmbaggers.
- Schweißbereiche der KDB über Überlappungsbereichen der GTD werden im Vorfeld markiert. Bei Ausführung von Schweißnähten in diesen Bereichen (mit einem fahrbaren Schweißgerät) muss das schweißende Personal dafür Sorge tragen, dass der Schweißautomat kontinuierlich über diesen Bereich fährt/schweißt, z. B. durch Anheben des Schweißautomaten.
- Ist eine sofortige Überdeckung der GTD mit einer KDB nicht möglich, sind Schutzmaßnahmen nach Abschnitt 3.12 durchzuführen.
- Für das Aufbringen der Auflast auf der KDB sind die Anforderungen der Zulassungsrichtlinie der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) für Kunststoffdichtungsbahnen in Deponieabdichtungen [7] einzuhalten. Auch in Kombination mit einer KDB ist vor dem Aufbringen der Auflast sicherzustellen, dass der Wassergehalt des Bentonits 50 Masse-% nicht überschreitet.

3.15 Sonstiges

Die Verlegeanleitung entspricht dem derzeitigen Stand der Technik. Gewährleistungsansprüche sind nicht ableitbar. Vorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz sind zu beachten.

Eignungsbeurteilung von Bentofix® B 13000 (LAGA) zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.12.2025	Anhang 1 Seite 18
---	----------------------

4. Qualitätsmanagement bei der Verlegung von Bentofix B 13000

4.1 Allgemeines

Die Verlegung der GTD als Dichtungselement in einem Oberflächenabdichtungssystem erfolgt unter abfallrechtlicher Überwachung. Das Qualitätsmanagement bei der Verlegung besteht aus:

- Eigenprüfung durch die bauausführende Firma - EP
- Fremdprüfung durch eine in Abstimmung mit der abfallrechtlich zuständigen Behörde beauftragten fremdprüfenden Stelle - FP
- Überwachung durch die zuständige Behörde

Im Folgenden werden Hinweise zur Erstellung des Qualitätsmanagementplans gegeben. Die verbindlichen Festlegungen sind unter Berücksichtigung der besonderen Bestimmungen dieser Eignungsbeurteilung im Einzelfall und den jeweiligen projektspezifischen Erfordernissen in Abstimmung mit der abfallrechtlich zuständigen Behörde zu treffen.

Die Kontrollen und Prüfungen beziehen sich auf:

- den Probereinbau im Probefeld,
- den Transport, die Entladung und die Zwischenlagerung,
- die Kontrolle des angelieferten Produkts vor der Verlegung,
- die Verlegevoraussetzungen,
- die Verlegung.

Die mit der Verlegung der GTD beauftragten Firmen müssen über ausreichende Erfahrungen mit der Verlegung von GTD und entsprechend qualifiziertes Personal verfügen. Dies gilt ebenso für die Fremdprüfung. Der Produkthersteller ist gehalten, Schulungskurse für die Verlegung seiner Produkte durchzuführen. Diese sind ggf. im Zuge der Herstellung des Probefeldes durchzuführen.

Regelungen über geeignete Qualifikationsnachweise bleiben den abfallrechtlich zuständigen Behörden überlassen.

4.2 Probefeld

Die Anlage des Probefeldes hat nach den Anforderungen der DepV [1] und unter Berücksichtigung der GDA E3-5 [13] zu erfolgen. Die vorgesehene Größe muss die Ausführung einer ausreichenden Anzahl von Längs- und Querüberlappungen ermöglichen.

Die Verlegung der GTD hat gemäß den Vorgaben nach Anhang 1 Abschnitt 3 dieser Eignungsbeurteilung zu erfolgen. Sie unterliegt der Überwachung durch die Eigenprüfung, der Fremdprüfung und der abfallrechtlich zuständigen Behörde.

Im Einzelnen sind dabei auszuführen und zu kontrollieren:

- Beschaffenheit des Auflagers,
- Einbauverfahren, Geräte für die Verlegung,
- Einbau in der Ebene und im Gefällebereich,
- Ausführung von Längs- und Querüberlappungen,
- Ausführung von Anschlüssen und Durchdringungen,
- Aufbringen der Überdeckung,
- Überprüfung auf Beschädigung nach erfolgtem Einbau.

Es müssen alle für die Verlegung vorgesehenen Baustoffe und Geräte zum Einsatz kommen. Ihre Eignung ist nachzuweisen. Ggf. ist die Verlegeanleitung auf die projektspezifische Situation anzupassen.

