

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“

**Eignungsbeurteilung von Tektoseal® Clay NA 5000 LAGA+
zur Herstellung von mineralischen Dichtungen
in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien
vom 04.12.2018**

Inhalt:

1	Zusammensetzung und Eigenschaften	4
1.1	Allgemeines	4
1.2	Produktbeschreibung	4
1.3	Einzelkomponenten (Vorprodukte).....	5
1.3.1	Trägergeotextil	5
1.3.2	Deckgeotextil.....	6
1.3.3	Bentonit.....	6
1.4	Tondichtungsbahn (Endprodukt).....	7
1.5	Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung	7
1.5.1	Herstellung.....	7
1.5.2	Verpackung, Transport, Lagerung	8
1.5.3	Kennzeichnung	8
1.6	Konformitätsnachweis.....	9
1.6.1	Allgemeines.....	9
1.6.2	Werkseigene Produktionskontrolle	9
1.6.3	Fremdüberwachung	10
2	Entwurf und Bemessung	11
2.1	Entwurf des Abdichtungssystems	11
2.1.1	Rekultivierungsschicht und Bewuchs.....	11
2.1.2	Entwässerungsschicht.....	11
2.1.3	Dichtungsschicht	12
2.1.4	Dichtungsschicht aus GTD in Kombination mit Kunststoffdichtungsbahn	12
2.1.5	Trag- und Ausgleichsschicht	12
2.1.6	Konstruktive Gestaltung von Details	13
2.2	Bemessung des Abdichtungssystems.....	13
2.2.1	Nachweis der Standsicherheit	13
2.2.2	Mechanische Eigenschaften, Verformungssicherheit	16
2.2.3	Dichtigkeit.....	16
2.2.4	Durchwurzelungs- und Austrocknungssicherheit (Schutzmaßnahmen) ...	17
3	Ausführung, Dichtungseinbau	18
3.1	Qualitätsmanagementplan	18
3.2	Probefeld	18
3.3	Witterungsvoraussetzungen	18
3.4	Dichtungsaufleger / Planum.....	18
3.5	Herstellung der Dichtungsschicht.....	18
4	Nutzung, Unterhaltung, Wartung	19
5	Qualitätsmanagement	19
6	Technische Bezugsdokumente	20

Anhang 1: Qualitätsmanagement der Produktherstellung

Anhang 2: Einbauanleitung

Anhang 3: Schutzmaßnahmen gegen schädliche Wasserspannungen

**Anhang 4: Qualitätsmanagement bei der Verlegung von
Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+**

1 Zusammensetzung und Eigenschaften

1.1 Allgemeines

Diese Eignungsbeurteilung der geosynthetischen Tondichtungsbahn Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ der Firma HUESKER Synthetic GmbH, Gescher bezieht sich auf die Verwendung von Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ als mineralische Abdichtungskomponente in Oberflächenabdichtungssystemen gemäß der Deponieverordnung (DepV) [1] sowie die Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards (BQS) 5-0 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten - übergreifende Anforderungen“ [2] und BQS 5-5 „Oberflächenabdichtungskomponenten aus geosynthetischen Tondichtungsbahnen“ [3].

Die Eignungsbeurteilung durch die LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ gilt für den Einsatz von Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ auf Deponien nach DepV der Klasse I und in Kombination mit Kunststoffdichtungsbahnen für Deponien der Klasse II.

Die geosynthetische Tondichtungsbahn Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ ist ein industriell gefertigter Verbundstoff, bestehend aus einer Schicht Natriumbentonit, umschlossen von Geotextilien. Die Dichtungswirkung entsteht durch Wasseraufnahme und Quellen des Bentonits unter Belastung in eingebautem Zustand.

Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ wird als einlagig eingebautes Dichtungselement verwendet. Seine Dichtwirkung wird durch die Systembedingungen beeinflusst. Um die Wirksamkeit als Dichtungskomponente von Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ zu gewährleisten, sind die diesbezüglichen Anforderungen an die Elemente des Deponieoberflächenabdichtungssystems gemäß dieser Eignungsbeurteilung einzuhalten.

1.2 Produktbeschreibung

Bei der Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ mit werkseitiger Kanteneinstreuung handelt es sich um eine vollflächig vernadelte, geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD) bestehend aus einem unten liegenden Trägergeotextil (PP-Gewebe) und einem oben liegenden Deckgeotextil (PP-Vliesstoff) sowie einer dazwischen angeordneten Schicht aus trockenem, aktiviertem Natriumbentonit in Granulatform. Die Vernadelung aller Schichten erfolgt von der Deckgeotextilseite her, so dass die im Trägergeotextil verschlauften Fasern des Deckgeotextils den Verbund des Produktes gewährleisten.

Die geforderten Eigenschaften der Vorprodukte und des Endprodukts sind als Erwartungswert / Kennwert (Mittelwert über die Rollenbreite) oder als 95 %-Quantil angegeben. Die zulässigen Abweichungen bei der werkseigenen Produktionskontrolle und der Fremdüberwachung sind in Anhang 1, Abschnitt 2.3 angegeben.

1.3 Einzelkomponenten (Vorprodukte)

1.3.1 Trägergeotextil

Als Träger ist ein Bändchengewebe aus Polypropylen (PP) zu verwenden. An die Ausgangsstoffe, Halbzeuge und das daraus hergestellte Trägergeotextil als Vorprodukt werden die im Folgenden genannten Anforderungen gestellt.

- Rohstoff: Polypropylen
- Produktbezeichnung: *
- Artikel Nr.: *
- Hersteller: *

Eigenschaft	Prüfverfahren	Kennwert
Schmelzindex	DIN EN ISO 1133	2-3 g/10 min
Dichte	DIN EN ISO 1183	0,91 g/cm ³
Fasertiter	DIN EN ISO 2060	475 / 930 dtex
OIT	DSC	262 / 259° C
Flächenbezogene Masse	DIN EN ISO 9864	100 g/m ²
Zugfestigkeit, MD/CMD	DIN EN ISO 13934-1	14 kN/m / 15 kN/m
Dehnung b. Höchstzugkraft, MD/CMD	DIN EN ISO 13934-1	20 % / 20 %
Produktart	.-	Gewebe
Farbe	.-	hell-beige

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

1.3.2 Deckgeotextil

Als Deckgeotextil ist ein Vliesstoff aus Polypropylen (PP) zu verwenden. An die Ausgangsstoffe, Halbzeuge und das daraus hergestellte Deckgeotextil als Vorprodukt werden die im Folgenden genannten Anforderungen gestellt.

Rohstoff: Polypropylen
 Produktbezeichnung: *
 Hersteller: *

Eigenschaft	Prüfverfahren	Kennwert
Schmelze-Massefließrate (190/5)**	DIN EN ISO 1133	25 g/10 min (± 5)
Dichte	DIN EN ISO 1183	0,80 bis 1,00 g/cm ³
Fasertiter**	DIN EN ISO 1973	je nach Fasertyp 6,7 / 15 / 17 dtex
Faserhöchstzugkraft**	DIN EN ISO 5079	≥ 2,8 cN/dtex
Faserhöchstzugkraftdehnung**	DIN EN ISO 5079	≥ 50 %
Flächenbezogene Masse	DIN EN ISO 9864	220 g/m ²
Dicke, bei 2 kPa Druck	DIN EN ISO 9863-1	3,0 mm
Produktart	-.-	mechanisch verfestigter Vliesstoff
Farbe	-.-	weiß

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

** Mittelwert

1.3.3 Bentonit

Für die Bentoniteinlage ist ein aktivierter Natriumbentonit in Granulatform mit folgenden Eigenschaften zu verwenden:

Eigenschaft	Prüfverfahren	Kennwert
Quellvolumen	ASTM D5890	≥ 24 ml /2g
Montmorillonitgehalt	VDG P69	≥ 70 %
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	≤ 13 %

1.4 Tondichtungsbahn (Endprodukt)

Für die Tondichtungsbahn Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ als Verbundprodukt aus den Vorprodukten gemäß Abschnitten 1.3.1 bis 1.3.3 gelten die folgenden Anforderungen:

Produktbezeichnung: Tektoseal® Clay NA 5000 LAGA+
Hersteller: NaBento Vliesstoff GmbH, Ellefeld

Eigenschaft	Prüfverfahren	Kennwert
Flächenbezogene Masse Bentonit bei $w \leq 13 \%$	DIN EN 14196	5.000 g/m ²
Flächenbezogene Masse Bentonit bei $w = 0 \%$	DIN EN 14196	4.425 g/m ²
Flächenbezogene Masse gesamt bei $w \leq 13 \%$	DIN EN 14196	5.320 g/m ²
Dicke (trocken), bei 2,0 kPa Druck	DIN EN ISO 9863-1	6,0 mm
Zugfestigkeit MD/CMD	DIN EN ISO 10319	10 kN/m / 10 kN/m
Dehnung bei Nennkraft MD/CMD	DIN EN ISO 10319	10 % / 10 %
Permittivität bei 35 kPa Auflast, $i = 150$ und 1 cm Dicke	DIN EN 16416	$2,75 \times 10^{-9} 1/s$ *
Mittlere Schälfestigkeit MD	ASTM D6496M-04	400 N/m
Standard-Rollenabmessung Länge/Breite	werksinterne Prüfvorschrift 01	35 m / 5,10 m
Standard-Rollengewicht	werksinterne Prüfvorschrift 01	ca. 1150 kg

* 95 %-Quantil

1.5 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

1.5.1 Herstellung

Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ ist im Werk der NaBento Vliesstoff GmbH, Ellefeld herzustellen. Der Produktionsvorgang umfasst die Herstellung des Endproduktes durch Vernadelung von Träger- und Deckgeotextilien mit der dazwischen liegenden Bentoniteinlage.

