

# **LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“**

**Eignungsbeurteilung von BentoLiner® LAGA  
zur Herstellung von mineralischen Dichtungen  
in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien**

**vom 03.03.2023**

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1. Zusammensetzung und Eigenschaften</b>	<b>3</b>
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)	6
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 (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
<b>2 Entwurf und Bemessung</b>	<b>9</b>
2.1 Entwurf des Abdichtungssystems	9
2.1.1 Rekultivierungsschicht	9
2.1.2 Entwässerungsschicht	9
2.1.3 Kombination mit Kunststoffdichtungsbahn	10
2.1.4 Dichtungsschicht	10
2.1.5 Trag- und Ausgleichsschicht	10
2.1.6 Konstruktive Gestaltung von Details	11
2.2 Bemessung des Abdichtungssystems	11
2.2.1 Nachweis der Standsicherheit	11
2.2.2 Mechanische Eigenschaften, Verformungssicherheit	14
Hydraulische Widerstandsfestigkeit (Erosionsfestigkeit)	14
2.2.3 Dichtigkeit	15
2.2.4 Durchwurzelungs- und Austrocknungssicherheit (Schutzmaßnahmen)	16
<b>3 Ausführung, Dichtungseinbau</b>	<b>16</b>
3.1 Qualitätsmanagementplan	16
3.2 Probefeld	16
3.3 Witterungsvoraussetzungen	17
3.4 Beschaffenheit des Dichtungsaufbauers / Planum	17
3.5 Herstellung der Dichtungsschicht	17
<b>4 Nutzung, Unterhaltung, Wartung</b>	<b>17</b>
<b>5 Qualitätsmanagement</b>	<b>18</b>
<b>6 Technische Bezugsdokumente</b>	<b>18</b>
<b>Anhang 1: Qualitätsmanagement</b>	
<b>Anhang 2: Muster der Kennzeichnung</b>	
<b>Anhang 3: Schutzmaßnahmen gegen schädliche Wasserspannungen in BentoLiner® LAGA</b>	

## 1. Zusammensetzung und Eigenschaften

### 1.1 Allgemeines

Diese Eignungsbeurteilung beurteilt die geosynthetische Tondichtungsbahn BentoLiner® LAGA der

SOLMAX Geosynthetics GmbH  
Normannenweg 28  
20537 Hamburg.

Sie dient zur Herstellung der mineralischen Abdichtungskomponente in Oberflächenabdichtungssystemen gemäß Deponieverordnung (DepV) [1], sowie den Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards (BQS) 5-0 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten – übergreifende Anforderungen“ [2] und dem BQS 5-5 „Oberflächenabdichtungskomponenten aus geosynthetischen Tondichtungsbahnen“ [3].

Diese Eignungsbeurteilung gilt für den Einsatz von BentoLiner® LAGA auf Deponien der Klasse I und auf Deponien der Klasse II in Kombination mit Kunststoffdichtungsbahnen nach der DepV [1].

BentoLiner® LAGA 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 geosynthetischen Tondichtungsbahn vom Typ BentoLiner® LAGA. Es wirkt in Verbindung mit den anderen, darunter und darüber angeordneten Elementen des Abdichtungssystems. Seine Wirksamkeit ist nur gegeben, wenn es entsprechend den Bestimmungen dieser Eignungsbeurteilung entworfen und bemessen wird.

### 1.2 Produktbeschreibung

Bei BentoLiner® LAGA handelt es sich um eine vollflächig vernadelte geosynthetische Tondichtungsbahn (GBR-C) bestehend aus einer Dichtungsschicht aus trockenem Natriumbentonit in Pulverform, das zwischen einem untenliegenden Trägergewebe aus Polypropylen (PP) und einem oben liegenden Deckgeotextil (Vliesstoff) aus Polypropylen (PP) eingekapselt ist. Die Vernadelung aller Schichten erfolgt von der Deckgeotextilseite her. Die Fasern des Deckvliesstoffs werden auf der Unterseite des Trägergeotextils thermisch fixiert, so dass der Verbund des Produktes gewährleistet ist.

Die geforderten Eigenschaften der Vorprodukte und des Endproduktes sind grundsätzlich als Mittelwert über die Rollenbreite (Kennwert) und als 95%-Vertrauensbereich (Grenzwert) der Produkte definiert. Die bei der werkseigenen Produktionskontrolle und der Fremdüberwachung zulässigen Abweichungen sind in Anhang 1 angegeben.

### 1.3 Einzelkomponenten (Vorprodukte)

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

#### Formmassen für die Faserproduktion

Rohstofftyp: Polypropylen (PP)

Produktbezeichnung: \*

Hersteller: \*

Eigenschaft	Norm	Kennwert:
Schmelzindex 230.2.16	DIN EN ISO 1133	6 (+/- 1) g/10min
Dichte	ASTM D 1505	> 0.9 g/cm <sup>3</sup>

#### Fasern für die Vliesstoffe

Eigenschaft	Norm	Kennwert:
Fasertiter	DIN EN ISO 1973	9 dtex
Faserfestigkeit	DIN EN ISO 5079 (Vibrodyn)	> 25 cN/tex
Faserdehnung	DIN EN ISO 5079 (Vibrodyn)	> 130 %

\* Vertraulich bei der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ hinterlegt.

Die Angaben zur Rezeptur und zur Stabilisierung sind unter der Zulassungsnummer 13/BAM 4.3/04/12 vertraulich bei der BAM, Fachgruppe IV.3 hinterlegt.

#### Formmasse für die Gewebeproduktion

Rohstofftyp: Polypropylen (PP)

Produktbezeichnung: \*

Hersteller: \*

Eigenschaft	Norm	Kennwert
Schmelzindex 230/ 2.16	DIN EN ISO 1133	2,0 (+/-0,4) g/10 min
Dichte	DIN EN ISO 1183-1	0,905 (+/- 0,01) g/cm <sup>3</sup>

\* Vertraulich bei der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ hinterlegt.

### 1.3.1 Trägergeotextil

Als Trägergeotextil ist ein Bändchengewebe aus PP zu verwenden (siehe 1.3).

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

#### Trägergeotextil:

Eigenschaft	Norm	Kennwert
Rohstoff	--	PP
Flächenbezogene Masse	DIN EN ISO 9864	122 g/m <sup>2</sup>
Höchstzugkraft	DIN EN ISO 10319	MD 18 kN/m CMD 18 kN/m
Dehnung bei Höchstzugkraft	DIN EN ISO 10319	MD 21 % CMD 18 %

MD: in Produktionsrichtung; CMD: quer zur Produktionsrichtung

### 1.3.2 Deckgeotextil

Als Deckgeotextil ist ein Vliesstoff aus PP zu verwenden (siehe 1.3).

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

#### Deckgeotextil:

Eigenschaft	Norm	Kennwert
Masse pro Flächeneinheit	DIN EN ISO 9864	220 g/m <sup>2</sup>
Schichtdicke bei 2 kPa	DIN EN ISO 9863-1	3,7 mm

### 1.3.3 Bentonit

Für die Bentoniteinlage wird Natriumbentonit in Pulverform mit folgenden Eigenschaften verwendet. Dabei können 2 gleichwertige Bentonite eingesetzt werden. Zur Rückverfolgbarkeit des eingesetzten Bentonites werden diese Tondichtungsbahnen entsprechend unter verschiedenen Artikelnummern („Product Code“ gemäß Muster in Anhang 2) gefertigt.

Eigenschaft	Norm	Kennwert *
Methylenblaugehalt	VDG P69	≥ 300 mg/g
Quellvolumen	ASTM D 5890	≥ 24 ml/2 g
Maximaler Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	≤ 13 %

\*95%-Vertrauensbereich

## 1.4 Tondichtungsbahn (Endprodukt)

Für die Tondichtungsbahn BentoLiner® LAGA als Verbundprodukt aus den Vorprodukten nach 1.3 gelten die folgenden Anforderungen:

Eigenschaft	Norm	Kennwert
Flächenbezogene Masse Bentonit	DIN EN 14196	4.500 g/m <sup>2</sup> (w = 0 %) 5.085 g/m <sup>2</sup> (w = 13 %)
Flächenbezogene Masse Gesamtprodukt bei w ≤ 13 %	DIN EN 14196	5.400 g/m <sup>2</sup>
Dicke bei 2 kPa	DIN EN ISO 9863-1	6.0 mm
Höchstzugkraft MD/CMD	DIN EN ISO 10319	12 kN/m 10 kN/m
Dehnung bei Höchstzugkraft MD/CMD	DIN EN ISO 10319	14 % 10 %
Mittlerer Schälwiderstand MD	ASTM D 6496	390 N/m
Permittivität bei 35 kPa Auflast und H = 150 cm	DIN EN 16416	2,8 *10 <sup>-9</sup> 1/s**

\*\* 95%-Vertrauensbereich

## 1.5 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

### 1.5.1 Herstellung

BentoLiner® LAGA ist im Werk der Solmax Geosynthetics GmbH in Rechlin/Meckenburg-Vorpommern herzustellen. Der Produktionsvorgang umfasst die Herstellung der geosynthetischen Tondichtungsbahn durch flächiges Aufbringen von Bentonit auf das Trägergewebe, Aufbringen des Deckvliesstoffes und das kraftschlüssige Vernadeln der Lagen.

### 1.5.2 Verpackung, Transport, Lagerung

Vom Hersteller sind folgende Anleitungen über Verpackung, Transport und Lagerung zu berücksichtigen:

- Die Tondichtungsbahn ist auf einem stabilen Wickelkern aufzurollen.
- Die Rollen sowie das für die Herstellung der Überlappung erforderliche Bentonitpulver sind witterungsgeschützt zu verpacken.
- Werksseitig sind die Rollen liegend auf einem ebenen, befestigten und überdachten Lagerplatz trocken zu lagern.
- Die Einlagerung bzw. Verladung und Entladung hat mit speziellen Hebeegeräten zu erfolgen, so dass eine punkt- oder linienförmige Belastung und somit eine Beschädigung der Rollen ausgeschlossen ist.

- Der Transport hat liegend zu erfolgen. Die Transportfläche muss trocken, eben und fremdkörperfrei 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. Die gelagerten Rollen sind mit einer wetterfesten und UV-stabilen Plane (Schutzfolie) zu bedecken. 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 (Muster siehe Anhang 2)**

Die Tondichtungsbahn ist gemäß DIN EN ISO 10320, Punkt 4 zu kennzeichnen. Dies beinhaltet:

- einen Rollenaufdruck in Produktionsrichtung bestehend aus BentoLiner® LAGA auf der Oberseite jeweils längs der Kante, der sich in regelmäßigen Abständen von 5 m wiederholt und
- ein Rollenetikett mit Angaben zu Hersteller, Produktbezeichnung, Artikelnummer (zur Identifizierung des verwendeten Bentonits gemäß 1.3.3), Rollennummer, Herstellungsdatum, Rollenlänge, Rollenbreite, Gesamtfläche der Rolle und Rollengewicht.

Weiterhin ist das CE-Kennzeichen nach DIN EN 13492 und DIN EN 13493 an jeder Rolle anzubringen. Bei BentoLiner® LAGA ist das CE-Kennzeichen mit der Nummer CPR 7540 auf dem CE-Label angebracht (s. Muster im Anhang 2).

## **1.6 Konformitätsnachweis**

### **1.6.1 Allgemeines**

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

#### Der Konformitätsnachweis wird

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

- durch die mindestens einmal jährliche Auditierung durch eine notifizierte Stelle erbracht und
- durch das CE-Kennzeichen nach DIN EN 13492 und DIN EN 13493 bestätigt.

### **1.6.2 Eigenüberwachung / werkseigene Produktkontrolle**

Im Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle (Eigenüberwachung i. S. Anhang 1 Nr. 2.1 DepV [1]) einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser Eignungsbeurteilung entsprechen.

Die werkseigene Produktionskontrolle hat nach den in Anhang 1 aufgeführten Bestimmungen zu erfolgen.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung der Tondichtungsbahn einschließlich der Ausgangsmaterialien und seiner Bestandteile (Artikelnummer zur Rückverfolgbarkeit des verwendeten Bentonits)
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung der Tondichtungsbahn bzw. der Ausgangsmaterialien und der Vorprodukte
- Ergebnisse der Kontrollen und Prüfungen und Vergleich mit den Anforderungen nach Anhang 1
- Name des für die werkseigene Produktionskontrolle verantwortlichen Mitarbeiters

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

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung von Abweichungen bzw. des Mangels zu treffen. Nach Abstellung der Abweichungen oder des Mangels ist - 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. Bei nicht kontinuierlicher Herstellung ist die Häufigkeit dieser Überwachung auf die Erfordernisse abzustellen.

Die Ergebnisse der Fremdüberwachung sind mindestens zehn Jahre aufzubewahren. Sie sind den abfallrechtlich zuständigen Behörden auf Verlangen von der Fremdüberwachung 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 Tondichtungsbahn BentoLiner® LAGA ist eine mineralische Abdichtungskomponente. Gemäß DepV [1] ergibt sich somit folgender Aufbau des Oberflächenabdichtungssystems (von oben nach unten):

- Rekultivierungsschicht einschließlich Bewuchs
- Entwässerungsschicht
- Schutzlage
- Kunststoffdichtungsbahn mit BAM-Zulassung (bei Deponien der Klasse II)
- Abdichtungskomponente (BentoLiner® LAGA)
- Ausgleichsschicht
- Trag- und Ausgleichsschicht

#### **2.1.1 Rekultivierungsschicht**

Anforderungen an Rekultivierungsschichten ergeben sich aus dem Bundeseinheitlichen Qualitätsstandard (BQS) 7-1 [5] und sind für den Bewuchs in Oberflächenabdichtungssystemen in der GDA-Empfehlung E 2-32 [6] beschrieben. Die gültigen Vorschriften zur Verwendung von Bodenmaterialien sind einzuhalten. Es gelten die Anforderungen der DepV [1] an die Rekultivierungsschicht.