In zusätzlichen Laborversuchen an den zum Einbau vorgesehenen Materialien sind die Scherparameter zwischen der GTD und den angrenzenden Systemelementen (z. B. Auflager, Entwässerungsschicht) zu ermitteln. Sie sind Grundlage für die Festlegung von charakteristischen Werten zum Nachweis der Standsicherheit entsprechend den Bestimmungen der Zulassung. Dabei ist die GDA E3-8 [14] zu beachten.

4.3 Transport, Entladung und Zwischenlagerung

Die Einhaltung der Anforderungen des Abschnitts 1.5.2 der besonderen Bestimmungen zur Verpackung, Transport, Lagerung dieser Eignungsbeurteilung sind von der Eigenprüfung und von der Fremdprüfung zu kontrollieren. Die Fremdprüfung ist über mögliche Schäden an der Verpackung oder der GTD zu informieren.

4.4 Produktidentifikation vor der Verlegung

Vor der Verlegung ist die GTD zu identifizieren und im Hinblick auf die Übereinstimmung wesentlicher Eigenschaften mit den besonderen Bestimmungen der Zulassung zu überprüfen.

Eigenschaft	Norm	Kennwert (GW und n siehe 2.3.6)	EP	FP
Lieferidentität anhand der Lieferpapiere und Etiketten	DIN EN 13493	-	jede Lieferung	jede Lieferung
Flächenbezogene Masse	DIN EN 14196, ρ_{GBR-C}	13.000 g/m ²	-	mind. 1 x je Lieferung, alle 2.500 m ²
Bentoniteinlage bezogen auf einen Wassergehalt 0 Mas.-%	DIN EN 14196, $\rho_{TON, 0\%}$	10.868 g/m ²		alle 2.500 m ²

Eignungsbeurteilung von Bentofix® B 13000 (LAGA) zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.12.2025	Anhang 1 Seite 20
---	----------------------

Eigenschaft	Norm	Kennwert (GW und n siehe 2.3.6)	EP	FP
Höchstzugkraft längs/quer	DIN EN ISO 10319	md: 12 kN/m cmd: 12 kN/m	-	alle 10.000 m ² alle 10.000 m ²
Dehnung bei Höchst- zugkraft längs/quer	DIN EN ISO 10319	md: 50 % cmd: 30 %	-	alle 10.000 m ² alle 10.000 m ²
Mittlere Schälfestig- keit längs	ASTM D 6496/D6496M-23	660 N/m	-	alle 7.500 m ²
Permittivität	DIN EN 16416 (i=150, ca. 30 kPa Auflast)	9,0 · 10 ⁻¹⁰ 1/s	-	alle 7.500 m ²

4.5 Verlegevoraussetzungen

Die nachfolgenden Kriterien sind von Eigen- und Fremdprüfung vor Beginn der Verlegung zu kontrollieren.

Kriterium	Anforderung
Verlegepläne mit Darstellung des zeitlichen Ablaufs der Arbeiten	Prüfung auf Vollständigkeit
Planumseigenschaften	Einhaltung der Vorgaben aus der Eignungsbeurteilung und dem Probefeld
Böschungslängen und -neigungen	Einhaltung der Vorgaben aus der Deponiezulassung und den Verlegeplänen
Abmessungen von Verankerungsgräben	Einhaltung der Vorgaben aus der Deponiezulassung
Witterungsbedingungen	Einhaltung der Vorgaben aus der Eignungsbeurteilung und der Verlegeanleitung
Art des Überdeckungsmaterials	Einhaltung der Vorgaben aus der Eignungsbeurteilung und dem Probefeld

4.6 Verlegung

Die GTD ist nach den Vorgaben der Verlege- bzw. Einbauanleitung zu verlegen. Die nachfolgenden Kriterien sind während der Verlegung ständig zu kontrollieren. Dies setzt die ständige Anwesenheit der Fremdprüfung voraus.