1.5.2 Verpackung, Transport, Lagerung

In einer vom Hersteller zu erstellenden Anleitung über Verpackung, Transport und Lagerung ist folgendes zu berücksichtigen:

- Die Tondichtungsbahn ist auf einen stabilen Wickelkern aufzurollen.
- Die Rollen sowie das für die Herstellung der Überlappungen erforderliche Bentonitpulver sind witterungsgeschützt zu verpacken.
- Werkseitig sind die Rollen liegend auf einem ebenen, befestigten und überdachten Lagerplatz trocken zu lagern.
- Die Einlagerung und die Verladung hat mit speziellen Hebeegeräten zu erfolgen, so dass eine punkt- oder linienförmige Belastung und somit eine Beschädigungen der Rollen ausgeschlossen wird.
- Der Transport hat auf geeigneten Transportfahrzeugen liegend zu erfolgen. Die Transportfläche muss eben, trocken 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

Die Tondichtungsbahn ist gemäß DIN EN ISO 10320 zu kennzeichnen. Dies umfasst einen Aufdruck der Artikelkurzbezeichnung "Tektoseal Clay" auf der Mattenoberseite jeweils 25 cm vom linken und rechten Bahnrand, ein fortlaufend bedrucktes Maßband in jeder Rolle mit der vollen Artikelbezeichnung "Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+" und ein Rollenetikett auf der Verpackung, welches folgende Angaben enthält:

Hersteller	NaBento Vliesstoff GmbH, Ellefeld
Produktname	Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+
Klassifikation	GBR-C
Rollenummer
Produktionsdatum
Flächenmasse	5.320 g/m ²
Polymer	PP
Länge	35 m
Breite	5,10 m
Rollengewicht ca.	1150 kg

Nach DIN EN 13492 und 13493 ist weiterhin eine CE-Kennzeichnung an jeder Rolle anzubringen. Bei Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ ist das CE-Kennzeichen mit der Nummer CE 1213-CPD 4052 auf dem CE-Etikett angebracht (s. Muster im Anhang 1).

1.6 Konformitätsnachweis

1.6.1 Allgemeines

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

Der Konformitätsnachweis wird

- aufgrund der werkseigenen Produktionskontrolle,
- mittels Fremdüberwachung nach DIN 18200 durch einen akkreditierten Fremdüberwacher und
- aufgrund DIN EN 13492 und 13493 durch die mind. 1 x jährliche Auditierung durch den Notified Body erbracht und durch das CE-Zertifikat bestätigt.

1.6.2 Werkseigene Produktionskontrolle

Im Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle 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
- 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

Die Aufzeichnungen sind mindestens zehn Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind der abfallrechtlich zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Tondichtungsbahnen, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind eindeutig zu kennzeichnen, dass Verwechslungen ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

1.6.3 Fremdüberwachung

In dem Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig, mindestens zweimal jährlich, zu überprüfen. Bei nicht kontinuierlicher Herstellung ist die Häufigkeit der Überwachung auf die Erfordernisse abzustellen.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens zehn Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle der abfallrechtlich zuständigen Behörde 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 Tondichtungsbahn Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ ist eine mineralische Abdichtungskomponente. Gemäß DepV ergibt sich für Deponien somit folgender Aufbau des Oberflächenabdichtungssystems (von oben nach unten):

- Rekultivierungsschicht einschließlich Bewuchs
- Entwässerungsschicht
- Schutzlage (bei Deponien der Klasse II)
- Kunststoffdichtungsbahn mit BAM-Zulassung (bei Deponien der Klasse II)
- Abdichtungskomponente (Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+)
- Ausgleichsschicht
- Ggf. Gasdränage (bei Deponien der Klasse II)

2.1.1 Rekultivierungsschicht und Bewuchs

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

Die Bentonitmatte 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 Dichtungskomponente/n nicht beeinträchtigen.

Die spezifischen Anforderungen an die Rekultivierungsschicht in Bezug auf Bentonitmatten bei Deponien der Klasse I ergeben sich aus Anhang 3 zu dieser Eignungsbeurteilung.

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.

Ergänzend dazu ist bei mineralischen Entwässerungsschichten bei Deponieklasse I das Größtkorn auf 8 mm zu beschränken, 10 % Überkorn bis 16 mm ist zulässig. Die Entwässerungsschicht hat zugleich die Aufgabe, die Tondichtungsbahn im Einbauzustand vor Beschädigung und zu starkem Aufquellen zu schützen. Hierfür ist bei Deponieklasse I eine Mindestauflast von 5 kN/m² erforderlich, die auch bei geosynthetischen Entwässerungsschichten (Dränmatten) durch Bodenüberdeckung aufzubringen ist.

Durch entsprechende Gestaltung der auf der Bentonitmatte unmittelbar aufliegenden Entwässerungsschicht wird bei Einsatz in Deponien der Klasse I der Schutz gegen Austrocknung der Bentonitmatte erhöht (s. Anhang 3).

2.1.3 Dichtungsschicht

Die Dichtungsschicht ist aus einer Lage Tondichtungsbahnen vom Typ "Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+" gemäß den Vorgaben aus der vorliegenden Eignungsbeurteilung herzustellen. Die Neigung der Dichtungsschichtebene ist limitiert durch die Grenz-Scherspannung der GTD von 33 kPa bei einer Auflast von 50 kPa und einer Anwendungstemperatur von 30 °C gemäß SKZ Prüfbericht [13].

2.1.4 Dichtungsschicht aus GTD in Kombination mit Kunststoffdichtungsbahn

Auf Deponien der Klasse II ist zusätzlich auf der GTD eine Kunststoffdichtungsbahn mit BAM-Zulassung erforderlich. Eine unter der Kunststoffdichtungsbahn eingebaute geosynthetische Tondichtungsbahn Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ kann dahingehend fehlerausgleichend wirken, dass der Ausfluss aus einer Perforation der Kunststoffdichtungsbahn maßgeblich behindert wird.

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 4-1 „Trag- und Ausgleichsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ [4] 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 muss so erfolgen, dass bei der Verlegung durch Baustellenfahrzeuge keine Spurrillen mit ≥ 5 cm und keine Sprünge durch z. B. Walzkanten mit ≥ 2 cm entstehen. Hierfür ist ein Nachweis im Probefeld erforderlich.

Zur Minimierung eines Wasserdampftransports nach unten soll für die oberen 30 cm der Trag- und Ausgleichschicht 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 wird, wenn aufgrund der Abfalleigenschaften ein Wasserdampftransport aus der GTD nach unten ausgeschlossen werden kann.

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

2.1.6 Konstruktive Gestaltung von Details

Die konstruktive Gestaltung von Rohrdurchführungen und Anschlüssen an Bauteile ist nach den Angaben in Anhang 2 zu planen und auszuführen. Die handwerklich korrekte Ausführung ist durch den Verarbeiter im Probefeld nachzuweisen.

Andere Ausführungen bedürfen im Einzelfall der Zustimmung der abfallrechtlich zuständigen Behörde.

2.2 Bemessung des Abdichtungssystems

2.2.1 Nachweis der Standsicherheit

Für die Standsicherheit der GTD Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ auf Böschungen von Deponieoberflächen ist sowohl die innere Scherfestigkeit der GTD als auch projektbezogen die Scherfestigkeit im Kontakt zu angrenzenden Schichten nachzuweisen. Der rechnerische Nachweis der Stabilität ist für die relevanten Bau- und Betriebszustände unter Beachtung der Empfehlungen GDA E 2-7 [6] durchzuführen. Die GTD darf hierbei nicht zur planmäßigen Übertragung von Schubkräften herangezogen werden.

a) innere Standsicherheit

Innere Langzeit-Scherfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit

Die Untersuchung der inneren Langzeitscherfestigkeit von Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ unter Berücksichtigung von Kriechvorgängen, die unter einer dauerhaften Belastung in den tragenden Geokunststoff-Komponenten verlaufen, erfolgte in Scherkriechversuchen in Anlehnung an DIN EN ISO 25619-1 beim SKZ, Würzburg. Die Versuche wurden im Scherkriechkasten 20 cm × 20 cm unter den im BQS 5-5 [3] vorgegebenen Randbedingungen bei einer Temperatur von 80° C, einer Normalspannung von 50 kN/m² und unterschiedlichen Scherspannungen durchgeführt.

Für eine ständige Temperatureinwirkung von 30° C, bezogen auf reaktive Deponien, ergibt sich eine Funktionsdauer von mehr ca. 556 Jahren nach der Arrhenius-Extrapolation [13]. Bei einer Temperatur von 15 °C ergibt sich eine vielfach längere Funktionsdauer.

Zur Alterung des PP Gewebes durch thermische Oxidation und Auslaugung der Antioxidantien liegen Prüfergebnisse [14] von dem Hochdruck-Autoklaventest in Anlehnung an DIN EN ISO 13438-C, durchgeführt an der BAM, Berlin vor. Gemäß der Aussage der BAM [15] kann aufgrund der vorliegenden Erfahrung für die Gewebekomponente von Tektoseal eine Lebensdauer von > 100 Jahren, bezogen auf 25°C und 0,25 bar Sauerstoffdruck eingeschätzt werden. Für Deponien der Klasse II und der Bezugstemperatur von 30° C kann der Lebensdauerparameter gemäß [15] > 100 Jahren liegen.

Die Oxidationsbeständigkeit der Vliesstoff-Komponente wurde im Rahmen der BAM Zulassung von Vliesstoffen zum Filtern und Trennen für Deponieabdichtungen [16] geprüft. Der Vliesstoff ist von der BAM für diesen Anwendungszweck zugelassen worden, da er auch unter kritischen Bedingungen eine gute Oxidationsbeständigkeit aufweist.