Die geosynthetische Tondichtungsbahn 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 geosynthetischen Tondichtungsbahn nicht beeinträchtigen.

Die weiteren Anforderungen an die Rekultivierungsschicht ergeben sich aus Anhang 3 zu dieser Eignungsbeurteilung.

#### **2.1.2 Entwässerungsschicht**

Für die Entwässerungsschicht gelten die Anforderungen gemäß DepV [1] und der GDA-Empfehlung 2-20 [6]. Die Entwässerungsschicht kann sowohl mineralisch als auch aus geosynthetischen Dränelementen ausgebildet werden. Bei Entwurf und Bemessung sind Aspekte des gesamten

Oberflächenabdichtungssysteme, u.a. Auflastwirkung, Durchwurzelung, Inkrustationen und Strukturstabilität zu berücksichtigen.

Ergänzend dazu ist bei mineralischen Entwässerungsschichten bei Deponien der Klasse I das Größtkorn auf 8 mm zu beschränken, 10 % Überkorn bis 16 mm ist zulässig. Bei geosynthetischen Entwässerungsschichten („Dränmatten“) sind die Angaben in der jeweiligen Zulassung (BAM) zu berücksichtigen.

Die Anordnung einer mindestens 10 cm dicken Sandschicht (SE, SW, SU) als untere Lage der Entwässerungsschicht erhöht den Schutz gegen Austrocknung der geosynthetischen Tondichtungsbahn (s. Anhang 3).

### **2.1.3 Kombination mit Kunststoffdichtungsbahn**

Auf Deponien der Klasse II ist zusätzlich auf der geosynthetischen Tondichtungsbahn eine Kunststoffdichtungsbahn mit BAM - Zulassung erforderlich.

Eine unter einer Kunststoffdichtungsbahn verlegte geosynthetische Tondichtungsbahn BentoLiner® LAGA kann dahingehend fehlerausgleichend wirken, dass durch den Pressverbund der Ausfluss aus einer Perforation der Kunststoffdichtungsbahn maßgeblich behindert wird.

### **2.1.4 Dichtungsschicht**

Die Herstellung der Dichtungsschicht erfolgt aus der flächigen Verlegung und Überlappung der Tondichtungsbahn BentoLiner® LAGA. Stöße und Überlappungen sind entsprechend der Verlegeanleitung des Herstellers auszuführen (siehe Anhang 1). Entsprechend der Prüfungen der SKZ-Testing GmbH [7] und gemäß den Vorgaben aus der vorliegenden Eignungsbeurteilung ist die Neigung der Dichtungsschicht durch die Grenzscherspannung der geosynthetischen Tondichtungsbahn von 22 kPa bei einer Auflast von 50 kPa und einer Anwendungstemperatur von 40 °C zu begrenzen.

### **2.1.5 Trag- und Ausgleichsschicht**

Auf der Oberfläche des abgelagerten Abfalls ist es ggf. erforderlich, eine Trag- und Ausgleichsschicht nach den Anforderungen des Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards (BQS) 4-1 „Trag- und Ausgleichsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ [2] einzubauen. Die Trag- und Ausgleichsschicht ist so zu dimensionieren, dass Unebenheiten in der Abfalloberfläche ausgeglichen werden und die Tondichtungsbahn auf ihr ordnungsgemäß eingebaut werden kann.

Die Oberfläche der Trag- und Ausgleichsschicht muss frei sein von scharfkantigen oder spitzen Bestandteilen, die zu einer mechanischen Beschädigung der geosynthetischen Tondichtungsbahnen führen können.

Die Verdichtung der Trag- und Ausgleichsschicht sowie die Verlegung der geosynthetischen Tondichtungsbahn mit Baustellenfahrzeugen hat so zu erfolgen, dass die Anforderungen nach BQS 5-5 Nr. 5 eingehalten werden. Hierfür ist ein Nachweis im Probefeld erforderlich.

Zur Minimierung eines Wasserdampftransports nach unten soll für die oberen 30 cm der Trag- und Ausgleichsschicht weitgestuftes Material (Ungleichförmigkeit  $U \geq 6$ , Krümmungszahl  $C_c$  1 bis 3) im Körnungsbereich von 0 bis 20 mm eingesetzt werden. Der Feinkornanteil (Schluff und Ton) soll nicht mehr als 20 Masse-% betragen. Ein Überkorn bis 32 mm ist zulässig, wenn dieses schwimmend eingebettet ist. Nicht weitgestuftes Material kann eingesetzt und/oder die Dicke auf 15 cm reduziert werden, wenn aufgrund der Abfalleigenschaften ein Wasserdampftransport aus der Tondichtungsbahn nach unten ausgeschlossen werden kann.

Eine ggf. erforderliche Gasdrainage ist unterhalb der Trag- und Ausgleichsschicht anzuordnen.

### **2.1.6 Konstruktive Gestaltung von Details**

Die konstruktive Gestaltung von Durchdringungen, Anschlüssen an Bauteile und die dabei entstehenden Überlappungen und Zulagen sind grundsätzlich nach den Angaben in Anhang 1 „Verlegeanleitung“ auszuführen. Die handwerklich korrekte Ausführung ist durch den Verarbeiter im Probefeld unter Beisein der Fremdprüfung nachzuweisen. Andere Ausführungen bedürfen im Einzelfall der Zustimmung der abfallrechtlich zuständigen Behörde.

## **2.2 Bemessung des Abdichtungssystems**

Bei der Bemessung des Abdichtungssystems unter Einsatz einer geosynthetischen Tondichtungsbahn BentoLiner® LAGA sind folgende Nachweise erforderlich:

### **2.2.1 Nachweis der Standsicherheit**

#### **a) äußere Standsicherheit (Scherfestigkeit in Gleitflächen zu angrenzenden Schichten)**

Der Nachweis der Standsicherheit der Oberflächenabdichtung ist für alle maßgebenden Bau- und Betriebszustände nach den in der Geotechnik üblichen Verfahren, z. B. nach GDA E 2-7 [10], zu erbringen. Dabei darf die Tondichtungsbahn nicht zur planmäßigen Übertragung von Schubkräften herangezogen werden.

Für den Nachweis der Standsicherheit einer Gleitfläche zwischen der Tondichtungsbahn 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 die GDA E 3-8 [11] zu berücksichtigen.

Gemäß den Untersuchungen bei der MFPA Weimar [11] ist grundsätzlich eine ausreichende Standsicherheit für eine Kombination mit einer auf der Geotextilseite aufliegenden Kunststoffdichtungsbahn vom Typ Solmax HD BAM DRS (FrictionFlex) bei einer Böschungsneigung von ca. 1 : 2,5 nachweisbar. Unabhängig davon ist ein projektspezifischer, rechnerischer Nachweis zur Standsicherheit für das gesamte Abdichtungssystem zu führen.

## **b) innere Standsicherheit**

### **Langzeit-Scherfestigkeit**

Die Untersuchungen der inneren Langzeitscherfestigkeit von BentoLiner® LAGA unter Berücksichtigung von Kriechvorgängen, die unter einer dauerhaften Beanspruchung in den tragenden Geokunststoffkomponenten verlaufen, erfolgten anhand von Scherkriechversuchen in Anlehnung an DIN EN ISO 25619-1 durch die SKZ-Testing GmbH [7]. Die Versuche wurden im Scherkasten 20 cm \* 20 cm unter den in BQS 5-5 [3] vorgegebenen Randbedingungen bei einer Temperatur von 80°C, einer Normalspannung von 50 kN/m<sup>2</sup> und unterschiedlichen Scherspannungen durchgeführt.

Für eine ständige Temperatureinwirkung von 40 °C ergibt sich eine Funktionsdauer von deutlich über 100 Jahren, bei 30°C von über 300 Jahren.

Zur Alterung des Trärgewebes und des Deckvliesstoffes durch thermische Oxidation und Auslaugung von Antioxidantien wurden Langzeitbeständigkeitsversuche in Anlehnung an DIN EN ISO 13438 und DIN EN 14415 durchgeführt. Auf der Grundlage der Untersuchungen der GEOScope GmbH [12] und der KIWA GmbH [13] beträgt die zu erwartende Lebensdauer der Gewebe- und Vliesstoffkomponenten von BentoLiner® LAGA bei Temperaturen von bis zu 40 °C mehr als 100 Jahre.

### **Kurzzeit-Scherfestigkeit**

Für den Nachweis der inneren Scherfestigkeit wurden Scherversuche an der MFPA Weimar [14] durchgeführt. Innerhalb der produktionsfrischen Tondichtungsbahn BentoLiner® LAGA gilt (bis zu einer Normalspannung von 80 kPa als Laborwert ein Ersatzreibungswinkel  $\varphi_k$  von 41,6°. Bei einer Abminderung um 30 % wegen Entschlaufungsvorgängen ergibt sich ein Ersatzreibungswinkel  $\varphi'_k = \arctan(\tan 41,6^\circ / 1,3) = 34,3^\circ$ . Der Rechenwert im Sinne eines charakteristischen Wertes des Ersatzreibungswinkels beträgt  $\text{cal } \varphi'_k = \arctan(\tan 34,3^\circ / 1,1) = 31,8^\circ$  mit  $\gamma = 1,1$  nach EAU [15].

### **Kurzzeitfestigkeit der Verbundfasern**

Die ungünstigste Kurzzeitfestigkeit der Verbundfasern in Abhängigkeit von der Vernadelungsdichte ergibt sich für BentoLiner® LAGA mit Ermittlung der theoretisch übertragbaren Schubspannung:

- Charakteristischer Wert:

Faserfeinheit:	9 dtex
Faserfestigkeit:	> 25 cN/tex
Anzahl der Fasern:	$1,9 \cdot 10^6$
Übertragbare Kraft pro Faser:	$K_F = 225 \text{ cN}$
Übertragbare Schubkraft $T_{KF}$ :	$T_{KF} = 0,00225 \text{ kN} + 1,9 \cdot 10^6 \text{ 1/m}^2 = 4.275 \text{ kPa.}$

- Bemessungswert:

Der Bemessungswert der maximal übertragbaren Schubspannung beträgt:

$$\begin{aligned} \text{cal } \tau &= (\tau_{KF} \cdot f_{VB} \cdot f_{\ddot{U}} / A_i) / \gamma_m \\ &= 4.275 \text{ kPa} \cdot 0,7 \cdot 0,88 / (5,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,75) \\ &= 150 \text{ kPa} \end{aligned}$$

mit	$\tau_{KF}$ -	rechnerisch übertragbare Schubspannung 95%-Quantil
	$f_{VB}$ -	Verbundfaktor zur Berücksichtigung einer nur partiellen Auslastung der Verbundfasern/-fäden von 70%, mithin ein Faktor von 0,7 bei vernadelten Produkten nach BQS 5-5 [3]
	$f_{\ddot{U}}$ -	Abminderung für nicht nur partiell bei der Schubkraftübertragung mitwirkende Überlappungsbereiche in Abhängigkeit von der Überlappungsbreite und Fläche der verlegten Bahn. Die Überlappungsbereiche tragen nicht zur Übertragung der Schubkraft bei. Ausgehend von etwa einem 0,3 m breiten Überlappungsbereich ergibt sich für die standardmäßig verwendeten Rollenbreiten von 5 m eine weitere Anpassung von 88 % bzw. um den Faktor 0,88.
	$A_1$ -	Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Kriechverformung, Entschlaufung, hier 5,0 nach BQS 5-5 [3]
	$A_2$ -	Abminderungsfaktor für die Beschädigung der Multifilamente, durch Transport, Einbau und Verdichtung, derartige Beschädigungen sind durch einen kontrollierten Einbau auszuschließen, hier: 1,0
	$A_3$	Abminderungsfaktor für Anschlüsse, Fugen und Nähte, nicht relevant, hier: 1,0
	$A_4$ -	Abminderungsfaktor für Umgebungseinflüsse, Chemikalien und Alterung, hier: 2,0 nach BQS 5-5 [3] bis zu einer Restfestigkeit von 50 %, ohne weitere Einschränkung der Nutzungsdauer
	$A_5$ -	Abminderungsfaktor für dynamische Einwirkungen, grundsätzlich keine dynamischen Einwirkungen, Einbauzustand ist mit quasi-statischen Beanspruchungen nachzuweisen, hier: 1,0 nach EBGEO [17]
	$\gamma_m$ -	Teilsicherheitsbeiwert für Material $\gamma_m = 1,75$ (erhöht für Deponiebauwerke)

## 2.2.2 Mechanische Eigenschaften,

### Verformungssicherheit

Der Nachweis der Verformungssicherheit der Tondichtungsbahn ist für die maßgebenden Betriebszustände nach den in der Geotechnik üblichen Verfahren zu erbringen. Im Einzelnen gilt:

Die zulässige Verformung (Flächendehnung, Bemessungswert) für die Tondichtungsbahn, bei der die erforderliche Dichtungsfunktion erhalten bleibt, beträgt 10 %. An Anschlüssen und Durchdringungen sind die Dehnungsbeanspruchungen mithilfe konstruktiver Maßnahmen in den zulässigen Grenzen zu halten.

### Hydraulische Widerstandsfestigkeit (Erosionsfestigkeit)

Die hydraulische Leistungsfähigkeit ist nach BQS 5-5 [3] in wesentlichen Teilen durch Erosions- und Suffosionsbeanspruchung der geosynthetischen Tondichtungsbahn durch auf der Dichtungsschicht abfließendes Wasser gekennzeichnet.

Um die notwendige Sicherheit des Abdichtungssystems gegen äußere Erosion herzustellen, ist die Fließgeschwindigkeit des Wassers in der Kontaktfläche zu angrenzenden Bodenschichten zu reduzieren bzw. in einem geosynthetischen Dränelement so weit zu verringern, dass die Schleppspannung des fließenden Wassers nicht mehr ausreicht, um Bentonitpartikel aus ihrer Matrix bzw. dem Deckvliesstoff zu lösen und zu transportieren.