Kriterium	Anforderung
Transport auf der Baustelle	Einhaltung der Vorgaben aus der Verlegeanleitung
Verlegeverfahren	Einhaltung der Vorgaben aus der Verlegeanleitung und dem Probefeld
Verlegerichtung	Einhaltung der Vorgaben aus der Verlegeanleitung und dem Verlegeplan
äußere Beschaffenheit und Planlage	Einhaltung der Vorgaben aus der Verlegeanleitung
Überlappungsausführung	Einhaltung der Vorgaben aus der Verlegeanleitung
Überlappungsbreiten	Einhaltung der Vorgaben aus der Verlegeanleitung
Ausführung von Anschlüssen, Durchdringungen	Einhaltung der Vorgaben aus der Verlegeanleitung und dem Probefeld
Teilabnahme vor Ausführung der Überschüttung	Einhaltung der Vorgaben aus der Verlegeanleitung
Aufbringen der Überschüttung	Einhaltung der Vorgaben aus der Verlegeanleitung und dem Probefeld
Witterungsschutz bei Bauunterbrechungen	Einhaltung der Vorgaben aus der Verlegeanleitung
Reparaturmaßnahmen	Einhaltung der Vorgaben aus der Verlegeanleitung

4.7 Abnahme und Dokumentation

Fertiggestellte Abschnitte der Dichtungskomponente und der Oberflächenabdichtung werden nach abfallrechtlichen Anforderungen abgenommen und dokumentiert. Die Überdeckung der fertig verlegten GTD erfolgt erst nach der Freigabe durch die Fremdprüfung.

Vor Ausführung der Verlegearbeiten ist ein Verlegeplan zu erstellen, aus dem Ort, Abfolge und Richtung sowie Größen und Zuschnitte der zu verlegenden Bahnen hervorgehen. Im Zuge der Verlegung wird die Lage der einzelnen Bahnen, die Rollenummern, Verlegerichtung und der zeitliche Ablauf im Verlegebestandsplan und in der Verlegeliste festgehalten und laufend mit dem Ist-Zustand auf der Baustelle verglichen. Durch die Eigenprüfung sind zudem arbeitstäglich relevante Ereignisse und Randbedingungen (Witterung, Probenahmen, Freigaben von Planum, Tondichtungsbahn etc.) zu dokumentieren und die Fremdprüfung zu informieren.

Die Fremdprüfung fasst nach Abschluss der Arbeiten die Maßnahmen, Feststellungen und Ergebnisse der Eigenüberwachung, der Eigenprüfung und der Fremdprüfung in einem "Bericht zur Qualitätsüberwachung" zusammen.

Anhang 2: Beispiel der Kennzeichnung



Rollen-Nr.: **5830960001**

Produkt: Bentofix B 13000 (LAGA)
5,00 m x 25 m

Artikel-Nr.: **139714**
Article-No.: **139714**

Art d. Geokunststoffes: clay geosynth. barrier / GBR-C
kind of geosynthetic product:

Rohstoff: Polypropylene/Bentonite
raw material:

Masse/Flächeneinheit (g/m²): 13000
mass per unit area (g/m²):

Breite (m): 5,000
width (m):

Länge (m): 25,000
length (m):

Rollengewicht, ca. (kg): 1781,000
roll weight, approx. (kg):

Manufacturer: Naue GmbH & Co. KG
Gewerbestr. 2
32339 Espelkamp
Germany

Product description: Bentofix B 13000 (LAGA)

Product Code / DoP no.: B 13000 (LAGA) - CPR - 2024-08-09 (GBR-C)

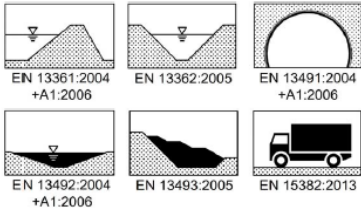
First CE-marking (year): 24

Notified Body: 0799, Kiwa GmbH, TBU, Greven

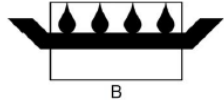
First UKCA-marking (year): 24

Approved Body: 0338, BTTG, Manchester

Harmonized/designated standards:



Intended use(s):



Declared performances:	Standard	Values	Unit
Tensile strength MD:	EN ISO 10319 : 2015	12,0 (- 1,20)	kN/m
Tensile strength CMD:	EN ISO 10319 : 2015	12,0 (- 1,20)	kN/m
Static puncture:	EN ISO 12236 : 2006	4,50 (- 0,45)	kN
Index Flux (q ₁₀):	EN 16416 : 2023 / ASTM D5887 : 2022	1,35E-9 (+ 1,65E-9)	m ³ x m ⁻² x s ⁻¹

Durability (Annex B, Pt. 6 of the harmonised European and designated UK standards):

Resistant for at least 25 years in application according to a.m. standards.

In principle, the product has to be covered on the day of installation. However, the weather conditions may require immediate covering.