Innere Kurzzeit-Scherfestigkeit

Die innere Kurzzeit-Scherfestigkeit der gequollenen produktionsfrischen Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+, ermittelt im direkten Scherversuch bei Auflasten bis zu 58,4 kN/m² weist die Scherparameter $\varphi' = 47,8^\circ$ und $c' = 84,24 \text{ kN/m}^2$ (Versuchswerte) auf. Bezogen auf die maßgebende Normalspannung von 60 kN/m² lässt sich daraus der Ersatzreibungswinkel von $\varphi' = 68,3^\circ$ errechnen.

Langzeit-Ersatzreibungswinkel der inneren Scherfestigkeit

Unter Berücksichtigung einer Abminderung von 10 % für etwaige Materialstreuungen im Sinne von BU-III-68, DIBt und einer Abminderung von 30 % zur Berücksichtigung des Zeitstandverhaltens ergibt sich der charakteristische Wert des Langzeit-Ersatzreibungswinkels von

$$\varphi'_k = 57,7^\circ, \text{ berechnet aus } \varphi'_k = \arctan(0,90 \cdot 0,70 \cdot (\tan 68,3^\circ)).$$

Kurzzeitfestigkeit der Verbundfasern

Die ungünstigste Kurzzeitfestigkeit der Verbundfasern in Abhängigkeit von der Vernadelungsdichte ergibt sich für Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ durch die Ermittlung der theoretisch übertragbaren Schubspannung:

Theoretisch durch Verbundfasern übertragbare Langzeit-Schubspannung

- Charakteristischer Wert:

Faserfeinheit:	6,3 dtex	14,2 dtex
Faserfestigkeit:	3,8 cN/dtex	3,1 cN/dtex
Anzahl der Fasern:	$2,42 \cdot 10^6$ Stück./m ²	$2,42 \cdot 10^6$ Stück./m ²
Übertragbare Kraft pro Faser K_F :	$6,3 \cdot 3,8 = 24$ cN	$14,2 \cdot 3,1 = 44$ cN
Übertragbare Schubkraft $\tau_{kF,95\%}$:	$24 \text{ cN} \cdot 2,42 \cdot 10^6 \text{ St./m}^2$	$+ 44 \text{ cN} \cdot 2,42 \cdot 10^6 \text{ St./m}^2$
	$\tau_{kF,95\%} = 579 \text{ kN/m}^2$	$+ 1064 \text{ kN/m}^2$
	$\tau_{kF,95\%} = 1.643 \text{ kN/m}^2$	

- Bemessungswert:

Der Bemessungswert der maximal übertragbaren Schubspannung beträgt:

$$\begin{aligned} \text{cal } \tau &= (\tau_{kF,95\%} \cdot f_{VB} \cdot f_{\bar{U}} / A) / \gamma_m \\ &= (1.643 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,70 \cdot 0,95 / 5,0) / 1,75 \\ &= 124,9 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

mit

- $\tau_{kF,95\%}$ - rechnerisch übertragbare Schubspannung [kN/m²]
- f_{VB} - Verbundfaktor zur Berücksichtigung einer nur partiellen Auslastung der Verbundfasern/-fäden, $f_{VB} = 0,7$ [-] bei vernadelten Produkten
- $f_{\bar{U}}$ - Abminderung für nicht oder nur partiell bei der Schubkraftübertragung mitwirkende Überlappungsbereiche. Hier: $f_{\bar{U}} = 0,95$ [-]
- A - Produkt $A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5$ nach EB GEO, A_1 bis $A_3 = 1,0$, da für GTD nicht maßgebend, $A_4 = 5,0$ Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Kriechverformung und Entschlaufung, $A_5 = 1,0$ Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Umgebungseinflüssen, hier $A_5 = 1,0$ wegen Nachweis der Medienbeständigkeit
- γ_m - erhöhter Teilsicherheitsbeiwert für Deponiebauwerke, $\gamma_m = 1,75$

b) Scherfestigkeit in Gleitflächen zu angrenzenden Schichten

Die Scherfestigkeit im Kontakt zu angrenzenden Böden oder Geokunststoffen ist projektbezogen auf der Grundlage von Scherversuchen nach der GDA-Empfehlungen E 3-8 [10] nachzuweisen.

Gemäß den Untersuchungen an der MFPA Weimar [17], [18], [19] kann grundsätzlich eine ausreichende Standsicherheit bei einer Böschungsneigung von 1 : 3 für die folgenden Gleitflächen gewährleistet werden:

Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ (Vliesseite) gegen:

- KDB GSE HD BAM DRS
- KDB AGRU PEHD 2,5mm MSB+/MST (MSB+ - Seite)
- KDB Junifol B SP/ST (ST - Seite)

Steilere Böschungen bedürfen eines einzelfallbezogenen Nachweises.

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 mit Hilfe konstruktiver Maßnahmen in den zulässigen Grenzen zu halten, s. Verlegeanleitung des Herstellers in Anhang 2.

Die Erosionsfestigkeit des Bentonits in Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ ist im Turbulenztest nach BAW-RPG [12] nachgewiesen.

2.2.3 Dichtigkeit

Die Anforderungen an die Dichtigkeit von Abdichtungskomponenten gegenüber infiltriertem Niederschlagswasser sind im BQS 5-0 [2] definiert. Auf Grundlage der für die Dichtung maßgebenden Permeationsrate von $q \leq 8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ für DK I/II bei einer Aufstauhöhe $h = 0,3 \text{ m}$ wird nach BQS 5-5 [3] die zulässige Permittivität von GTD's abgeleitet:

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

Der Bemessungswert der Permittivität - cal. Ψ der unter Berücksichtigung von Materialstreuungen, Einwirkungen während des Einbaus und der anschließenden Exposition für die nach [2] maßgebende Haltbarkeitsdauer ergibt sich zu:

$$\text{cal. } \Psi = A_1 \cdot A_2 \cdot \Psi_k$$

mit A_1 Anpassungsfaktor für veränderte Dichtigkeit an Überlappungen, $A_1 = 1,05$

A_2 Anpassungsfaktor für veränderte Dichtigkeit infolge Kationenaustausch, $A_2 = 7,82$ gemäß ICP-Stellungnahme [20]

Ψ_k charakteristische Permittivität der produktionsfrischen GTD Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ als 95 %-Quantil gemäß statistischer Auswertung der Produktüberwachung, $\Psi_k = 2,75 \cdot 10^{-9}$ [1/s]

Bemessungswert der Permittivität:

$$\text{cal. } \Psi = 1,05 \cdot 7,82 \cdot 2,75 \cdot 10^{-9} = 2,26 \cdot 10^{-8} \text{ [1/s]}$$

Somit wird die Anforderung an die Dichtigkeit eingehalten.

Der Abminderungsfaktor $A_2 = 7,82$ gilt bei einer tatsächlichen Salzbelastung der Bodenlösung des Rekultivierungsbodens und der Entwässerungsschicht von 0,05 mol/l (entspricht einer elektr. Leitfähigkeit von ca. 10.000 $\mu\text{S/cm}$ in einer Calciumchloridlösung). Wenn niedriger mineralisierte Bodenlösungen aus der Rekultivierungsschicht und der Entwässerungsschicht auftreten, ist ein ähnlicher Anpassungsfaktor oder geringer zu erwarten.

Eine ausreichende Dichtigkeit wurde grundsätzlich nachgewiesen.

Bei Einwirkungen 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 Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ kann durch Austrocknung und Pflanzenwurzeln beeinträchtigt werden. Daher sind Schutzmaßnahmen gemäß Anhang 3 zu ergreifen.

3 Ausführung, Dichtungseinbau

3.1 Qualitätsmanagementplan

Gemäß den Vorgaben der DepV [1] unterliegt die Bauausführung einem Qualitätsmanagement. Maßgebende Ausführungen für die Erstellung eines Qualitätsmanagementplans (QMP) sind in Anhang 4 gegeben. Sie sind im QM-Plan jeder Baumaßnahme aufzunehmen.

3.2 Probefeld

Vor Beginn der Ausführung ist gemäß der DepV [1] unter Berücksichtigung der GDA-Empfehlung E 3-5 [9] 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 4 aufgeführt.

3.3 Witterungsvoraussetzungen

Der Einbau von Tektoseal soll bei trockenem Wetter erfolgen. Das Planum darf kein stehendes Oberflächenwasser aufweisen. Die verlegte Tondichtungsbahn inklusive Überlappungen muss trocken sein, wenn die erste Bodenschicht von ≥ 30 cm Dicke entsprechend der Mindestauflast von 5 kPa aufgebracht wird. Eine Überdeckung angefeuchteter Bahnen ist zulässig, wenn der Wassergehalt des Bentonits $w < 50$ % ist (Bestimmung nach DIN EN ISO 17892-1) und gleichzeitig die Anforderungen und Bedingungen gemäß Anlage 2 eingehalten sind.

3.4 Dichtungsaufleger / Planum

Das Planum soll aus einem weitgestuften Sand-Kies-Gemisch (SW nach DIN 18196) oder feiner bestehen (jedoch kein bindiger Boden) und frei von Fremdkörpern, scharkantigen Steinen sowie stehendem Oberflächenwasser sein. Die Planumsoberfläche muss ausreichend verdichtet und eben sein, so dass nur flache Spurrillen < 5 cm durch Verlegegeräte entstehen. Höhen sprünge durch herausragende Einzelkörner und Walzkanten müssen < 2 cm sein.

3.5 Herstellung der Dichtungsschicht

Die Dichtungsschicht ist durch den Einbau von einer Lage Tondichtungsbahn Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ gemäß dem freigegebenen Verlegeplan herzustellen. Der Einbau erfolgt durch eine erfahrene Fachfirma mit qualifiziertem Personal nach der Einbauanleitung des Herstellers (siehe Anhang 2). Falls erforderlich wird der Verlegeplan nach der Probeverlegung der Tondichtungsbahn 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 der Bestimmungen des Qualitätsmanagementplans (s. Hinweise im Anhang 4), die seitens der Eigenprüfung der bauausführenden Firma, des Fremdprüfers und der zuständigen Behörde im Laufe der Herstellung der Dichtungsschicht durchzuführen sind.