Für die Suffosionssicherheit ist die Fließgeschwindigkeit des Wassers in den Porenpfaden der Bentonitmatrix entscheidend. Wenn Bentonit überhaupt Porenpfade mit einem entsprechenden Durchmesser zugeordnet werden können, so dass es zu einer freien Bewegung von Wasser kommen könnte, würde dem suffosionsbedingten Teilchentransport mit zunehmender Quellung der Tonminerale eine kolmationsgleiche Querschnittsverengung der Porenpfade entgegenstehen.

Aus diesen Ansätzen, ergeben sich folgende Schutzmaßnahmen, um die äußere Erosions- und Suffosionssicherheit herzustellen:

- Geosynthetische Dränelemente und mineralische Dränschichten mit Kontakt zur geosynthetischen Tondichtungsbahn BentoLiner® LAGA sind so zu bemessen, dass das zu dränierende Wasser laminar abfließen und sich in der Grenzfläche kein Staudruck aufbauen kann. Das ist ein grundsätzlicher Ansatz für die Bemessung von geosynthetischen Dränelementen.
- Wenn geosynthetische Dränelemente verwendet werden, dann ist zwischen dem Dränkern und der geosynthetischen Tondichtungsbahn BentoLiner® LAGA ein mechanisch verfestigter Vliesstoff als Trenn- und Filterschicht einzusetzen, so dass das Wasser im Dränkern nicht direkt auf der geosynthetischen Tondichtungsbahn bzw. nur mit stark verringerter Geschwindigkeit im Vliesstoff abfließt.

Das Abdichtungssystem mit geosynthetischem Dränelement und geosynthetischer Tondichtungsbahn BentoLiner® LAGA ist arbeitstäglich mit mindestens 5 kPa (mindestens 0,30 m Boden) zu ballastieren. Wenn binnen 48 Stunden nach Einbau mit Wasserzutritt zu rechnen ist, dann ist die Auflast auf 10 kPa (mindestens 0,60 m Boden) zu erhöhen, um die Transmissivität der Vliesstoffkomponenten durch Verdichtung zu verringern und den Quelldruck des Bentonits zu erhöhen.

Die hier beschriebenen Schutzmaßnahmen sind vom planenden Ingenieur zu berücksichtigen und sind zur Umsetzung auf der Baustelle in der Verlegeanleitung (Anhang 1) beschrieben.

### 2.2.3 Dichtigkeit

Die Anforderungen an die Dichtigkeit von Oberflächenabdichtungen sind in BQS 5-0 [2] beschrieben. Die zulässige Permittivität von geosynthetischen Tondichtungsbahnen („Bentonitmatten“) beträgt nach den Grundsätzen in BQS 5-0 [2] für die Eignungsbeurteilung:

$$\text{zul. } \psi = \frac{q}{h} = \frac{8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot 0,3 \text{ m}} = 2,7 \cdot 10^{-8} \frac{1}{\text{s}}$$

Der Bemessungswert der unter Berücksichtigung von Materialstreuungen sowie der Einwirkungen während des Einbaus und der anschließenden Exposition für die nach BQS 5-0 [2] maßgebende Haltbarkeitsdauer anzunehmenden Permittivität ergibt sich allgemein zu:

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

- mit  $A_1$  - veränderte Dichtigkeit an Überlappungen / Fügstellen, hier:  $A_1 = 1,16$   
 $A_2$  - Anpassungsfaktor für veränderte Dichtigkeit infolge Kationenaustausch,  
 $\psi_k$  - charakteristische Permittivität der produktionsfrischen Tondichtungsbahn BentoLiner® LAGA als 95 %-Fraktilwert aus der statistischen Auswertung der Produktüberwachung (siehe 1.4)  $\psi_k = 2,8 \cdot 10^{-9} 1/\text{s}$

Alternativ zur Bestimmung des Anpassungsfaktors  $A_2$  kann unter Berücksichtigung des Anpassungsfaktors  $A_1$  anhand der Ergebnisse aus Versuchen nach BQS 5-5 Anhang 3 die Einhaltung der Anforderungen an die Permittivität (zul  $\psi$ ) unmittelbar wie folgt abgeleitet werden:

$$\text{cal } \psi = A_1 \cdot \psi_{k, KA}$$

mit:

- $\psi_{k, KA}$  - versuchstechnisch ermittelte, charakteristische Permittivität nach mindestens 5-fach rechnerischem Ionenaustausch anhand der Ergebnisse aus Versuchen nach BQS 5-5 Anhang 3 (=  $A_2 \cdot \psi_k$ )

Nach Ionenaustausch ist die Permittivität von BentoLiner® LAGA:

$$\psi_{k, KA} \leq \text{cal } \psi / (A_1) \text{ 1/s} \quad \text{mit } \text{cal } \psi \leq \text{zul. } \psi = 2,7 * 10^{-8} \text{ 1/s}$$
$$\psi_{k, KA} \leq 2,7 * 10^{-8} / (1,16) = 2,32 * 10^{-8} \text{ 1/s}$$

Dieser Zusammenhang gilt bis zu einer tatsächlichen Salzbelastung der Bodenlösung des Rekultivierungsbodens und der Entwässerungsschicht von 0,005 mol/l ( $\cong$  ca. 1000  $\mu$ S/cm in einer Kalziumchloridlösung). Wenn höher mineralisierte Bodenlösungen aus der Rekultivierungsschicht und der Entwässerungsschicht auftreten können, sind zusätzliche Nachweise erforderlich, die auch das Erstquellen des Bentonits mit höher mineralisiertem Wasser berücksichtigen. Das Einhalten des Grenzwertes und damit eine ausreichende Dichtigkeit nach Ionenaustausch wurde mit den Untersuchungen der ICP-Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH [19] nach Anhang 3 des BQS 5-5 [3] nachgewiesen.

Bei Einwirkung von Deponiegas z.B. auf Deponien der Klasse II sind keine wesentlichen Beeinträchtigungen der Dichtungswirkung des Bentonits zu erwarten.

## **2.2.4 Durchwurzelungs- und Austrocknungssicherheit (Schutzmaßnahmen)**

Die Wirksamkeit von BentoLiner® LAGA kann durch Austrocknung und Pflanzenwurzeln beeinträchtigt werden. Daher sind Schutzmaßnahmen gemäß Anhang 3 dieser Eignungsbeurteilung zu ergreifen.

# **3 Ausführung, Dichtungseinbau**

## **3.1 Qualitätsmanagementplan**

Nach den Bestimmungen der DepV [1] ist für jede Baumaßnahme ein Qualitätsmanagementplan (QMP) aufzustellen. Im QMP sind die in Anhang 1 genannten Punkte zu berücksichtigen.

## **3.2 Probefeld**

Vor Ausführung der Baumaßnahmen ist entsprechend den Bestimmungen der DepV [1] unter Berücksichtigung der GDA-Empfehlung E 3-5 [18] ein Probefeld anzulegen, bei dessen Herstellung die erforderlichen Untersuchungen zum Einbauverfahren von BentoLiner® LAGA auch im Zusammenhang mit den anderen Elementen des Abdichtungssystems vorzunehmen sind (siehe Anhang 1).



### **3.3 Witterungsvoraussetzungen**

Die Witterungsverhältnisse müssen eine trockene Verlegung von BentoLiner® LAGA erlauben und ein kurzfristiges Bedecken mit der erforderlichen Bodenauflast zulassen. Das Planum muss den Anforderungen nach Anhang 1 entsprechen. Ein Einbau der Rollen muss gemäß Anhang 1 möglich sein. Eingebaute Rollen mit einem Feuchtigkeitsgehalt von  $\leq 50\%$  (Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1) können unter Einhaltung der Angaben des Anhangs 1 überschüttet werden.

### **3.4 Beschaffenheit des Dichtungsaufagers / Planum**

Das Planum soll aus einem weit gestuften Kies-Sand-Gemisch oder feinerem Boden bestehen, abgezogen, abgewalzt, ggf. verdichtet und frei von stehendem Oberflächenwasser sein. Die Anforderungen nach BQS 5-5 Nr. 5 müssen eingehalten werden. Die Erkenntnisse aus dem Probefeld sind zu berücksichtigen.

### **3.5 Herstellung der Dichtungsschicht**

Die Dichtungsschicht ist durch einlagige Verlegung von BentoLiner® LAGA gemäß freigegebenem Verlegeplan auf der vorbereiteten Unterlage von einem qualifizierten Fachbetrieb herzustellen. Die Verlegung hat nach der Verlegeanleitung des Herstellers zu erfolgen. Die Bestimmungen zur Verlegung sind der Verlegeanleitung zu entnehmen, die der Produkthersteller unter Berücksichtigung der in Anhang 1 genannten Anforderungen zu erstellen hat. Gegebenenfalls sind hierbei auch die sich aus den Untersuchungen im Probefeld ergebenden zusätzlichen Anforderungen zu berücksichtigen.

Die Verlegung der Tondichtungsbahn ist im Rahmen der abfallrechtlich erforderlichen Eigenprüfung, Fremdprüfung und Überwachung entsprechend Anhang 1 in Verbindung mit Anhang 3 zu kontrollieren.

## **4 Nutzung, Unterhaltung, Wartung**

Sollen in Teilbereichen Fahrstraßen für den Baustellenverkehr über abgedichtete Flächen führen, ist ohne weiteren Nachweis zum Schutz der Dichtungsschicht eine temporäre Überschüttung mit einer Mindestmächtigkeit von 80 cm vorzusehen. Dabei ist in den unteren 30 cm ein Größtkorn von 8 mm bei  $\leq 10\%$  Überkorn bis 16 mm einzuhalten. Geringere Überschüttungshöhen und abweichende Körnungen können mit Zustimmung der zuständigen Behörde verwendet werden. Hierfür ist dann im Probefeld ein qualifizierter Nachweis zu erbringen, dass die Tondichtungsbahn unter Verkehrsbelastung nicht beschädigt wird.

## 5 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement ist gemäß Anhang 1 zu dieser Eignungsbeurteilung durchzuführen.

## 6 Technische Bezugsdokumente

- [1] DepV - Deponieverordnung (2009):  
Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 09. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598)
- [2] LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“  
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 4-1 „Trag- und Ausgleichsschichten in Deponieoberflächenabdichtungskomponenten“ vom 04.12.2014
- [3] LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“  
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-0 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten – Übergreifende Anforderungen“ vom 04.12.2014
- [4] LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“  
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-5 „Oberflächenabdichtungskomponenten aus geosynthetischen Tondichtungsbahnen“ vom 09.03.2022
- [5] LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“  
Bundeseinheitliche Qualitätsstandard 7-1 „Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ vom 23.09.2021
- [6] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (2010):  
Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke": GDA E 2-32: Gestaltung des Bewuchses auf Abfalldeponien, Januar 2010
- [7] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (2015):  
Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke": GDA E 2-20: Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen, Mai 2015
- [8] Süddeutsches Kunststoffzentrum SKZ Testing GmbH, (2021)  
203190/19 Zwischengutachten - Durchführung von „Zeitstandscherkriechversuchen“ bei einer Temperatur von 80°C an der vernadelten geosynthetischen Tondichtungsbahn „BentoLiner® LAGA, Dezember 2021
- [9] LAGA Ad-hoc-AG "Deponietechnik"  
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 4-1 „Trag- und Ausgleichsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen, Dezember 2015
- [10] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik DGGT e.V. (2015):  
Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke": GDA E 2-7: Gleitsicherheit der Abdichtungssysteme, August 2015
- [11] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik DGGT e.V. (2015):  
Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke": GDA E 3-8: Reibungsverhalten von Geokunststoffen, August 2015

- [12] Materialforschungs- und -Prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar, MFPA (2021): B19.21.113.01 Prüfbericht: Großrahmenscherversuch zur Bestimmung der Scherparameter in der Fuge KDB Solmax HD BAM DRS // GTD BentoLiner LAGA (Vliesstoffseite), Januar 2022
- [13] GEOscope GmbH, Weimar (2022):  
210508 Projektnr.: Fortschreibung der Gutachtlichen Stellungnahme: Eignungsnachweise der geosynthetischen Tondichtungsbahn BentoLiner® LAGA für die Beurteilung als Abdichtungselement in Deponien der Deponieklasse II durch die Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Ad-hoc-Arbeitsgruppe „Deponietechnik“, Juni 2022
- [14] KIWA GmbH, Greven (2022):  
1.1/16640/0239.0.2-2020 und 1.1/16640/0240.0.2-2020 Prüfbericht: Beständigkeit gegen Auslaugen nach DIN EN 14415:2004, Januar 2022
- [15] Materialforschungs- und -Prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar, MFPA (2021): B19.21.030.20 Prüfbericht: Durchführung von Großrahmenscherversuchen zur Bestimmung der inneren Scherfestigkeit geosynthetischer Tondichtungsbahnen - BentoLiner LAGA, Oktober 2021
- [16] Hafenbautechnische Gesellschaft HTG (2020):  
Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen Häfen und Wasserstraßen" (EAU), 2020
- [17] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik DGGT e.V. (2010):  
Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen, (EBGEO), April 2010
- [18] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik DGGT e.V. (2019):  
Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke": GDA E 3-5 Probefelder für Basis- und Oberflächenabdichtungssysteme, Oktober 2019
- [19] BAM (2022):  
Richtlinie für die Anforderungen an die Qualifikation und die Aufgaben einer fremdprüfenden Stelle für Kunststoffkomponenten im Deponiebau“ der - Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Juni 2022
- [20] ICP-Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (2022, 2023):  
Beurteilung des Durchlässigkeitsverhaltens einer geosynthetischen Tondichtungsbahn SOLMAX BentoLiner LAGA mittels Langzeit-Durchströmungsversuchen mit Calciumchlorid-Lösungen, Januar 2022, ergänzt durch Übersicht der Laboruntersuchungsergebnisse mit Stand 31.12.2022 zur Verifizierung, ICP mbH, 25.02.2023