4 Nutzung, Unterhaltung, Wartung

Bereiche die mit Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ bereits abgedichtet wurden und die in der Bauphase unvermeidlich häufig befahren werden müssen, erfordern eine Sandschutzschicht von ≥ 10 cm auf der GTD bei einer Gesamtüberdeckung von ≥ 90 cm. Weitere Einzelheiten sind Anhang 2 zu entnehmen. Geringere Überschüttungshöhen und abweichende Lösungen sind mit der Zustimmung der abfallrechtlich zuständigen Behörde zulässig. In diesem Fall ist bei einer Probelastung im Probefeld nachzuweisen, dass die Tondichtungsbahn nicht beeinträchtigt wird.

5 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement der Produktherstellung ist gemäß Anhang 1 und das Qualitätsmanagement der Verlegung gemäß Anhang 4 dieser Eignungsbeurteilung durchzuführen.

6 Technische Bezugsdokumente

- [1] Deponieverordnung (2009):
Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27.04.2009), BGBl. I, Nr. 22, S. 900 "Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465)
- [2] LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (2014)
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-0 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten Übergreifende Anforderungen“ vom 04.12.2014
- [3] LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (2015)
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-5 „Oberflächenabdichtungskomponenten aus geosynthetischen Tondichtungsbahnen“ vom 12.06.2018
- [4] LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (2014)
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 4-1 „Trag- und Ausgleichschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ vom 04.12.2014
- [5] LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (2015)
Bundeseinheitliche Qualitätsstandard 7-1 „Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ vom 13.04.2016
- [6] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik DGGT e.V. (1997):
GDA-Empfehlung E 2-7: Gleitsicherheit der Abdichtungssysteme, August 2015, www.gda-online.de
- [7] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik DGGT e.V. (2000):
GDA-Empfehlung E 2-32: Gestaltung des Bewuchses auf Deponien, Januar 2010, www.gda-online.de
- [8] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik DGGT e.V. (1997)
GDA-Empfehlung E 3-3: Tonmineralische Charakterisierung von mineralischen Basisabdichtungen, April 2010, www.gda-online.de
- [9] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik DGGT e.V. (1997):
GDA Empfehlung E 3-5: Versuchsfelder für mineralische Basis- und Oberflächenabdichtungsschichten, Empfehlungen Geotechnik der Deponien und Altlasten GDA, Verlag Ernst & Sohn, 3. Auflage 1997
- [10] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik DGGT e.V. (2015):
GDA Empfehlung E 3-8: Reibungsverhalten von Geokunststoffen, August 2015, www.gda-online.de

- [11] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik DGGT e.V. (2002):
Empfehlungen zur Anwendung geosynthetischer Tondichtungsbahnen EAG-GTD; Ernst & Sohn, 2002
- [12] BAW (1994):
Richtlinien für die Prüfung von Geotextilien im Verkehrswasserbau (RPG). Bundesanstalt für Wasserbau 1994
- [13] SKZ (2016):
Durchführung von „Zeitstand-Scherkriechversuchen“ bei einer Temperatur von 80 °C an der vernadelten geosynthetischen Tondichtungsbahn Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+; Prüfbericht 111091/14-I, 25.08.2016
- [14] BAM (2008):
Bestimmung der Expositionszeiten bis zur Abnahme der Zugfestigkeit auf 80 % bzw. 50 % durch Lagerung im Autoklaven i. A. an DIN EN ISO 13438, Verfahren C1,C2 Prüfbericht Az. VI.33/5054/07, 19.05.2008
- [15] BAM (2008):
Schreiben der BAM „Anfrage vom 06.10.2008 zur Prüfung BAM-Az. VI.33/5124/08 und Schreiben vom 26.08.2008“, 15.10.2008
- [16] BAM (2017):
BAM Zulassungsschein für HaTe Vliesstoffe zum Filtern und Trennen für Deponieabdichtungen, Zulassungsschein Nr. 08/BAM IV.3/10/19, 01.02.2017
- [17] MFPA (2016):
Bestimmung der Scherparameter in der Fuge GTD Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ (Vlies-Seite) / KDB GSE HD BAM DRS nach DIN EN ISO 12957-1, Prüfbericht B 51.16.068.01, 11.11.2016
- [18] MFPA (2017):
Bestimmung der Scherparameter in der Fuge GTD Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ (Vlies-Seite) / KDB AGRU PEHD 2,5 mm MSB+/MST (MSB+ - Seite) nach DIN EN ISO 12957-1, Prüfbericht B 51.17.071.01, 21.08.2017
- [19] MFPA (2017):
Bestimmung der Scherparameter in der Fuge GTD Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ (Vlies-Seite) / KDB Junifol B SP/ST (ST - Seite) nach DIN EN ISO 12957-1, Prüfbericht B 51.17.071.05, 29.09.2017
- [20] ICP (2017):
Beurteilung des Durchlässigkeitsverhaltens einer geosynthetischen Tondichtungsbahn vom Typ Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ mittels Langzeit-Durchströmungsversuchen mit Calciumchlorid-Lösung, 22.12.2017

Normen

ASTM D 5890:2011-10

Standard test method for Swell Index of Clay mineral component of geosynthetic Clay liners, American National Standards Institute (ANSI)

ASTM D6496M-04:2015-07

Standard Test Method for Determining Average Bonding Peel Strength Between Top and Bottom Layers of Needle-Punched Geosynthetic Clay Liners, American National Standards Institute (ANSI)

DIN 18196:2011-05

Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

DIN EN ISO 17892-1:2015-03

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 16416:2013-12

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

DIN EN ISO 1133: 2012-03

Kunststoffe - Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten

DIN EN ISO 1183-1:2013-04

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

DIN EN ISO 1973:1995-12

Textilien - Fasern - Bestimmung der Feinheit - Gravimetrisches Verfahren und Schwingungsverfahren

DIN EN ISO 2060:1995-04

Textilien - Garne von Aufmachungseinheiten - Bestimmung der Feinheit (Masse je Längeneinheit) durch Strangverfahren

DIN EN ISO 5079:1996-02

Textilien - Fasern - Bestimmung der Höchstzugkraft und Höchstzugkraftdehnung an Spinnfasern

DIN EN ISO 9001:2015-11

Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen

DIN EN ISO 9863-1: 2016-12

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 10319:2015-09

Geotextilien – Zugversuch am breiten Streifen

DIN EN ISO 10320:1999-04

Geotextilien und geotextilverwandte Produkte - Identifikation auf der Baustelle

DIN EN ISO 12957-1

Geokunststoffe - Bestimmung der Reibungseigenschaften - Teil 1: Scherkastenversuch

DIN EN ISO 13438:2005-02

Geotextilien und geotextilverwandte Produkte- Auswahlprüfverfahren zur Bestimmung der Oxidationsbeständigkeit unter erhöhten Sauerstoffdrücken

DIN EN ISO 13934-1:2013-08

Textilien - Zugeigenschaften von textilen Flächengebilden - Teil 1: Bestimmung der Höchstzugkraft und Höchstzugkraft-Dehnung mit dem Streifen-Zugversuch

DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung

DIN EN ISO 25619-1:2009-06

Geotextilien und geotextilverwandte Produkte- Bestimmung des Druckverhaltens

VDG P 69

Bindemittelprüfung, Prüfung von Bentoniten

Anhang 1: Qualitätsmanagement der Produktherstellung

1 Produktbeschreibung und Kennzeichnung

Bei der Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ mit werkseitiger Kanteneinstreuung handelt es sich um eine vollflächig vernadelte, geosynthetische Tondichtungsbahn bestehend aus einem unten liegenden Trägergeotextil (PP-Gewebe) und einem oben liegenden Deckgeotextil (PP-Vliesstoff) sowie einer dazwischen angeordneten Schicht aus trockenem, aktiviertem Natriumbentonit in Granulatform. Die Vernadelung aller Schichten erfolgt von der Deckgeotextilseite her, so dass die im Trägergeotextil verschlaufte Fasern des Deckgeotextils den Verbund des Produktes gewährleisten. Zusätzlich ist auf einem 25 cm breiten Streifen auf der Oberseite an beiden Längsseiten werkseitig Bentonit eingestreut. Die Überlappungen von Tektoseal Clay betragen mindestens 25 cm. Die Breite der Längsüberlappungen (bahnparallel) ist auf der Bahnoberseite in einem Abstand von 25 cm zum Rand durch den blauen Schriftzug Tektoseal Clay markiert. Wird die überlappende Bahn bis an die Unterkante des Schriftzugs der untenliegenden Bahn geführt, wird automatisch eine korrekte Überlappung eingehalten. Die Tektoseal Clay Bahn und die Konstruktion der GTD sind schematisch in Abb. 1 und Abb. 2 dargestellt.

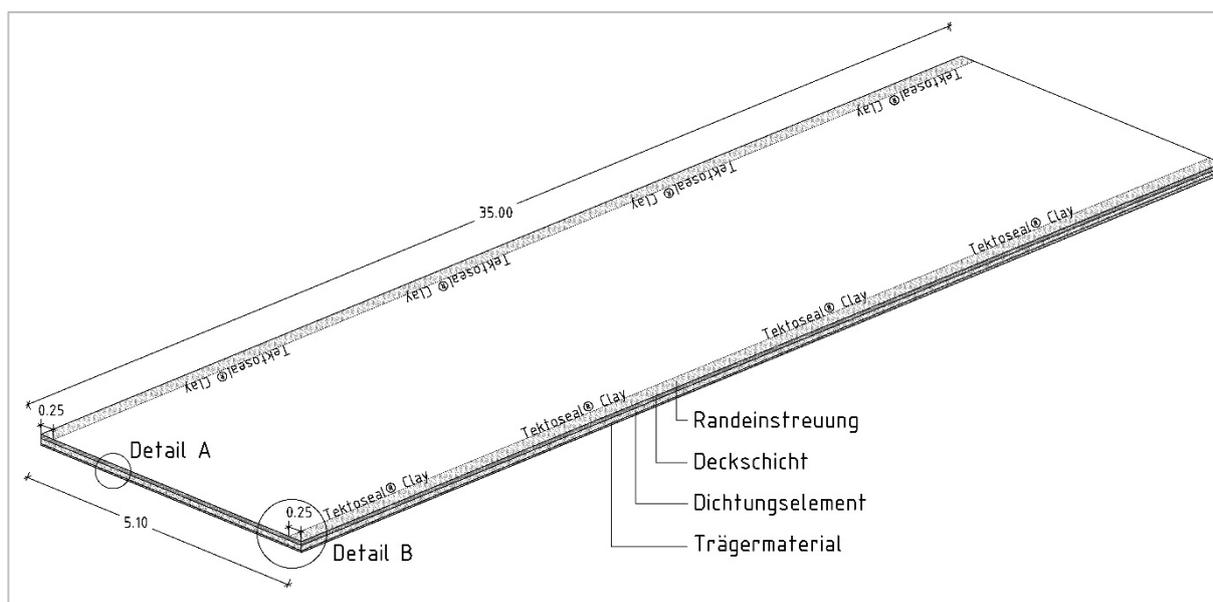


Abb. 1: Ansicht und Schematische Darstellung von Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+

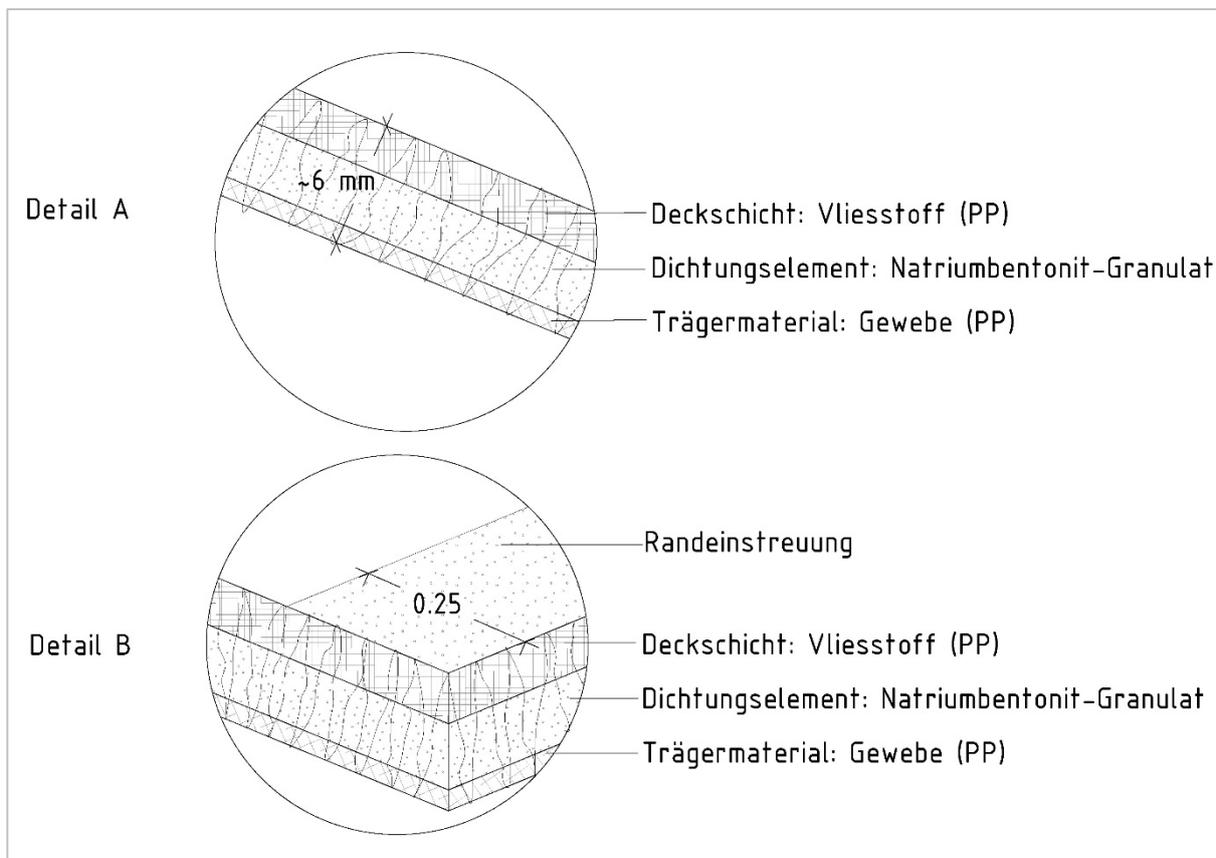


Abb. 2: Ansicht und Schematische Darstellung von Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ (Detail)

In jeder Rolle wird fortlaufend ein Papiermaßband mitgeführt. Auf der Rollenverpackung sind zwei Etiketten angebracht. Ein Rollenetikett zur Identifikation auf der Baustelle nach DIN EN ISO 10320 (Abb. 3) und ein CE-Etikett zur Kennzeichnung nach DIN EN 13492 und 13493 (Abb. 4).



Abb. 3: Muster Rollenetikett

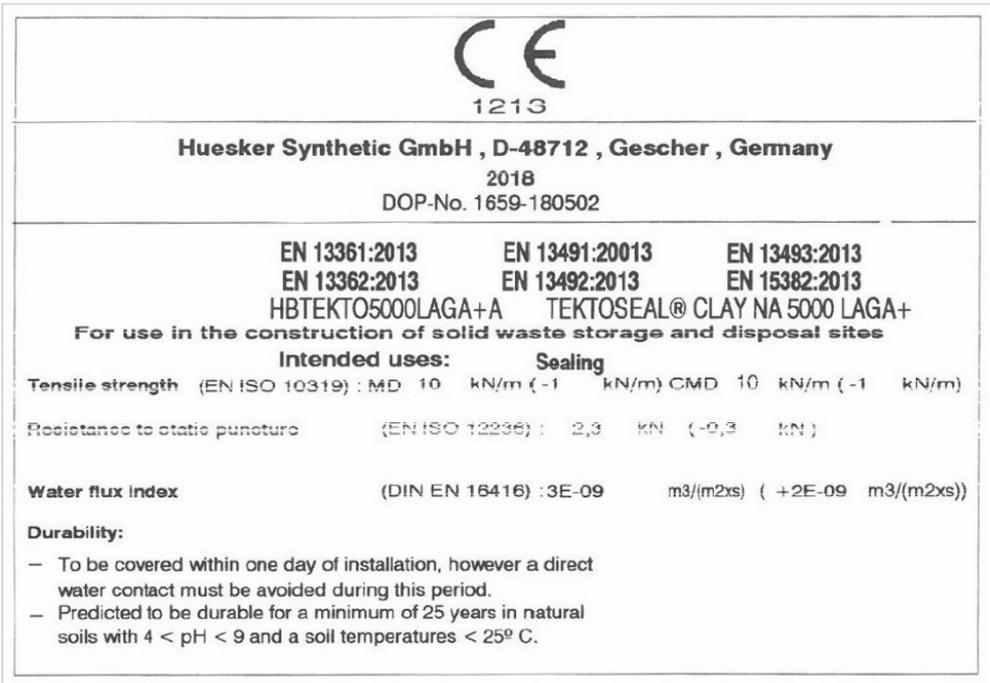


Abb. 4: Muster CE-Etikett

2 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) und Fremdüberwachung (FÜ)

2.1 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)

Die werkseigene Produktionskontrolle ist durch den Hersteller, NaBento Vliesstoff GmbH während der Produktion der Vorprodukte und der Produktion von Tektoseal® Clay NA 5000 LAGA+ durchzuführen und entsprechend den Bestimmungen der Eignungsbeurteilung zu dokumentieren. Es sind die in den Tabellen des Abschnitts 2.3 dieser Anlage mit "WPK" gekennzeichneten Kontrollen und Prüfungen vorzunehmen.

2.2 Fremdüberwachung (FÜ)

Die Fremdüberwachung erfolgt durch eine kompetente Überwachungsstelle in regelmäßigen Abständen mindestens zweimal jährlich. Bei nicht kontinuierlicher Herstellung erfolgt die Überwachung mindestens einmal pro Halbjahr, sofern Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ in diesem Halbjahr mindestens einmal produziert wird. Sie besteht aus der Überprüfung der WPK sowie eigenen Stichprobenprüfungen am Produkt durch den Fremdüberwacher.

Es sind die in den Tabellen des Abschnitts 2.3 „Art und Häufigkeit der Prüfungen im Rahmen der Produktherstellung und der Fremdüberwachung“ 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.