## Normen

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 1183-1: 2019-09

Kunststoffe - Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen - Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren

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 9863-1:2020-04

Geokunststoffe – Bestimmung der Dicke unter festgelegten Drücken – Teil 1: Einzellaugen

DIN EN ISO 9864:2005-05

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

DIN EN ISO 10319:2015-09

Geotextilien – Zugversuch am breiten Streifen

DIN EN ISO 10320:2019-07

Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Identifikation auf der Baustelle

DIN EN ISO 13438:2019-05

Geokunststoffe - Auswahlprüfverfahren zur Bestimmung der Oxidationsbeständigkeit von Geotextilien und geotextilverwandten Produkten

DIN EN ISO 17892-1:2022-08

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

DIN EN 13492:2018-07

Geosynthetische Dichtungsbahnen - Eigenschaften, die für die Anwendung beim Bau von Deponien, Zwischenlagern oder Auffangbecken für flüssige Abfallstoffe erforderlich sind

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 14415:2004-08

Geosynthetische Dichtungsbahnen – Prüfverfahren zur Bestimmung der Beständigkeit gegen Auslaugen

DIN EN 16416:2013-12

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

DIN 18200:2021-04

Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte - Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung

VDG P 69

Bindemittel – Prüfung von Bindetonen

ASTM D 1505: 2018

Standard Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique

ASTM D 5890: 2019

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

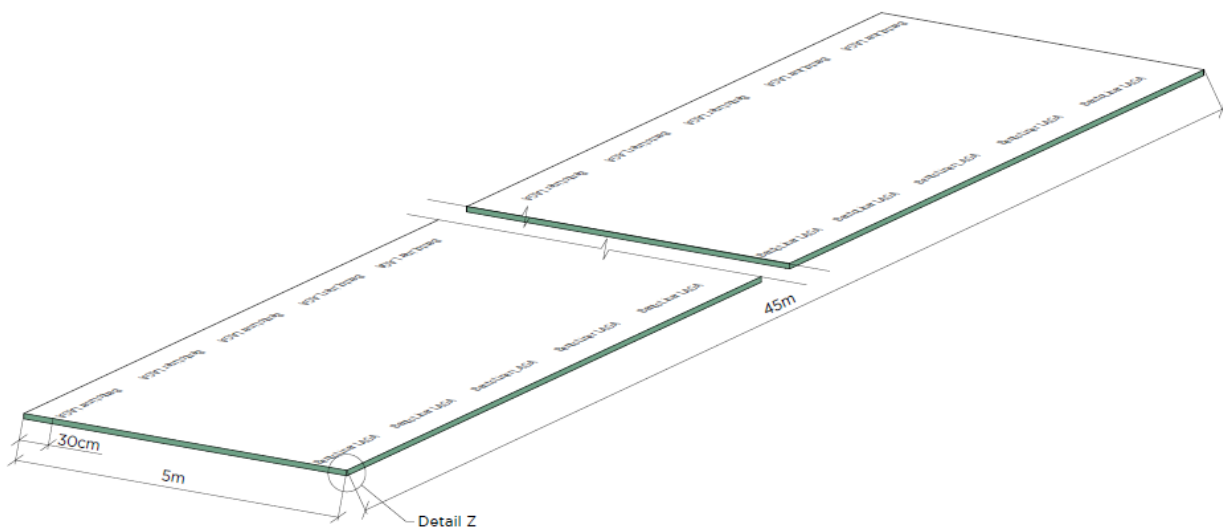
ASTM D 6496Ma: 2020

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

## Anhang 1: Qualitätsmanagement

### 1 Produktbeschreibung und Querschnitt

BentoLiner® LAGA ist eine vollflächig über alle Komponenten kraftschlüssig vernadelte, schubkraftübertragende geosynthetische Tondichtungsbahn aus einem untenliegenden Trägergeotextil (PP-Gewebe), einem oben liegenden Deckgeotextil aus Polypropylen (PP-Vliesstoff) sowie einer dazwischen angeordneten Schicht aus Natriumbentonit in Pulverform. Der 30 cm breite Überlappungsbereich ist auf der Oberseite auf beiden Längsseiten durch eine farbige Markierung gekennzeichnet. Auf der Unterseite befinden sich farbige Markierungen in 20 bzw. 30 cm Abstand von den Kanten. BentoLiner® LAGA wird mit folgendem Aufbau produziert (Abb. 1).



#### Detail Z

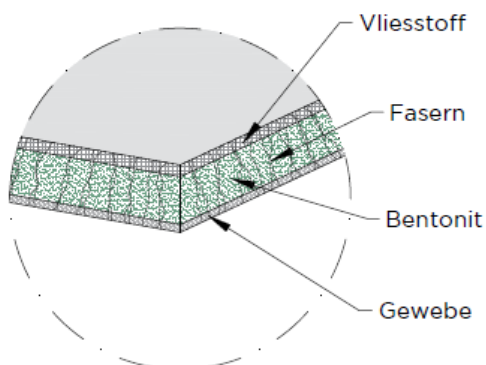


Abb. 1 Schematischer Aufbau von BentoLiner® LAGA

Eignungsbeurteilung von BentoLiner® LAGA zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.03.2023	Anhang 1 Seite 2
---	---------------------

## 2 Eigenüberwachung (EÜ) und Fremdüberwachung (FÜ)

### 2.1 Eigenüberwachung (EÜ)

Die Eigenüberwachung (entsprechend der werkseigenen Produktionskontrolle) ist für die Vorprodukte und während der Produktion von BentoLiner® LAGA durch die Solmax Geosynthetics GmbH vorzunehmen und entsprechend den Bestimmungen dieser Eignungsbeurteilung zu dokumentieren. Es sind die in den Tabellen des Abschnittes 2.3 mit "EÜ" gekennzeichneten Kontrollen und Prüfungen durchzuführen.

### 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 BentoLiner® LAGA in diesem Halbjahr mindestens einmal produziert wird. Sie besteht aus der Überprüfung der EÜ (siehe 2.3) sowie eigenen Stichprobenprüfungen an BentoLiner® LAGA (siehe 2.3.6) durch die Fremdüberwachung.

Es sind die in den Tabellen des Abschnittes 2.3 mit "FÜ" gekennzeichneten Kontrollen/Prüfungen vorzunehmen. Die Ergebnisse der Überwachung sind von der Fremdüberwachung 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.

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

#### 2.3.1 Gewebe als Trägergeotextil (siehe auch 1.3.1)

Eigenschaft	Norm	Kennwert	GW	n	EÜ/ WPK
Masse pro Flächeneinheit	DIN EN ISO 9864	122 g/m <sup>2</sup>	≥ 110 g/m <sup>2</sup>	10	jede Lieferung
Höchstzugkraft	DIN EN ISO 10319	MD: 18 kN/m	≥ 16 kN/m	5	jede Lieferung
		CMD: 18 kN/m	≥ 16 kN/m	5	jede Lieferung
Dehnung bei Höchstzugkraft	DIN EN ISO 10319	MD: 21 %	≥ 16 %	5	jede Lieferung
		CMD: 18 %	≥ 14 %	5	jede Lieferung

MD: in Produktionsrichtung; CMD: quer zur Produktionsrichtung

### 2.3.2 Vliesstoff als Deckgeotextil (siehe auch 1.3.2)

Eigenschaft	Norm	Kennwert	GW	n	EÜ/ WPK
Masse pro Flächeneinheit	DIN EN ISO 9864	220 g/m <sup>2</sup>	≥ 200 g/m <sup>2</sup>	10	alle 5.000 m <sup>2</sup> 2 x je Lieferung
Schichtdicke	DIN EN ISO 9863-1	3.7 mm	≥ 3.0 mm	10	alle 5.000 m <sup>2</sup> 2 x je Lieferung

### 2.3.3 Bentonit (siehe auch 1.3.3)

Eigenschaft	Norm	Kennwert /Grenzwert	n	EÜ	FÜ
Quellvolumen	ASTM D5890	≥ 24 ml/2 g	1	alle 25 to	X
Montmorillonitgehalt	VDG P 69	≥ 300 mg/g	1	alle 100 to oder 1 x je Produktionscharge des Lieferanten	X
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	≤ 13 %	1	alle 25 to.	X

### 2.3.4 Tondichtungsbahn (siehe auch 1.4)

Eigenschaft	Norm	Kennwert	GW	n	EÜ	FÜ
Bentoniteinlage bezogen auf Wassergehalt 0 Gew.-%	DIN EN 14196, $\rho_{TON, 0\%}$	4.500 g/m <sup>2</sup>	≥ 4.250 g/m <sup>2</sup>	5	alle 5.000 m <sup>2</sup>	X
Masse pro Flächeneinheit (bezogen auf Wassergehalt ≤ 13 Gew.-%)	DIN EN 14196, $\rho_{GBR-C}$	5.400 g/m <sup>2</sup>	≥ 5.100 g/m <sup>2</sup>	5	alle 5.000 m <sup>2</sup>	X
Höchstzugkraft MD/CMD*	DIN EN ISO 10319	MD: 12 kN/m CMD: 10 kN/m	≥ 9 kN/m ≥ 7 kN/m	5 5	alle 15.000 m <sup>2</sup> alle 15.000 m <sup>2</sup>	X X
Dehnung bei Höchstzugkraft MD/CMD*	DIN EN ISO 10319	MD: 14 % CMD: 10 %	≥ 10 % ≥ 8 %	5 5	alle 15.000 m <sup>2</sup> alle 15.000 m <sup>2</sup>	X X
Verbindungsfestigkeit bestimmt als mittlere Schälfestigkeit MD	ASTM D6496Ma	390 N/m	≥ 360 N/m	5	alle 10.000 m <sup>2</sup>	X
Permittivität	DIN EN 16416 (i=150, ca. 35 kPa Auflast)	2,0 * 10 <sup>-9</sup> 1/s	≤ 2,8 * 10 <sup>-9</sup> 1/s	1	alle 15.000 m <sup>2</sup>	X

\* Messung über den Traversenweg zulässig

MD: in Produktionsrichtung; CMD: quer zur Produktionsrichtung



### **3 Verlegeanleitung**

#### **3.1 Allgemeines**

Die vorliegende Verlegeanleitung gilt für den Einsatz von BentoLiner® LAGA in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien der Klassen I und II.

BentoLiner® LAGA ist ein geosynthetischer Verbundstoff aus einem Gewebe als Träger und einem damit vernadelten Vliesstoff als Deckgeotextil mit einer dazwischenliegenden Schicht aus Bentonitpulver. Durch die vollflächige Vernadelung sind die einzelnen Komponenten derart miteinander verbunden, dass unter Beachtung der nachfolgenden Verlegeanleitung ein problemloser Einbau und eine dauerhafte Dichtwirkung sichergestellt werden kann.

Oberflächenabdichtungen im Deponiebau sind Systeme deren Komponenten aufeinander abgestimmt sind. Deshalb sind in dieser Verlegeanleitung Anforderungen an das Planum, die Entwässerungs- und an die Rekultivierungsschicht festgelegt, die erst im Zusammenspiel eine ordnungsgemäße Funktion der geosynthetischen Tondichtungsbahn ermöglichen.

BentoLiner® LAGA sind industriell hergestellte Dichtungskomponenten deren gleichbleibend hohe Qualität durch ein nach DIN EN ISO 9001 zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem überwacht wird.

Für die Verlegung von BentoLiner® LAGA im Deponiebau sind die Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Dichtigkeitsveränderungen infolge Beanspruchungen aus Verlegung, Baustellenverkehr und Feuchtigkeitsentzug sowie Einwirkungen von Witterung und Organismen nach BQS 5-5 [3] zu berücksichtigen.

Für die Verlegung der geosynthetischen Tondichtungsbahnen ist vom Verleger ein Verlegekonzept zu erstellen, und im Sinne des Standards zur Qualitätsüberwachung (SQÜ) - Geosynthetische Tondichtungsbahnen (GTD)“ der BAM [18] zu dokumentieren.

Diese Verlegeanleitung und der freigegebene Verlegeplan bzw. das Verlegekonzept müssen dem verantwortlichen Bauleiter auf der Baustelle vorliegen.

#### **3.2 Verpackung, Kennzeichnung und Transport zur Baustelle**

BentoLiner® LAGA wird als Rollenware auf stabilen Hartkartonkernen und in Folie verpackt auf die Baustelle geliefert. Die Verpackung dient gleichfalls als Witterungsschutz. Das Material ist nach DIN EN ISO 10320 etikettiert.

Die Rollen werden liegend in einem Lkw zur Baustelle transportiert. Von dort aus können sie je nach Ausstattung des Fahrzeugs von der Seite, von hinten oder von oben entladen werden. Die Lkw können nur über befestigte Wege fahren, so dass ein entsprechender Platz für die Entladung vorzuhalten ist.

Den Rollen sind Säcke mit Bentonitpulver beigelegt, das zum Abdichten von Längs- und Querüberlappungen sowie T-Stößen zu verwenden ist. Die Säcke sind witterungsbeständig.

### 3.3 Entladung, Lagerung und Transport auf der Baustelle

Beim Entladen sind die Rollen und ihre Verpackung auf Beschädigungen zu überprüfen. Sofern es sich nur um eine leichte Beschädigung der Verpackungsfolie handelt, kann diese mit witterungsbeständigem Klebeband vor Ort repariert werden. Lassen die Beschädigungen auf eine mechanische Beanspruchung des Materials während des Transports oder Entladens schließen, sind diese Rollen gesondert zu lagern und die Solmax Geosynthetics GmbH ist unverzüglich zu verständigen. Eine weitere Verwendung der Rollen ist nur nach vorheriger Rücksprache mit der Solmax Geosynthetics GmbH möglich.