2.3.1 Trägergeotextil aus PP-Bändchengewebe (Vorprodukt)

Eigenschaft	Norm	Kennwert	Grenzwert	Dimension	Anzahl Proben, n	WPK
Masse pro Flächeneinheit	DIN EN ISO 9864	100	≥ 95	g/m ²	n = 10	jede Lieferung
Höchstzugkraft	DIN EN ISO 13934-1	MD: 14	≥ 11	kN/m	n = 5	
		CMD: 15	≥ 12	kN/m		
Dehnung	DIN EN ISO 13934-1	MD: 20	≥ 15	%	n = 5	
		CMD: 20	≥ 15	%		

2.3.2 Deckgeotextil aus PP-Vliesstoff (Vorprodukt)

Eigenschaft	Norm	Kennwert	Grenzwert	Dimension	Anzahl Proben, n	WPK
Masse pro Flächeneinheit	DIN EN ISO 9864	220	≥ 200	g/m ²	n = 10	alle 5.000 m ² , 2 x je Lieferung
Schichtdicke	DIN EN ISO 9863-1	3,0	≥ 2,5	mm	n = 10	

2.3.3 Bentonit (Vorprodukt)

Eigenschaft	Norm	Kennwert/ Grenzwert	Dimension	Anzahl Proben, n	WPK	FÜ
Quellvolumen	ASTM D5890	≥ 24	ml/2 g	n = 1	alle 25 t	×
Montmorillonit-gehalt	VDG P 69	≥ 70	%	n = 1	alle 100 t oder 1 x je Produktcharge des Lieferanten	×
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1 (5 h, 105°C)	≤ 13	%	n = 1	alle 25 t	×

2.3.4 Endprodukt Tondichtungsbahn

Eigenschaft	Norm/ Prüfverfahren	Kennwert	Grenzwert	Dimension	Anzahl Proben, n	WPK	FÜ
Bentoniteinlage bezogen auf einen Wassergehalt 0 Gew.-%	DIN EN 14196 <i>ρ_{TON, 0%}</i>	4.425	≥ 4.250	g/m ²	n = 10	alle 5.000 m ²	x
Masse pro Flächeneinheit (bezogen auf Wassergehalt ≤ 13 Gew.-%)	DIN EN 14196 <i>ρ_{GBR-C}</i>	5.320	≥ 5.100	g/m ²	n = 10	alle 5.000 m ²	x
Höchstzugkraft längs/quer*	DIN EN ISO 10319	MD: 10 CMD: 10	≥ 9 ≥ 9	kN/m	n = 5	alle 15.000 m ²	x
Dehnung bei Höchstzugkraft längs/quer*	DIN EN ISO 10319	MD: 10 CMD: 10	≥ 9 ≥ 9	%	n = 5	alle 15.000 m ²	x
Mittlere Schälfeftigkeit	ASTM D6496-4a	MD: 400	≥ 360	N/m	n = 5	alle 10.000 m ²	x
Permittivität Ψ ₁₀	DIN EN 16416 i=150, 35 kPa Auflast, d = 1 cm	2,75·10 ⁻⁹ **	3,2·10 ⁻⁹	1/s	n = 1	alle 15.000 m ²	x

* Messung über den Traversenweg zulässig

** 95%-Quantil

3 Überwachungsaudit im Rahmen der CE-Kennzeichnung

Im Rahmen der CE-Kennzeichnung nach DIN EN 13492 und DIN EN 13493 erfolgt einmal jährlich ein Überwachungsaudit durch das SKZ Würzburg, bei dem die werkseigenen Produktionskontrollen wesentlicher Eigenschaften des fertigen Produkts überprüft und mit den Vorgaben aus den CE-Begleitdokumenten verglichen werden.

Eignungsbeurteilung von Tektoseal® Clay NA 5000 LAGA+ zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 04.12.2018	Anhang 2 Seite 1
--	---------------------

Anhang 2: Einbauanleitung

1 Allgemeines

Die vorliegende Einbauanleitung gilt für den Einsatz von Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ als Dichtungskomponente in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien der Klassen I und II.

Die geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD) Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ mit werkseitiger Kanteneinstreuung ist ein industriell gefertigter Verbundstoff, bestehend aus Außengeotextilen und einer dazwischen liegenden Bentonitschicht, die durch Vernadelung kraftschlüssig miteinander verbunden sind. Die Dichtungswirkung entsteht durch Wasseraufnahme und Quellen des Bentonits unter Belastung im eingebauten Zustand. Die GTD wird nach DIN EN ISO 9001 zertifizierten Arbeitsabläufen hergestellt.

Die Gewährleistung der Dichtungsfunktion der GTD im System der Oberflächenabdichtung setzt einen sorgfältigen und sachgerechten Einbau von Tektoseal voraus. Da die Systembedingungen die Dichtungswirkung der GTD beeinflussen, sind ebenfalls die Vorgaben zu den Systemkomponenten gemäß dieser Einbauanleitung zu berücksichtigen. Die spezifischen Vorgaben zu der Entwässerungs- und Rekultivierungsschicht gemäß Abschnitt 11 beziehen sich nur auf Deponien der Klasse I.

Spezifische Angaben für die Verlegung von Tektoseal in Kombination mit einer Kunststoffdichtungsbahn (KDB) sind im Abschnitt 13 zusammengefasst.

Diese Einbauanleitung muss auf der Baustelle dem verantwortlichen Bauleiter vorliegen.

2 Verpackung, Kennzeichnung und Transport zur Baustelle

Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ wird in Standardbreiten von 5,10 m geliefert, in voller Breite aufgerollt, mit einem Papiermaßband ausgestattet und dicht in schwarzer PE-Folie verpackt. Auf der Verpackung sind zwei Etiketten nach DIN EN ISO 10320 angebracht. Die Rollenverpackung ist mit einem Aufkleber in Signalfarbe mit der Warnung „Vor Nässe schützen“ versehen. Jede Bahn ist fortlaufend an beiden Rollenseiten durch einen blauen Aufdruck "Tektoseal Clay" gekennzeichnet sowie fortlaufend auf dem in der Rolle mitgeführten Papiermaßband mit der vollständigen Artikelbezeichnung "Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+" gekennzeichnet.

Von der Produktionsstätte zur Baustelle werden die Rollen in LKW mit Planen liegend transportiert. Die Rollen können i.d.R. nach oben oder zur Seite entladen werden. Die Ladefläche muss eben, trocken und fremdkörperfrei sein.

Eignungsbeurteilung von Tektoseal® Clay NA 5000 LAGA+ zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 04.12.2018	Anhang 2 Seite 2
--	---------------------

Das für die Verlegung im Bereich der Querüberlappungen notwendige Bentonitpulver wird in Säcken ebenfalls witterungsgeschützt transportiert.

Bei der Anlieferung sind die Rollen auf eventuelle Transportschäden zu prüfen. Beschädigte oder nicht gekennzeichnete Ware ist von dem Zuständigen auf der Baustelle umgehend dem Lieferanten, Fa. HUESKER Synthetic GmbH, zu melden. Eine weitere Verwendung kann bei kleinen Schäden nach Absprache mit HUESKER erfolgen. Geringfügige Schadstellen der Verpackungsfolie können vor Ort mit witterungsbeständigem Klebeband und Folie verschlossen werden. Der Fremdprüfer ist über mögliche Schäden an der Verpackung oder der GTD durch den Transport zu informieren und muss der weiteren Verwendung der GTD zustimmen.

3 Entladen, Lagern und Transport auf der Baustelle

Zum Entladen der Tektoseal Clay Rollen bestehen folgende Möglichkeiten:

- Baustellengerät mit Hebetaverse oder mit tragfähigem Rohr, geschoben durch den Rollenkerne
- Stapler mit Dornlänge $\geq 2/3$ der Rollenbreite (Teppichdorn)
- Hebegurte, jeweils $1/3$ der Rollenbreite vom Rand aus angeordnet. Auf Anfrage können die Hebegurte bereits werkseitig an den Rollen angebracht werden.
- Auf Anfrage Selbstentlader des Liefer-LKW.

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.).

Geringfügig beschädigte Verpackung von Rollen ist mit Klebeband und Folie wasserdicht zu verschließen. Davor ist jedoch sicher zu stellen, dass die Tondichtungsbahn mechanisch nicht beschädigt oder vorgequollen ist. Beschädigte oder vorgequollene Matten (Wassergehalt des Bentonits $\geq 50\%$) dürfen nicht eingebaut werden.

Die Baustellenlagerung erfolgt auf Flächen, die trocken und eben sind, und beim Regen oder Grundwasseranstieg auch trocken bleiben. Die Lagerfläche ist auf festem Untergrund und frei von Fremdkörpern einzurichten. Es dürfen maximal bis zu fünf Rollen parallel übereinander liegen. Während der Lagerung sind die Rollen mit einer wetterfesten und UV-stabilen Plane (Schutzfolie) abgedeckt zu verwahren. Analog sind auch die Bentonitsäcke trocken und geschützt zu lagern.

Zum jeweiligen Arbeitsabschnitt sind Tektoseal Rollen mittels Baustellengerät mit Hebetaverse (s.u.) oder Gerät mit Abrollvorrichtung beschädigungsfrei zu transportieren. Die Verpackungsfolie der Rollen ist erst unmittelbar vor dem Einbau des Materials zu entfernen.

4 Qualifikation des Einbaupersonals, Einbaugeräte und Zubehör

Das beauftragte Einbaupersonal muss ausreichende Qualifikation und Erfahrung mit der Verlegung von Tondichtungsbahnen aufweisen. Vor Beginn der Arbeiten ist das Einbaupersonal durch den Bauleiter über den Inhalt dieser Einbauanleitung einzuweisen. Sollte der Verleger nicht über Vorerfahrung verfügen, kann nach Rücksprache und gegen Aufwandsentschädigung eine praktische Einweisung durch einen Mitarbeiter der Fa. HUESKER Synthetic erfolgen. Grundsätzlich sollte die Einweisung des Verlegers in Anwesenheit des Fremdprüfers erfolgen.

Das Einbaugerät besteht z.B. aus einer am Bagger oder Radlader aufgehängten Verlegetraverse mit Zusatzrohr, das in den Wickelkörper (\varnothing innen = 150 mm) der Rolle hineingeschoben wird. Die Verlegevorrichtung muss für Rollengewichte von bis zu 1300 kg ausreichend tragfähig sein.