Beim Entladen ist die Etikettierung der Rollen zu kontrollieren. Rollen, die wegen einer fehlenden Kennzeichnung nicht den Lieferdokumenten zugeordnet werden können, dürfen nicht verwendet werden. Das weitere Vorgehen ist mit der Solmax Geosynthetics GmbH abzustimmen.

Werksseitig sind die Rollen an den Drittelpunkten der Rollenbreite mit Hebegurten für das Entladen und den Transport ausgerüstet. Weiterhin können die Rollen mit einer Traverse, wie in Abb. 2 dargestellt, entladen und transportiert werden. Eine solche Traverse kann gleichzeitig als Abrollvorrichtung während des Verlegens von BentoLiner® LAGA eingesetzt werden. Alternativ besteht die Entlade- und Transportmöglichkeit mit einem Baustellengerät, dass mit einem Rohr oder Dorn ausgestattet ist, der mindestens 2/3 der Rollenbreite in den Kern hineingeschoben werden kann.

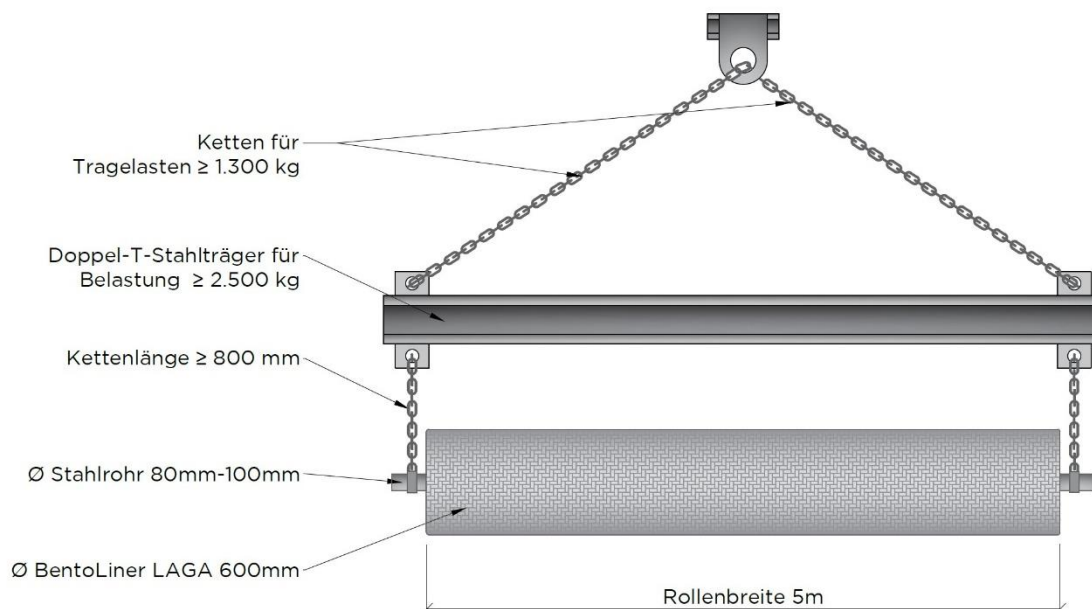


Abb. 2 Prinzipskizze einer Transport- und Verlegetraverse für BentoLiner® LAGA

Die auf der Baustelle eingesetzten Geräte und die gewählte Transportmethode müssen so aufeinander abgestimmt sein, dass mit ihnen in jeder Situation das Rollengesamtgewicht von bis zu 1,5 Tonnen sicher beherrscht werden kann. Für die Auswahl des Hebeegerätes sind Schwerpunkt der Rolle und die Länge des Hebelarms zu beachten.

Es ist darauf zu achten, dass die Rollen beim Entladen nicht beschädigt werden, dass Gurte oder Traversen das Material nicht quetschen oder der Geokunststoff in sonstiger Weise mechanisch beansprucht wird. Hierbei gilt den Rollenden besondere Aufmerksamkeit.

Auch hier gilt, dass geringfügige Beschädigungen der Verpackungsfolie mit witterungsbeständigem Klebeband repariert werden können.

Für die Lagerung auf der Baustelle sind saubere, tragfähige, trockene und ebene Flächen vorzuhalten, die auch bei Regen trocken bleiben und außerhalb des Einflussbereiches von Grund- und Schichten- oder Hangwasser sind. Fremdkörper, die sich in die Rollen eindrücken können, sind vor dem Ablegen der Rollen zu entfernen. Es dürfen keine Lagerhölzer unter den Rollen zum Ablegen oder Aufnehmen, z.B. mit einer Hebegabel, verwendet werden. Die Rollen dürfen auch nicht auf diese Art und Weise bewegt werden.

Es können maximal fünf Lagen BentoLiner® LAGA übereinander in Pyramidenform gelagert werden. Dabei liegen die Rollen parallel zueinander. Für den Zeitraum der Lagerung sind die Rollen mit einer wetterfesten und UV-stabilen Folie abzudecken. Die Rollen sind in ihrer originalen Verpackung zum vorgesehenen Einbauort zu transportieren und dort erst unmittelbar vor dem Einbau zu entpacken.

Angefangene Rollen sind auf der Baustelle wirksam gegen Sonneneinstrahlung und Witterungseinflüsse zu schützen. Material, das trotz aller Sorgfalt nass geworden ist, darf nicht eingebaut werden, wenn es bereits vorgequollen ist oder einen Wassergehalt von 50 Masse-% oder mehr aufweist.

Für die Lagerung der Säcke mit Bentonitpulver sind die gleichen Anforderungen zu erfüllen.

### **3.4 Gerätetechnische Ausstattung**

Für das Handling und die Verlegung von BentoLiner® LAGA sind auf der Baustelle folgende Geräte und Arbeitsmittel vorzuhalten:

- Bagger oder Radlader für den Einbau, gegebenenfalls mit einem verlängerten Arm
- Verlegevorrichtung, z.B. Traverse der Abb. 2 mit einem Wirbel, um die Verlegerichtung korrigieren zu können
- Streuwagen oder Gießkannen bzw. Eimer für das Einstreuen von Bentonitpulver
- Schaufel und Kellen
- Universalmesser mit gehärteter Klinge (schwarz) oder Rollenschneider (z.B. Bosch GUS 12V-300 Professional mit Akku)
- Maßband, Gliedermaßstab
- farbige Schlagschnur und Kreidestifte
- weicher Besen zum Reinigen der Überlappungen
- Schild (Brett mit Stiel) oder vergleichbare Vorrichtung, um eventuelle Spurrillen der Baufahrzeuge auf dem Planum unmittelbar vor dem Verlegen einzuebnen

### 3.5 Qualifikation des Einbaupersonals

Das eingesetzte Personal muss nachweislich über Erfahrungen mit der Verlegung von geosynthetischen Tondichtungsbahnen verfügen und in diese Verlegeanleitung eingewiesen sein bevor mit der Verlegung begonnen wird. Nach Bedarf kann nach Absprache eine Einweisung des Personals durch Mitarbeiter der Solmax Geosynthetics GmbH oder einer von ihr benannten Person erfolgen. Die Einweisung ist zu dokumentieren.

Auf der Baustelle ist ein Exemplar dieser Verlegeanleitung so zu hinterlegen, dass sie jederzeit von dem mit der Verlegung beauftragten Personal eingesehen werden kann.

### 3.6 Witterungsvoraussetzungen für den Einbau

Die Witterung muss so sein, dass BentoLiner® LAGA in trockenem Zustand verlegt werden kann. Es ist sicherzustellen, dass die geosynthetische Tondichtungsbahn bis zum Überdecken mit mindestens 0,30 m Boden nicht durch Regen oder auf dem Planum stehendes Wasser durchfeuchtet wird.

Verlegte Bahnen sind unmittelbar, in der Regel innerhalb von 24 Stunden, nach ihrem Einbau mit Boden zu überschütten. Die erforderliche Mindestauflast beträgt 5 kN/m<sup>2</sup>. Sollte dies unplanmäßig nicht möglich sein, z. B. in Anschlussbereichen, so ist der freiliegende Bereich mit wasserdichten Planen gegen Regen und Nachtfeuchte zu schützen. Dies gilt insbesondere für bereits abgedichtete Überlappungsbereiche und die Ränder der Rollen.

Der Wassergehalt des Bentonits von BentoLiner® LAGA muss vor dem Überschütten kleiner als 50 Masse-% sein. Bereiche, die dieses Kriterium nicht erfüllen, sind wieder zurückzubauen und durch trockenes Material zu ersetzen. Wenn es die Standsicherheit zulässt, können die durchfeuchteten Bereiche auch mit einer zusätzlichen Lage BentoLiner® LAGA überbaut werden. Hierbei ist jedoch sicherzustellen, dass sich in Abhängigkeit von der Böschungsneigung keine hangparallelen Scherfugen ausbilden. Gegebenenfalls ist ein entsprechender statischer und labortechnischer Nachweis zu führen.

### 3.7 Anforderungen an das Planum

Das Planum soll aus einem weit gestuften Kies-Sand-Gemisch oder feinerem Boden bestehen und den Vorgaben entsprechend verdichtet und abgewalzt sein. Zur Minimierung eines Wasserdampftransports nach unten soll für die oberen 30 cm der Trag- und Ausgleichsschicht weitgestuftes Material (Ungleichförmigkeit  $U > 6$ , Krümmungszahl  $C_c$  1 bis 3) im Körnungsbereich von 0 bis 20 mm eingesetzt werden. Der Feinkornanteil (Schluff und Ton) soll nicht mehr als 20 Masse-% betragen. Ein Überkorn bis 32 mm ist zulässig, wenn dieses schwimmend eingebettet ist. Bis an die Oberfläche des Planums reichende Kiesnester müssen mit Sand abgestreut werden. Nicht weitgestuftes Material kann eingesetzt und/oder die Dicke auf 15 cm reduziert werden, wenn aufgrund der Abfalleigenschaften ein Wasserdampftransport aus der GTD nach unten ausgeschlossen werden kann.

Die Verwendung von anderen Körnungen bedarf im Einzelfall der Zustimmung der abfallrechtlich zuständigen Behörde.

Das Verlegeplanum muss die Anforderungen nach BQS 5-5 Nr. 5 erfüllen. Hierfür ist ein Nachweis im Probefeld erforderlich.

Auf dem Planum darf kein Wasser stehen oder Eis liegen.

### 3.8 Verlegung von BentoLiner® LAGA

Nachfolgende Grundsätze sind zu beachten und bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen:

Für die Verlegung ist eine Abrollvorrichtung, wie in Abb. 2 dargestellt oder vergleichbar, zu verwenden.

- Die Verpackung von BentoLiner® LAGA ist erst unmittelbar vor dem Verlegen zu entfernen.
- BentoLiner® LAGA ist dachschindelartig in Böschungsfallrichtung zu verlegen (Abb.).
- In der Regel wird BentoLiner® LAGA mit der Gewebeseite nach unten verlegt. Das entspricht auch der Standardwickelrichtung der Rollen.
- BentoLiner® LAGA ist auf Böschungen steiler als 1:5 in Gefällerrichtung abzurollen und zu verlegen.
- Die Rollen sollen ohne Krafteintrag, faltenfrei und parallel zueinander verlegt werden. Die Mindestüberlappung für alle Überlappungen beträgt mindestens 30 cm.
- Sofern auf Böschungen mit einer Neigung ab ca. 1:3 Querüberlappung nicht vermieden werden können, ist sicher zu stellen, dass diese gegebenenfalls durch konstruktive Maßnahmen gegen Abrutschen gesichert werden. Darüber hinaus ist die Standsicherheit des Abdichtungssystems für alle Bauphasen und Betriebszustände nachzuweisen.
- Kreuzstöße für Überlappungen dürfen nicht hergestellt werden. T-Stöße müssen untereinander einen Mindestabstand von 1 m haben. (Abb. 3).
- Querüberlappungen sind unmittelbar an der Böschungskrone zu vermeiden und im Bereich von Tiefpunkten auf das notwendige Minimum zu beschränken.
- Der Vorlauf in der Verlegung von BentoLiner® LAGA darf nur so groß sein, wie arbeitstäglich auch mit Boden überdeckt werden kann. Dies kann durch die Witterung weiter eingeschränkt werden.

Die verlegte geosynthetische Tondichtungsbahn darf nicht direkt befahren werden und sollte nur wenig betreten werden. Die Überlappungsbereiche dürfen weder überfahren noch betreten werden.

### 3.9 Herstellen von Überlappungen

#### 3.9.1 Allgemeines

Alle Überlappungen sind mindestens 30 cm breit auszuführen. Diese Überlappungsbreite ist in Längsrichtung der Bahnen auf der Oberseite des Vliesstoffes beidseitig mit fortlaufendem Produktnamen markiert. Auf der Gewebeseite ist beidseitig jeweils eine farbige Linie bei 20 und 30 cm.

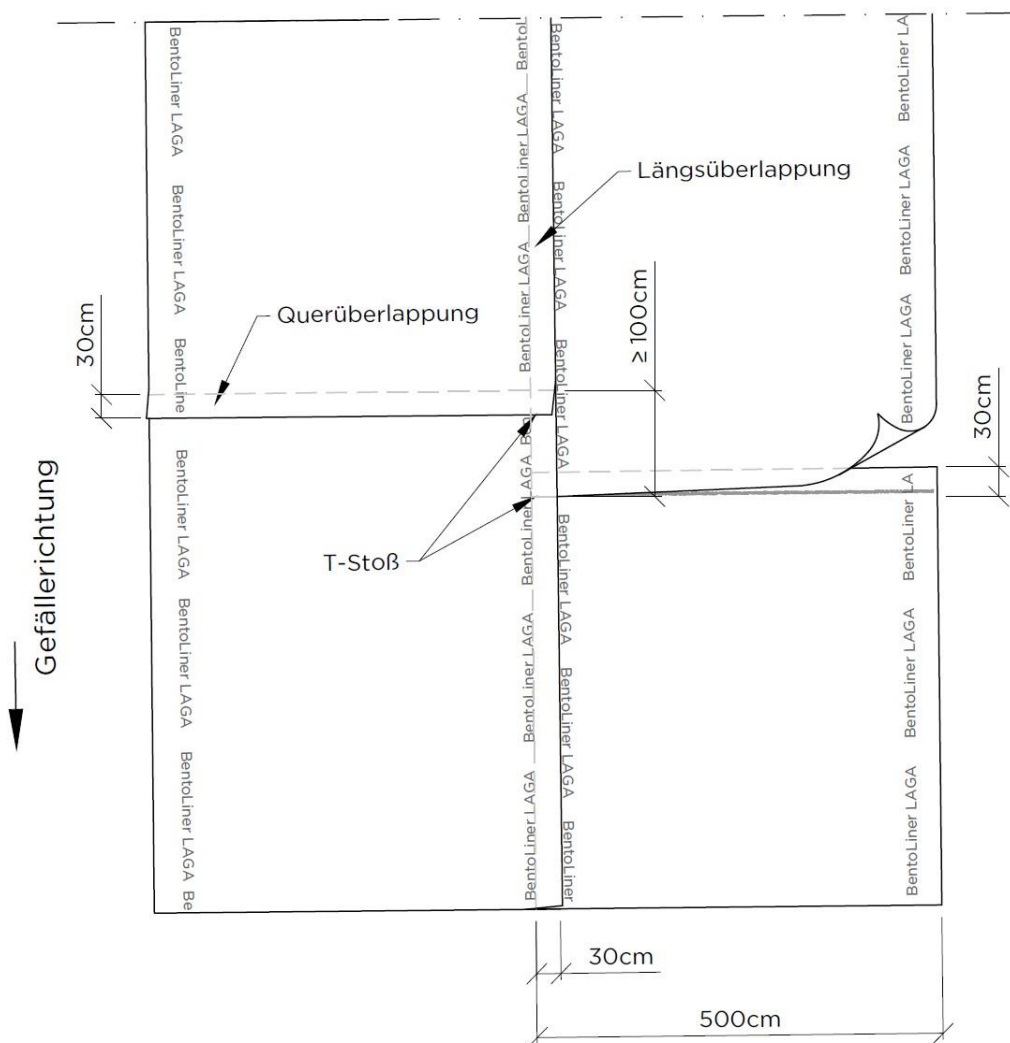


Abb. 3 Verlegerichtung und Überlappungen 30cm Überlappung

Im Fall von Querstößen ist es hilfreich die Überlappungsbreite abzumessen und mit einer Schlagschnur zu markieren. BentoLiner® LAGA lässt sich problemlos mit einem Universalmesser oder einem Rollenschneider konfektionieren.

### 3.9.2 Herstellen von Längsüberlappungen

Längsüberlappungen sind bahnparallele Überlappungen in Gefällrichtung. Die jeweiligen Überlappungsbereiche sind von Verunreinigungen zu befreien. Sie müssen glatt und vollflächig auf dem Planum aufliegen. Mittig der 30 cm breiten Längsüberlappungen wird Bentonitpulver mit mindestens 0,4 kg/m gleichmäßig, in einer Breite von ca. 15 bis 20 cm aufgetragen. Die Einstreuhöhe des Bentonitpulver in diesen Bereichen ergibt sich dabei zu ca. 2,3 mm. Als Hilfsmittel für die Einstreuung können Eimer, Gießkannen oder Streuwagen verwendet werden.

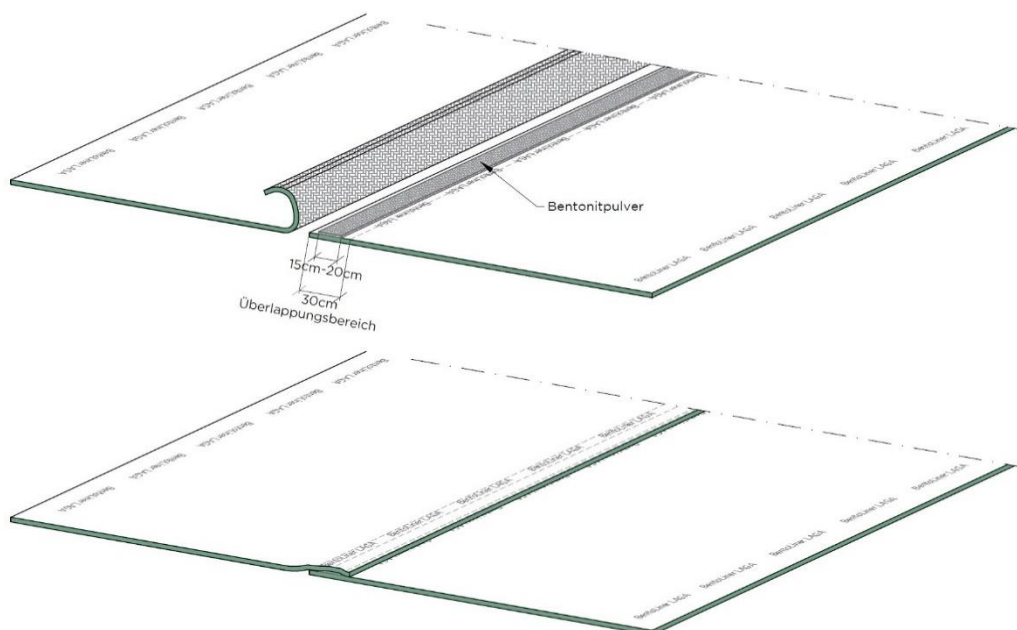


Abb. 4 Ausbildung von Längsüberlappungen

### 3.9.3 Herstellen von Querüberlappungen

Querüberlappungen sind Bereiche quer zur Abrollrichtung am Anfang oder Ende einer Rolle bzw. an der Schnittkante nach dem Ablängen von BentoLiner® LAGA. Die jeweiligen Überlappungsbereiche sind von Verunreinigungen zu befreien. Es empfiehlt sich, die Überlappungsbreite zu markieren. Nachdem die oberliegende Bahn zurückgeschlagen ist, wird in einer Breite von ca. 15 bis 20 cm mittig im 30 cm breiten Überlappungsbereich mindestens 0,4 kg/m Bentonitpulver eingestreut. Die Einstreuhöhe des Bentonitpulver in diesen Bereichen ergibt sich dabei zu ca. 2,3 mm. Danach wird der Überlappungsbereich wieder mit der anzuschließenden Rolle abgedeckt.

Querüberlappungen sind dachschindelartig in Gefällrichtung herzustellen und an Tiefpunkten zu vermeiden.

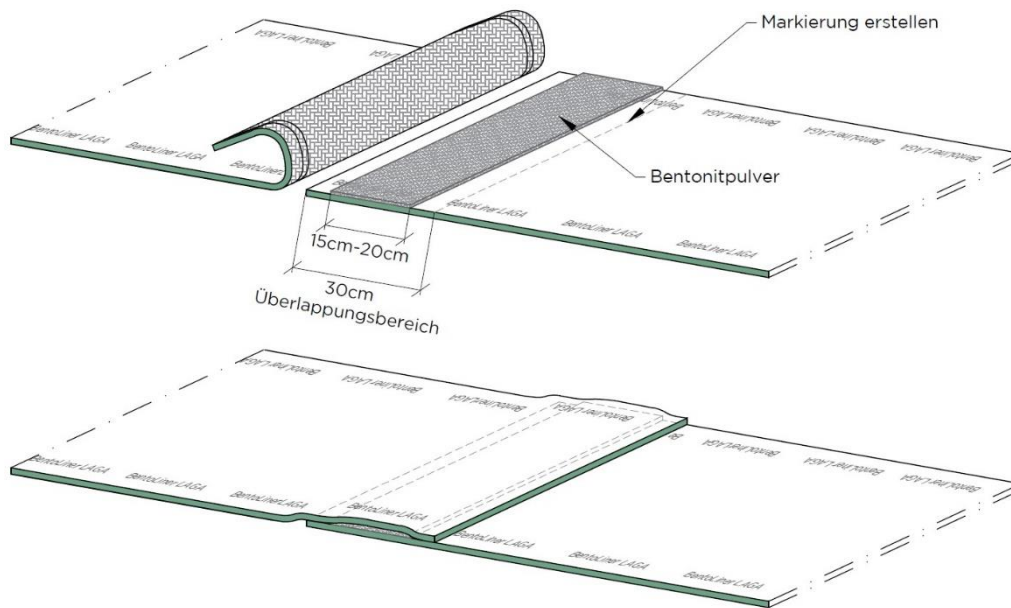


Abb. 5 Ausbildung von Querüberlappungen

### 3.9.4 Herstellen von T-Stößen

T-Stöße sind die Punkte, an denen sich Längs- und Querüberlappungen treffen. Es muss jedoch eine der Überlappungen durchgehend sein, so dass keine Überlappungskreuzungen entstehen. BentoLiner® LAGA ist so zu verlegen, dass zwischen verschiedenen T-Stößen ein Mindestabstand von 1 m eingehalten wird (Abb. 3).

### 3.9.5 Herstellen von Rohrdurchführungen

Für Rohrdurchführungen ist ein zusätzliches Passtück BentoLiner® LAGA vorzusehen. Die Kantenlänge des Passtückes soll mindestens 1,20 m zuzüglich Rohrdurchmesser betragen. In dem Bereich um das Rohr ist gemäß Abb. 6 Bentonitpulver einzubringen. In den Außenkanten des Passtückes ist ein umlaufender Randstreifen von ca. 10 cm ohne zusätzliches Bentonit zu belassen, so dass die beiden geosynthetischen Tondichtungsbahnen hier unmittelbar aufeinanderliegen.



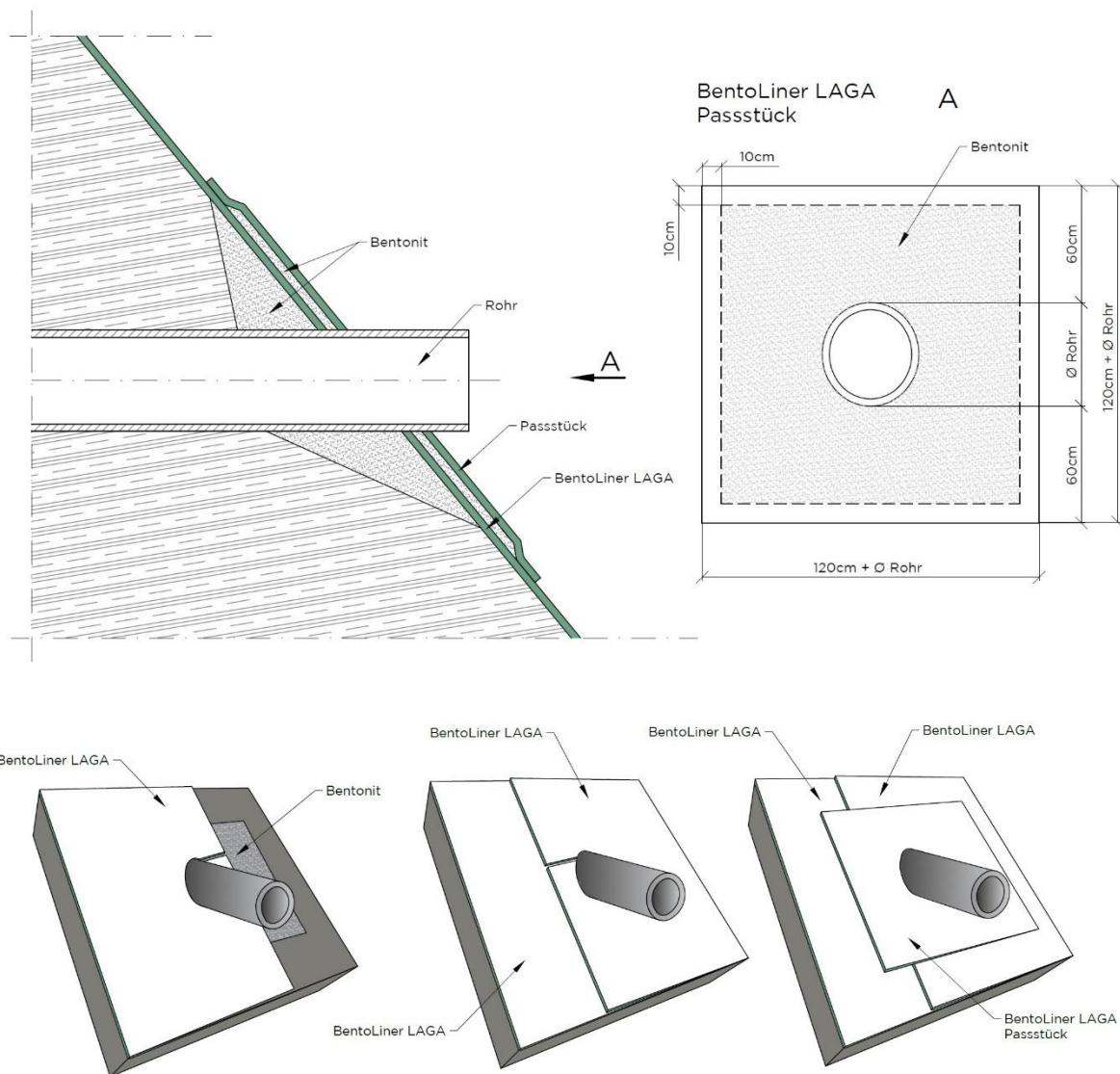


Abb. 6 Ausbildung von Rohrdurchführungen

Die auf der Böschung liegenden Bahnen werden einseitig in Höhe Mitte des Rohres wie in Abb. 6 dargestellt eingeschnitten. Im Passstück wird der Bereich des Rohrdurchmessers herausgeschnitten oder es können kreuzförmig Schlitze, die nicht größer als der Rohrdurchmesser sind angeordnet werden. Das zugeschnittene Passstück, soll das Rohr dicht umschließen. Der Bereich der geplanten Schnitte sollte angefeuchtet werden und dann mit einem Universalmesser eingeschnitten werden.