Für den Einbau ist außerdem folgendes Zubehör vorzusehen:

- Für die Ausführung der Überlappung mit Bentonitpulver:
z.B. Streuwagen (Sportplatz), alternativ Gießkannen 10–15 l oder Eimer, Schaufel, Kellen
- Für die Ausführung der Überlappung mit Bentonitpaste:
Stromaggregat, Kabeltrommel, Bohrmaschine mit Rühraufsatz, Wasserbehälter, zwei Kübel à 50 l, 2–3 Eimer à 10–15 l, Schaufel, Kellen

Weiterhin:

- Baugerät (Bagger, Frontlader), Elektro-/Akkuschneider, Schaufeln, Kellen, Maßband, Zollstock, Kreidestifte, farbige Schlagschnur, Teppichmesser inkl. Ersatzklingen, Besen

Die Eignung der vorgesehenen Einbaugeräte und Einbautechniken sowie die Kompetenz des Einbaupersonals ist neben anderen Einbaubedingungen (s. nachfolgende Abschnitte) in einem vor Beginn der Arbeiten zu errichtendem Probefeld nachzuweisen.

5 Witterungsvoraussetzungen für den Einbau, Schutz bei Arbeitsunterbrechung

Der Einbau von Tektoseal soll bei trockenem Wetter erfolgen. Das Planum darf kein stehendes Oberflächenwasser aufweisen. Die verlegte Tondichtungsbahn inklusive Überlappungen muss trocken sein, wenn die erste Bodenschicht von ≥ 30 cm Dicke entsprechend einer erforderlichen Mindestauflast von 5 kPa aufgebracht wird. Die Überdeckung angefeuchteter Bahnen darf bis zu einem Wassergehalt des Bentonits $w < 50$ % (Bestimmung nach DIN EN ISO 17892-1) erfolgen, solange bereits abgedichtete Überlappungen trocken geblieben sind und beim Bodeneinbau 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 Bahnen-Ränder, die über Nacht ohne

Überschüttung liegen bleiben. Vorgequollene Tondichtungsbahnen mit $w \geq 50 \%$ (s. o.) dürfen nicht überbaut werden. Sie sind auszutauschen oder mit trockenen GTD's zu überdecken. Wenn es dabei um größere geneigte Flächen handelt, muss die Standsicherheit gewährleistet sein.

6 Planumsvoraussetzungen

Das Planum soll aus einem weitgestuften Sand-Kies-Gemisch (SW nach DIN 18196) oder feiner bestehen (jedoch kein bindiger Boden) und frei von Fremdkörpern, scharkantigen Steinen sowie stehendem Oberflächenwasser sein. Die Planumsoberfläche muss ausreichend verdichtet und eben sein, so dass nur flache Spurrillen < 5 cm durch Verlegegeräte entstehen. Höhengsprünge durch herausragende Einzelkörner und Walzkanten müssen < 2 cm sein.

Die Verwendung von anderen Körnungen (vgl. oben) bedarf im Einzelfall der Zustimmung der abfallrechtlich zuständigen Behörde.

7 Grundsätze bei der Verlegung und Anordnung von Überlappungen

Folgende Grundsätze sind bei der Verlegung von Tektoseal, bzw. bereits im Verlegeplan, zu berücksichtigen:

- Die Verlegung auf Böschungen steiler als 1 : 5 erfolgt in Fallrichtung, eine Abweichung davon ist in flacheren Bereichen erlaubt.
- Beim Abrollen sind die Bahnen parallel zueinander falten- und spannungsfrei unter Einhaltung der Überlappungen (s. Abschn. 8) zu positionieren. Die GTD darf dabei nicht gegen den Untergrund scheuern.
- Das Abrollen erfolgt langsam, kontrolliert und unter Lenken der Bahnenränder, so dass ein nachträgliches Ausrichten der Bahnen vermieden wird.
- Alle Überlappungen sind dachziegelartig in Entwässerungsrichtung auszuführen.
- Auf steileren Böschungen (s. o.) sind Querüberlappungen zu vermeiden, gleich unterhalb der Böschungskrone sind sie unzulässig.
- Werden auf längeren Böschungen, die steiler als 1:3 geneigte Flächen aufweisen, Querüberlappungen erforderlich, sind ggf. konstruktive Sicherungsmaßnahmen gegen Abrutschen während der Bauphase anzuwenden. Dies können kleine Zwischenanker-gräben oder -bermen sein. Bei entsprechend größer gewählter Überlappung ist auch eine Vernagelung der untenliegenden, später überdeckten Bahn möglich.
- Bei steilen Böschungen $> 1:3$ sollte in jedem Fall Rücksprache mit HUESKER Synthetic gehalten werden. Die Standsicherheit ist in diesem Fall für alle Bau- und Betriebszustände nachzuweisen.
- T-Stöße sind um 1,0 m versetzt auszuführen (Abb. 5), Kreuzstöße sind nicht erlaubt.
- In Tiefpunkten ist die Anzahl von Querüberlappungen zu minimieren.
- Arbeitstäglich dürfen nur so viele Bahnen verlegt werden, wie gemäß Abschnitt 11 mit Boden abgedeckt werden können.

- Die GTD darf nicht direkt befahren werden, für Einzelheiten s. Abschnitt 11.
- Die GTD und sollte möglichst wenig betreten werden. Das Betreten von Überlappungen ist unzulässig.

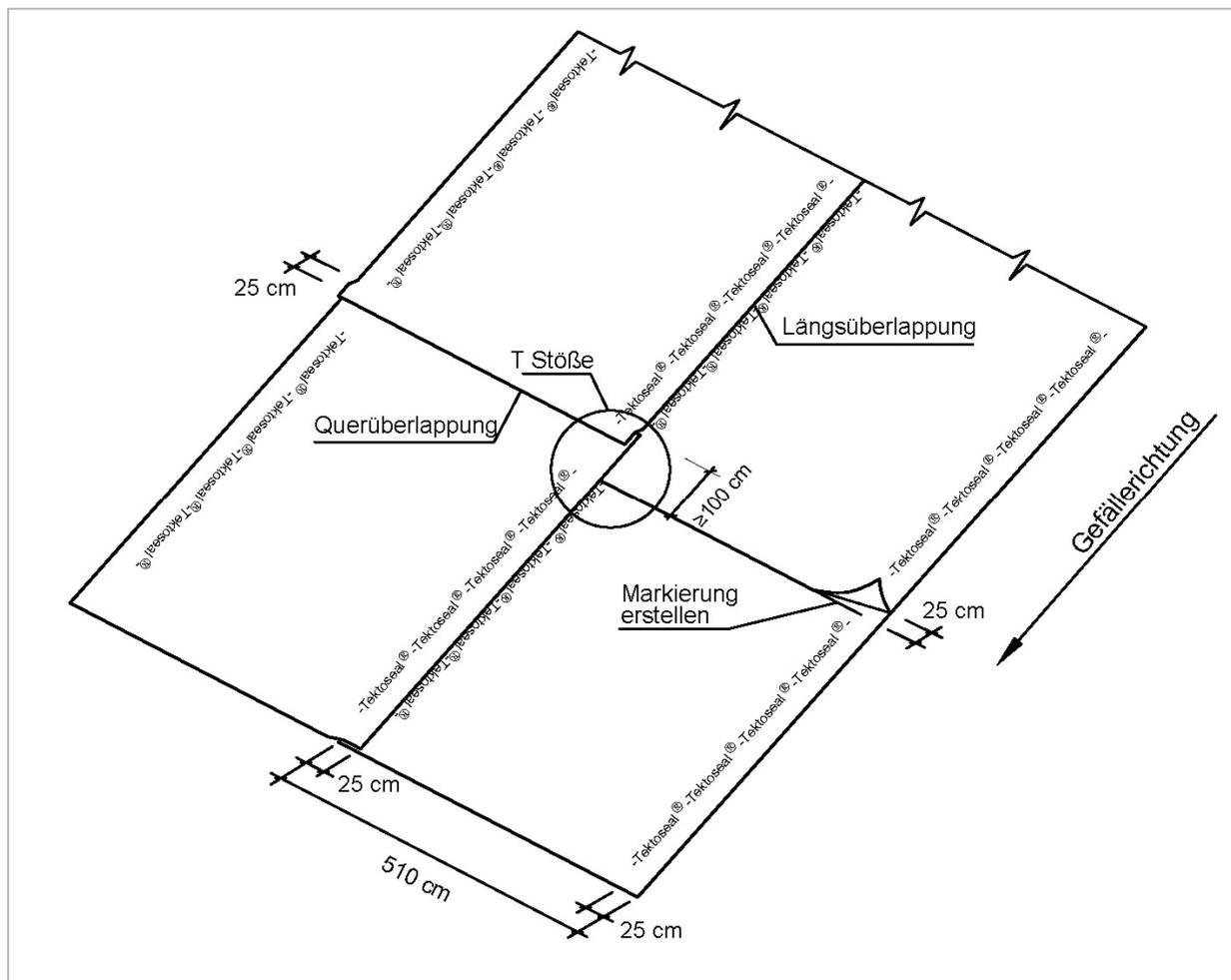


Abb. 5: Ansicht der Überlappungen/Bahnanschlüsse von Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+

8 Überlappungen, Markierung und Zuschnitt

Die Überlappungen von Tektoseal Clay betragen mindestens 25 cm (Abb. 5). Die Breite der Längsüberlappungen (bahnparallel) ist auf der Bahnoberseite in einem Abstand von 25 cm zum Rand durch den blauen Schriftzug "Tektoseal Clay" markiert. Wird die überlappende Bahn bis an die Unterkante des Schriftzugs der untenliegenden Bahn geführt, wird automatisch eine korrekte Überlappung eingehalten.

Querüberlappungen (quer zur Ausrollrichtung) sind in 25 cm Abstand vom Bahnrand zu markieren. Zum Schneiden der Bahnen sind scharfe Mehrzweckmesser oder Akkuschnaider geeignet.

Eignungsbeurteilung von Tektoseal® Clay NA 5000 LAGA+ zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 04.12.2018	Anhang 2 Seite 6
--	---------------------

Bei stark gekrümmten Flächen ist besonders auf den Verlegeplan zu achten, um eine sachgerechte Ausrichtung der Überlappungen (vgl. Abschnitt 7) gestückelter Bahnen zu erreichen.