Es ist zusätzliches Bentonitpulver oder Bentonitpaste zu verwenden, um das Rohr und die Durchdringungsstelle abzudichten.

Im Falle des Einbaus von Oberboden ohne darunterliegende Kunststoffdichtungsbahn ist im Bereich der Rohrdurchführung der Deckboden gesondert und besonders vorsichtig einzubauen, um Verschiebungen zu vermeiden.

### 3.9.6 Herstellen von Bauwerksanschlüssen

Anschlüsse an Bauwerke oder aufgehende Bauteile sind, wie in Abb. 7 dargestellt, mit einem zusätzlichen Streifen BentoLiner® LAGA herzustellen. Nachdem der zusätzliche Streifen BentoLiner® LAGA mit einer Profilschiene und Bolzen am Bauwerk fixiert worden ist, wird zwischen die beiden Lagen der geosynthetischen Tondichtungsbahn Bentonitpulver aufgetragen. Sofern möglich soll die zusätzliche Bahn BentoLiner® LAGA oberhalb der Entwässerungsschicht befestigt werden, so dass sie oberhalb des maximal zu erwartenden Wasserspiegels endet. Danach werden die beiden Bahnen aneinandergedrückt und durch Aufbringen der Bodenauflast in ihrer Lage gesichert

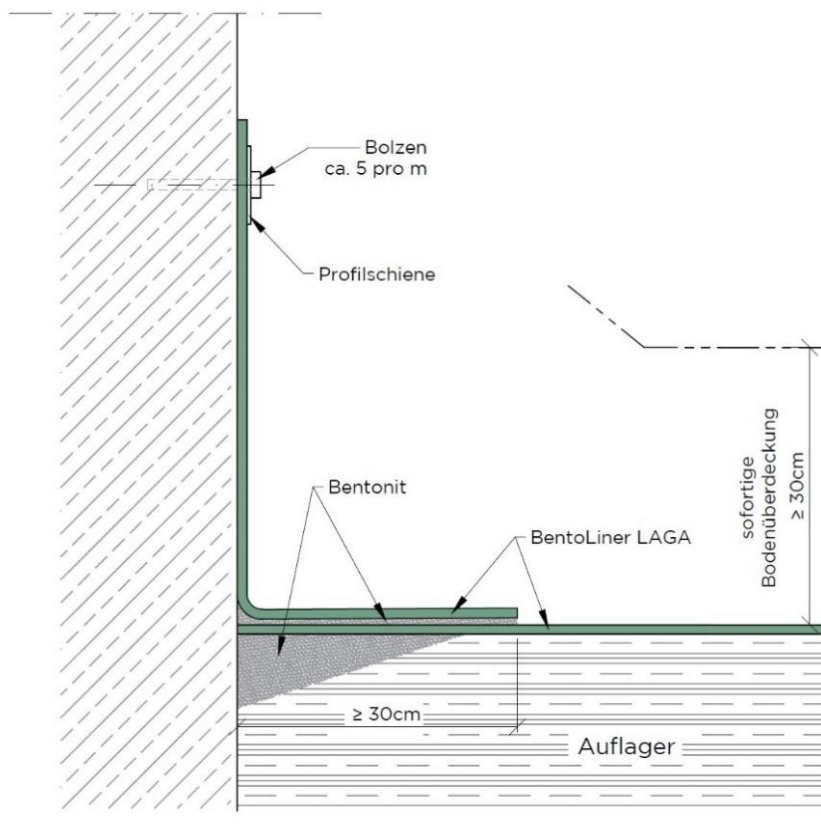


Abb. 7 Anschluss an Bauwerke – Variante A

Alternativ kann der Anschluss auch wie in Abb. 8, mit einem zusätzlichen Dichtkeil aus Bentonitpulver, ohne Flachstahl erfolgen.

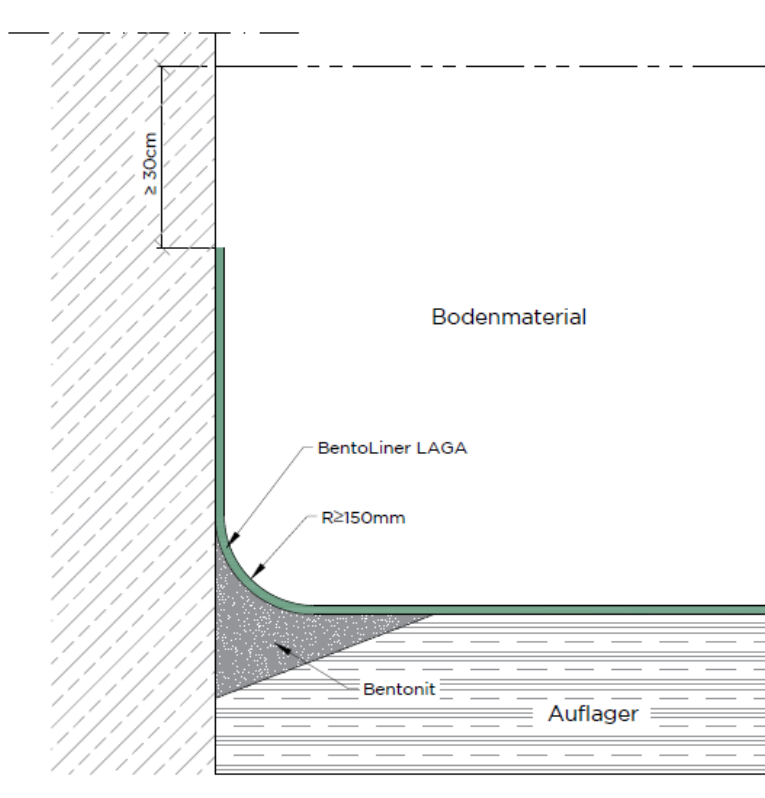


Abb. 8 Anschluss an Bauwerke – Variante B

### 3.9.7 Arbeitsunterbrechungen

Sollten Arbeitsunterbrechungen notwendig sein, ohne dass die geosynthetische Dichtungsbahn vollständig mit Boden abgedeckt werden kann, sind besondere Sicherungsmaßnahmen für BentoLiner® LAGA vorzusehen. Arbeitsunterbrechungen von mehr als 24 Stunden erfordern die in Abb. 9 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 Bodenauflast von  $10 \text{ kN/m}^2$ , mindestens  $0,60 \text{ m}$  Boden, zu versehen.

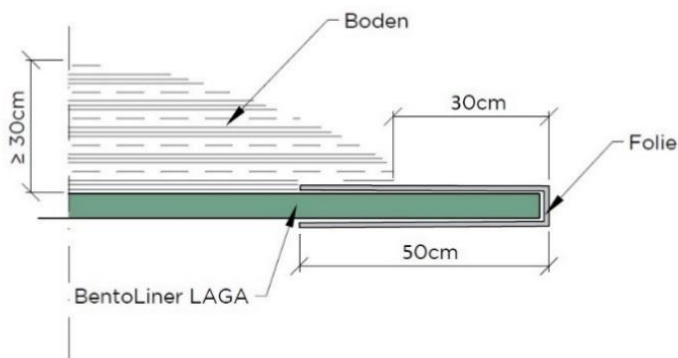


Abb. 9 Sicherung des Anschlussbereiches bei Arbeitsunterbrechungen

### 3.9.8 Reparaturen

Eine Schadstelle an verlegtem BentoLiner® LAGA kann durch eine zusätzliche Lage BentoLiner® LAGA 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 BentoLiner® LAGA zu überdecken.

### 3.10 Überschüttung mit Boden

Die Überschüttung der geosynthetischen Tondichtungsbahn hat unmittelbar, in der Regel innerhalb von 24 Stunden, nach ihrer Verlegung zu erfolgen und muss vor dem Quellen des Bentonits abgeschlossen sein. Im Fall ungünstiger Witterung und zu erwartendem Regen sind die Verlegearbeiten einzustellen und die bereits verlegten Bereiche mit Boden abzudecken. Ein flächiges Abdecken bereits verlegter Bahnen hat mit Boden zu erfolgen und nicht planmäßig durch Baufolie oder andere in Abschnitt 3.9.7 beschriebene Sicherungsmaßnahmen.

Wenn Zweifel daran bestehen, ob der verlegte BentoLiner® LAGA bereits ohne Auflast gequollen ist, dann ist vor dem Überschütten mit Bodenmaterial zu überprüfen, ob der Wassergehalt des Bentonits der verlegten BentoLiner® LAGA 50 Masse-% nicht überschritten hat. Nur dann darf der Abschnitt mit Boden überbaut werden.

BentoLiner® LAGA darf nicht direkt befahren werden. Beim Befahren oberhalb der aufgebrauchten Bodenschicht sollen die Baugeräte einen möglichst geringen Druck auf die geosynthetische Tondichtungsbahn ausüben. Scharfes Wenden und plötzliches Bremsen kann zur Beschädigung von BentoLiner® LAGA führen und ist unbedingt zu vermeiden. Die erste Bodenschicht ist in einer Mächtigkeit von mindestens 0,30 m einzubauen, so dass eine Auflast von mindestens  $5\text{ kN/m}^2$  sichergestellt wird. Diese kann aus der wasserspeichernden Sandschutzschicht gemäß Anhang 3 der Eignungsbeurteilung, der Entwässerungsschicht und einem Teil der Rekultivierungsschicht resultieren.

Maximale Korndurchmesser betragen:

$d_{\text{max}} = 16\text{ mm}$                       oder                       $d_{\text{max}} = 32\text{ mm}$  bei  $U \geq 5$

Ist innerhalb von 48 Stunden nach dem Einbau von BentoLiner® LAGA mit Niederschlag zu rechnen, dann ist die Mächtigkeit der Bodenschicht auf mindestens 0,60 m zu erhöhen um eine Auflast von ca. 10 kN/m<sup>2</sup> sicher zu stellen.

Innerhalb von 14 Tagen nach dem Aufbringen der ersten, 0,30 m mächtigen Schutzlage ist die Mächtigkeit der überlagernden Bodenschicht auf mindestens 0,80 m zu erhöhen. Dieser Zeitraum sollte verkürzt werden, wenn die Bodenschicht und die geosynthetische Tondichtungsbahn bei warmem und trockenem Wetter austrocknen könnten. Nach maximal weiteren 5 Monaten sollte die endgültige Mächtigkeit der überlagernden Bodenschichten aufgebaut sein. Dieser Zeitraum ist zu verkürzen, um vor einer Kälteperiode eine Überdeckung sicherzustellen, unter der die geosynthetische Tondichtungsbahn frostfrei bleibt.

Der Bodeneinbau hat im Vor-Kopf-Verfahren zu erfolgen. Durch das Einschleppen von Boden dürfen Überlappungs- und Anschlussbereiche 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.

BentoLiner® LAGA darf erst nach dem Aufbringen der ersten, mindestens 0,30 m mächtigen Bodenschicht flächig betreten werden. Eine Befahren ist erst mit einer Mindestüberdeckung von 0,80 m zulässig. Ein Überfahren geosynthetischer Tondichtungsbahnen außerhalb von Fahrstraßen für den Baustellenverkehr, insbesondere über den für die Verteilung des Oberbodens notwendigen Verkehr hinaus, ist nicht zulässig. Die Baustellenfahrzeuge sollen kettengetrieben sein und eine geringe Bodenpressung aufweisen.

Als erstes sind eventuell vorhandene Verankerungsgräben zu verfüllen. Der Bodeneinbau auf Böschungen hat grundsätzlich so zu erfolgen, dass kein Boden in die Überlappungsbereiche geschoben wird. Bodenmassen sollen in der Böschung nicht punktuell aufgebracht werden. Die Fallhöhe des Bodens ist auf das technisch notwendige Mindestmaß zu beschränken.

Wenn Besorgnis besteht, dass durch die Einbautechnologie oder den Baubetrieb Beanspruchungen in die geosynthetische Tondichtungsbahn eingetragen werden, dann sind mit Hilfe eines Profelfelds auch die baustellenspezifischen Randbedingungen zu verifizieren.

### **3.11 Einbau von BentoLiner® LAGA in einer Kombinationsabdichtung mit Kunststoffdichtungsbahn**

Für die Verlegung der Kunststoffdichtungsbahn ist sicherzustellen, dass zwischen der Kunststoffdichtungsbahn und BentoLiner® LAGA keine Fremdkörper > 2 mm vorhanden sind.

Die Kunststoffdichtungsbahn ist so zu verlegen, dass ein Verschieben der geosynthetischen Tondichtungsbahn insbesondere in Überlappungs- und Anschlussbereichen wirksam ausgeschlossen wird. Dazu ist die Kunststoffdichtungsbahn passgenau zu positionieren und langsam, kontrolliert abzurollen.

Entweder werden die geosynthetische Tondichtungsbahn und die Kunststoffdichtungsbahn abwechselnd verlegt, während das Einbaugerät parallel zur Abrollrichtung fährt, oder die Kunststoffdichtungsbahn wird mit Hilfe einer Traverse und einer Seilwinde hangabwärts auf der geosynthetischen Tondichtungsbahn ausgerollt. Mit beiden Varianten kann sichergestellt werden, dass die Geokunststoffe nicht direkt befahren werden müssen. Es sind für beide Techniken geeignete Baugeräte vorzuhalten.

Für den Einbau der Kunststoffdichtungsbahn sind die Hinweise zur Verlegung des Herstellers bzw. des Lieferanten der Kunststoffdichtungsbahn zu beachten. Es ist auszuschließen, dass durch das Schweißen an der Kunststoffdichtungsbahn die geosynthetische Tondichtungsbahn in Ihrer Lage beeinflusst oder beschädigt wird.

Das Überbauen der Kunststoffdichtungsbahn mit Entwässerungsschicht und Bodenmaterialien soll in der Regel am selben Arbeitstag, muss jedoch spätestens am zweiten Arbeitstag nach der Verlegung der Kunststoffdichtungsbahn erfolgen. Weiterführende Regelungen, wie sie sich z. B. aus der Zulassungsrichtlinie der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) für Kunststoffdichtungselemente ergeben können, bleiben davon unberührt und sind zu beachten. Auch beim Überbauen der Kunststoffdichtungsbahn gilt es innerhalb des genannten Zeitraumes eine Mindestauflast von 5 kN/m<sup>2</sup> (mindestens 0,30 m Bodenauflast) aufzubringen, um ein freies Quellen des unter der Kunststoffdichtungsbahn liegenden BentoLiner® LAGA zu verhindern.

Auch in Kombination mit einer Kunststoffdichtungsbahn ist vor dem Aufbringen der Auflast sicherzustellen, dass der Wassergehalt des Bentonits 50 Masse-% nicht überschreitet.

Die gesamte Mächtigkeit der überlagernden Bodenschichten sollte innerhalb von 4 Wochen hergestellt sein. Das Abdichtungssystem muss zu Beginn einer Kälteperiode so überbaut sein, dass die Abdichtungskomponenten frostfrei bleiben.

### 3.12 Schlussbemerkungen

Die Erstellung des Bestandsplans gemäß QMP hat nach Fertigstellung der Verlegearbeiten entsprechend der Anlage 4.2 „SQÜ GTD“ in [18] zu erfolgen.

Diese Verlegeanleitung wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt und soll einen ordnungsgemäßen Einbau der geosynthetischen Tondichtungsbahn vom Typ BentoLiner® LAGA sicherstellen. Sie ersetzt aber nicht weiterführende Regelungen und baustellenspezifische Planungen, insbesondere keine statischen und labortechnischen Nachweise, die für unterschiedliche Bauwerksgeometrien zu führen sind.

BentoLiner® LAGA ist so zu verlegen, dass während der Einbauphase und danach keine Zugkräfte eingetragen werden. Mechanische Beanspruchungen durch den Einbau sind unter Beachtung dieser Verlegeanleitung auf ein Minimum zu reduzieren. Im Zweifel ist die örtliche Bauüberwachung zu informieren und deren Entscheidung zum weiteren Vorgehen einzuholen.

Diese Verlegeanleitung entspricht dem derzeitigen Wissensstand des Herstellers von BentoLiner® LAGA. Änderungen im Sinne von technischem Fortschritt bleiben vorbehalten. Aus dieser Verlegeanleitung können keine Gewährleistungsansprüche abgeleitet werden.

## **4. Qualitätsmanagement bei der Verlegung von BentoLiner® LAGA**

### **4.1 Allgemeines**

Die Verlegung von BentoLiner® LAGA als Dichtungselement in einem Oberflächenabdichtungssystem erfolgt unter abfallrechtlicher Überwachung. Das Qualitätsmanagement bei der Verlegung besteht aus:

- Eigenprüfung durch die Bauausführende Firma - EP
- Fremdprüfung durch einen in Abstimmung mit der abfallrechtlich zuständigen Behörde beauftragten Fremdprüfer - FP
- Überwachung durch die zuständige Behörde

Im Folgenden werden Hinweise zur Erstellung des Qualitätsmanagementplans (QMP) gegeben. Darüber hinaus sind die Anforderungen des SQÜ GTD der Anlage 4.2 zu [18] zu berücksichtigen. Die verbindlichen Festlegungen sind unter Berücksichtigung der besonderen Bestimmungen dieser Eignungsbeurteilung und den jeweiligen projektspezifischen Erfordernissen in Abstimmung mit der abfallrechtlich zuständigen Behörde zu treffen.

Die Kontrollen und Prüfungen beziehen sich auf:

- den Probearbeit 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 von BentoLiner® LAGA beauftragten Unternehmen müssen über ausreichende Erfahrungen mit der Verlegung von Tondichtungsbahnen und entsprechend qualifiziertes Personal verfügen. Die mit der Fremdprüfung beauftragte Stelle hat für die Einbauinspektion von geosynthetischen Produkten entsprechend akkreditiert zu sein. 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-Empfehlung E 3-5 [18] zu erfolgen. Die vorgesehene Größe muss die Ausführung einer ausreichenden Anzahl von Längs- und Querüberlappungen ermöglichen.

Die Verlegung von BentoLiner® LAGA erfolgt durch das bauausführende Unternehmen nach der Verlegeanleitung, die der Hersteller unter Berücksichtigung von Anhang 1 Nr. 3 dieser Eignungsbeurteilung zu erstellen hat. Sie wird vom Eigenprüfer, dem Fremdprüfer und der abfallrechtlich zuständigen Behörde kontrolliert.

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
- Aufbringung der Überschüttung
- 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 BentoLiner® LAGA 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 sind die Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponiebauwerke“ GDA E 3-8 Reibungsverhalten von Geokunststoffen [10] zu beachten.

### **4.3 Transport, Entladung und Zwischenlagerung**

Die Einhaltung der Anforderungen des Abschnitts 1.5.2 der besonderen Bestimmungen dieser Eignungsbeurteilung sind vom Eigenprüfer und vom Fremdprüfer zu kontrollieren.



Eignungsbeurteilung von BentoLiner® LAGA zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.03.2023	Anhang 1 Seite 20
---	----------------------

#### 4.4 Produktidentifikation vor der Verlegung

Vor der Verlegung ist BentoLiner® LAGA 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 2.3.4)	EP	FP
Lieferidentität anhand der Lieferpapiere und Etiketten	DIN EN 13493	-	jede Lieferung	jede Lieferung
Masse pro Flächeneinheit bei $\leq 13$ % Wassergehalt	DIN EN 14196, $\rho_{GBR-C}$	5.400 g/m <sup>2</sup>	-	mind. 1 x je Lieferung, alle 2.500 m <sup>2</sup>
Bentoniteinlage bezogen auf einen Wassergehalt 0 Gew.-%	DIN EN 14196, $\rho_{TON, o\%}$	4.500 g/m <sup>2</sup>		alle 2.500 m <sup>2</sup>
Höchstzugkraft MD/CMD*	DIN EN ISO 10319	MD: 12 kN/m CMD: 10 kN/m	-	alle 10.000 m <sup>2</sup> alle 10.000 m <sup>2</sup>
Dehnung bei Höchstzugkraft MD/CMD*	DIN EN ISO 10319	MD: 14 % CMD: 10%	-	alle 10.000 m <sup>2</sup> alle 10.000 m <sup>2</sup>
Verbindungsfestigkeit bestimmt als Schälfestigkeit MD	ASTM D 6496Ma oder DIN EN ISO 13426-2	390 N/m	-	alle 7.500 m <sup>2</sup>
Permittivität	DIN EN 16416 (i=150, ca. 35 kPa Auflast)	2,0 * 10 <sup>-9</sup> 1/s	-	alle 7.500 m <sup>2</sup>

\* Messung über den Traversenweg zulässig; alternativ kann der Parameter nach DIN EN 29073-3:1992-08 bestimmt werden, wenn in der Eignungsbeurteilung nach diesem Verfahren bestimmte Korrelationsfaktoren verankert sind.

#### 4.5 Verlegevoraussetzungen

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

Eigenschaft	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 Einbindegräben	Einhaltung der Vorgaben aus der Deponiezulassung
Witterungsbedingungen	Einhaltung der Vorgaben aus der Eignungsbeurteilung und der Verlegeanleitung
Art des Überschüttungsmaterials	Einhaltung der Vorgaben aus der Eignungsbeurteilung und dem Probefeld

Eignungsbeurteilung von BentoLiner® LAGA zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 03.03.2023	Anhang 1 Seite 21
---	----------------------

#### 4.6 Verlegung

Die Tondichtungsbahn 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 des Fremdprüfers voraus.

Eigenschaft	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

Die Abnahme des fertigen Dichtungselements hat nach abfallrechtlichen Vorgaben zu erfolgen. Vor dem Aufbringen der Überschüttung ist eine Teilabnahme der verlegten Bahnen vorzunehmen.

#### 4.8 Dokumentation

Vor Ausführung der Verlegearbeiten ist ein Verlegeplan zu erstellen, aus dem Ort, Abfolge, Richtung und Größe und Zuschnitte der zu verlegenden Bahnen hervorgehen. Im Zuge der Baumaßnahme ist arbeitstäglich der Ist-Zustand der Verlegung (mit Rollenummer, Zeitpunkt der Verlegung, Zeitpunkt der Überschüttung, Witterungsbedingungen, Probenahmen, besondere Vorkommnisse u. a.) im Verlegeplan, erforderlichenfalls ergänzt durch Protokolle, zu dokumentieren.

## Anhang 2: Produktkennzeichnung (Muster)



PRODUCT CODE: 1085263  
RESIN BATCH:  
**Bentoliner LAGA** POLYMER: PP / Bentonite  
PRODUCT TYPE: Geo Clay Liner GBR-C  
DATE MANUFACTURED: 09-Mar-2022

ROLL NO

**0470-010460**

### ROLL DIMENSIONS

LENGTH (+/- 1%)	WIDTH (+/- 1%)	AREA	WEIGHT
148,00 FT	16,40 FT	2427 SF	2646 LBS
45,00 M	5,00 M	225,00 SM	1200 KG

**MADE IN GERMANY**

*Hinweis: Der auf der Produktkennzeichnung ausgewiesene „PRODUCT CODE“ entspricht der Artikelnummer gemäß Nr. 1.3.3 der Eignungsbeurteilung zur Bentonitidentifizierung.*



1213

**Solmax Geosynthetics GmbH, Normannenweg 28, 20537 Hamburg, Germany  
21**

**DoP-No.: CPR-7540-BLI-LAGA-22-12**

**EN 13361: For use in** reservoirs and dams  
**EN 13362: For use in** canals  
**EN 13491: For use in** tunnel and underground structures  
**EN 13492: For use in** liquid waste disposal sites, transfer stations  
**EN 13493: For use in** solid waste storage and disposal sites  
**EN 15382: For use in** transportation infrastructure

### **BentoLiner LAGA**

**Intended uses: Barrier - Liquid**

**Tensile strength** (EN ISO 10319): MD 12.0 kN/m(- 3.0 kN/m)

**Tensile strength** (EN ISO 10319): MD 10.0 kN/m(-3.0 kN/m)

**Resistance to static puncture** (EN 12236): 2000 N (- 200 N)

**Index Flux** (EN 16416):  $2.8 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{s}$  ( $+0.8 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{s}$ )

#### **Durability:**

Resistant for at least 25 years in natural soils at a pH-value between 4 and 9 and soil temperature of < 25 °C.

Principally the product has to be covered on the day of installation. However, weather conditions might require covering it immediately.

**Dangerous substances:** NPD (no performance declared)

## **Anhang 3: Schutzmaßnahmen gegen schädliche Wasserspannungen in BentoLiner® LAGA**

Sofern der Austrocknungs- und Wurzelschutz der geosynthetischen Tondichtungsbahn nicht durch eine aufliegende Kunststoffdichtungsbahn gewährleistet wird, sind diese vorrangig von der Rekultivierungsschicht und durch entsprechende Gestaltung der auf der Bentonitmatte unmittelbar aufliegenden Entwässerungsschicht sicherzustellen.

Die Rekultivierungsschicht muss einen ausreichenden Bodenwasservorrat und den Pflanzen einen genügenden Wurzelraum zur Verfügung stellen (siehe auch BQS 7-1 [5] und GDA-Empfehlung E 2-32 [6]).

Die Dicke der Rekultivierungsschicht ist unter Berücksichtigung

- der Empfindlichkeit der mineralischen Abdichtungskomponente
- der meteorologischen Standortbedingungen
- der möglichen Wurzeltiefe der natürlichen potenziellen Vegetation des Standortes und
- der eingesetzten Böden

so zu dimensionieren, dass keine schädlichen Wasserspannungen auf die mineralische Abdichtungskomponente einwirken können.

Bei Einhaltung der nachfolgenden Kriterien kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass die o.g. Ziele erreicht werden:

- Mächtigkeit  $\geq 1,50$  m; je nach örtlichen klimatischen und pflanzenstandortspezifischen Gegebenheiten sowie ggf. auch abhängig von der späteren Nutzung (z. B. Wald) können größere Rekultivierungsschichtdicken erforderlich sein.
- Die eingebaute Bodenschicht soll eine ausreichende nutzbare Feldkapazität (nFK) aufweisen, damit die Pflanzen in sommerlichen Trockenperioden nicht absterben und ein durch den Trockenstress hervorgerufenen Tiefenwachstum der Wurzeln verhindert wird. Hierfür soll die nutzbare Feldkapazität mindestens 200 mm betragen.
- Zur Sicherstellung einer ausreichenden Nährstoffversorgung sollte im oberen Bereich der Rekultivierungsschicht ( $\approx 30$  cm) humoses Material verwendet werden (Oberboden).

Zur Vermeidung von Feuchtigkeitsentzug aus der BentoLiner® LAGA in Folge konvektiver Luftströmung ist die unmittelbar auf der BentoLiner® LAGA aufliegende Entwässerungsschicht in geeigneter Weise auszuführen. Hierfür kommt z. B. eine mindestens 10 cm dicke Wasser speichernde Sandschicht (SE, SW, SU nach DIN 18 196) in Frage<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Für die Sandschicht und ähnliche Ausführungen liegt ein Patent der Jena-Geos® GmbH, 07743 Jena vor