9 Herstellung der Überlappungen

Die Sorgfältigkeit bei der Herstellung von Bahnanschlüssen ist für die Qualität der gesamten Dichtung entscheidend. Die Herstellung der Überlappung ist daher eine maßgeblich qualitätsbestimmende Maßnahme und bedarf der ganzheitlichen Prüfung durch die fremdprüfende Stelle. Die Voraussetzungen für dichte Überlappungen sind das ebene und feste Planum, saubere und dicht übereinander liegende Anschlussflächen, sowie eine sachgemäße Abdichtung.

Die Breite der Längsüberlappungen (bahnparallel) ist auf der Bahnoberseite in einem Abstand von 25 cm zum Rand durch den blauen Schriftzug Tektoseal Clay markiert. Wird die überlappende Bahn bis an die Unterkante des Schriftzugs der untenliegenden Bahn geführt, wird automatisch eine korrekte Überlappung eingehalten. Eine zusätzliche Abdichtung mit Bentonitpulver ist bei Längsüberlappungen durch die werkseitige Kanteneinstreuung nicht notwendig. Siehe Abb. 6.

Querüberlappungen werden mit ca. 800 g/m Bentonitpulver abgedichtet. Die abzudichtenden Überlappungen müssen frei von Bodenresten oder anderen Verunreinigungen sein. Das Bentonitpulver wird auf der unteren Tektoseal Clay Bahn mittig in der Überlappung aufgetragen. Der pulverförmige Bentonit kann manuell aufgestreut und mit einer Kelle verteilt oder mit einem Sportplatzstreuwagen aufgebracht werden. Ebenfalls bewährt, hat sich der Einsatz von Gießkannen, deren Auslauf durch Abschneiden vergrößert wird und einen entsprechend großen Ausflussquerschnitt bietet. Die Maße der Bentoniteinstreuung gemäß Abb. 7 sind in jedem Fall einzuhalten. Der Überlappungsbereich ist durch Zurückschlagen der oberen Tektoseal Clay Lage abzudecken.

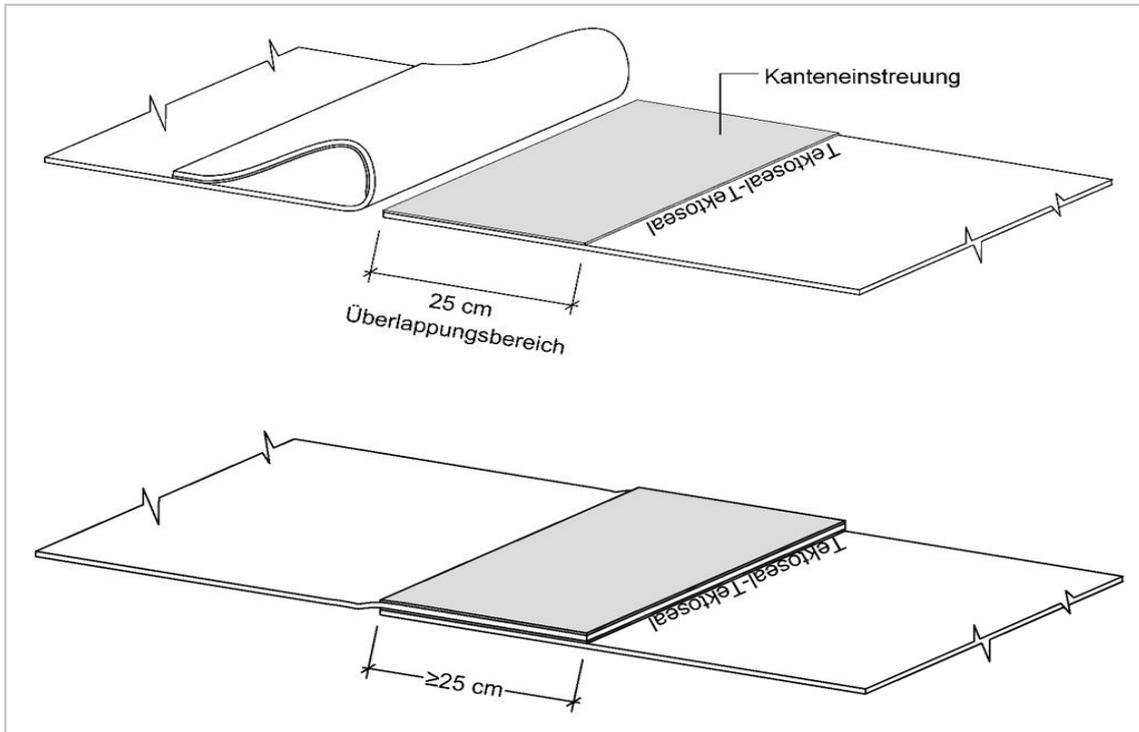


Abb. 6: Herstellung der Längsüberlappung

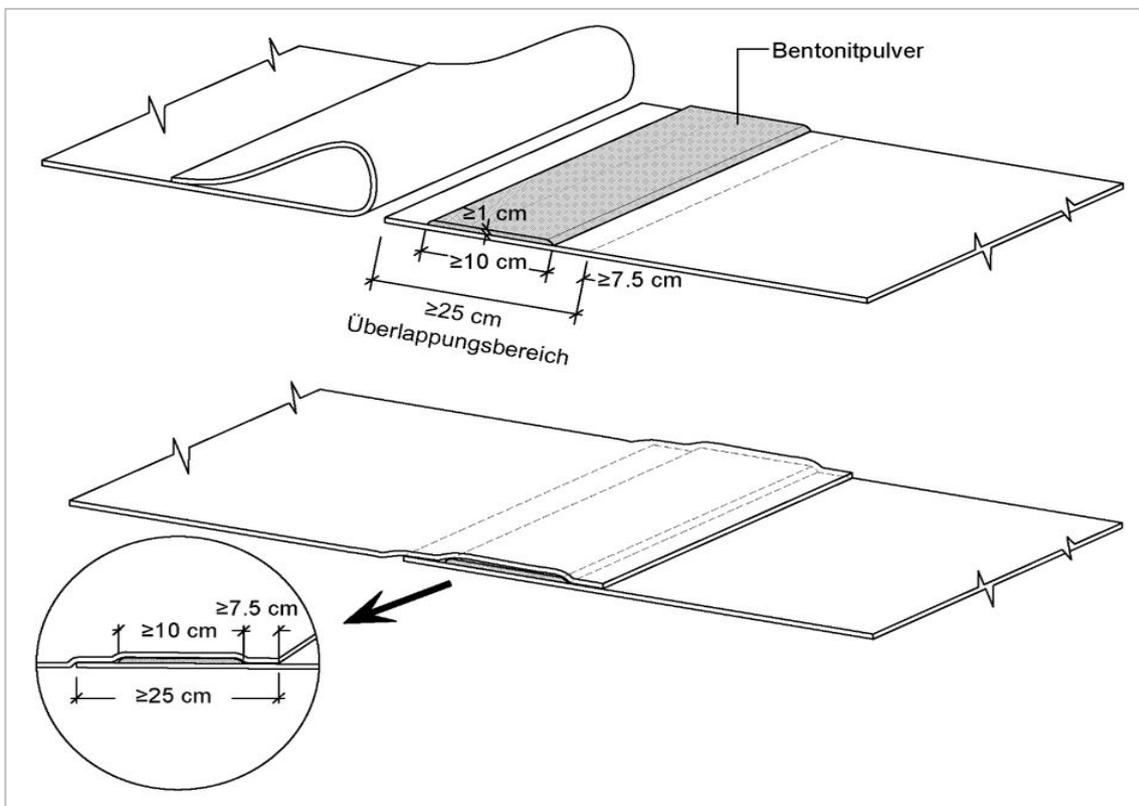


Abb. 7: Herstellung der Querüberlappung

Achtung: Das Betreten von fertig hergestellten Überlappungen ist nicht erlaubt. Die folgende Bodenschicht muss in Richtung der Überlappung eingebaut werden. Ist die Einhaltung der o.g. Vorgaben nicht möglich, müssen die betroffenen Überlappungsbereiche mit einer manuell aufgetragenen Bodenschicht geschützt werden, um eine Beschädigung auszuschließen.

10 Rohr- und Bauwerksanschlüsse

Rohrdurchdringungen (Abb. 8), werden durch ein zusätzliches Tektoseal Clay Pastsstück (Quadrat mit Seitenlänge = \varnothing Rohr plus 120 cm), angeordnet über der Tektoseal Clay Bahn, ausgebildet. Das Rohraufleger muss fest und setzungsfrei sein, Hohlräume sind mit erdfeuchtem Sand-Bentonit-Gemisch aufzufüllen, die Füllung ist zu verdichten/anzudrücken.

Zunächst wird die GTD-Bahn bis zum Rohr geführt, wobei eine Verlegung böschungsaufwärts empfohlen wird. Die Rohrposition wird auf der Bahn markiert, ein kreuzförmiger Schlitz, ausgerichtet in Falllinie, wird vorgezeichnet, angefeuchtet und geschnitten. Der Schlitz darf nicht größer als der Rohrdurchmesser sein. Die geschlitzte Tektoseal Clay Bahn wird über das Rohr geschoben.

Mit dem Pastsstück wird ähnlich verfahren. Der kreuzförmige Schnitt ist dabei parallel zu den Pastsstückrändern auszuführen. Das Zusatzstück wird diagonal zur Gefällerichtung angebracht, vgl. Abb. 8. Durch die Verdrehung des Pastsstücks um 45° bedecken die „Schnitzungen“ somit die Schlitzlöcher der unteren Tektoseal Clay Lage. Das Pastsstück muss dicht um das Rohr liegen.

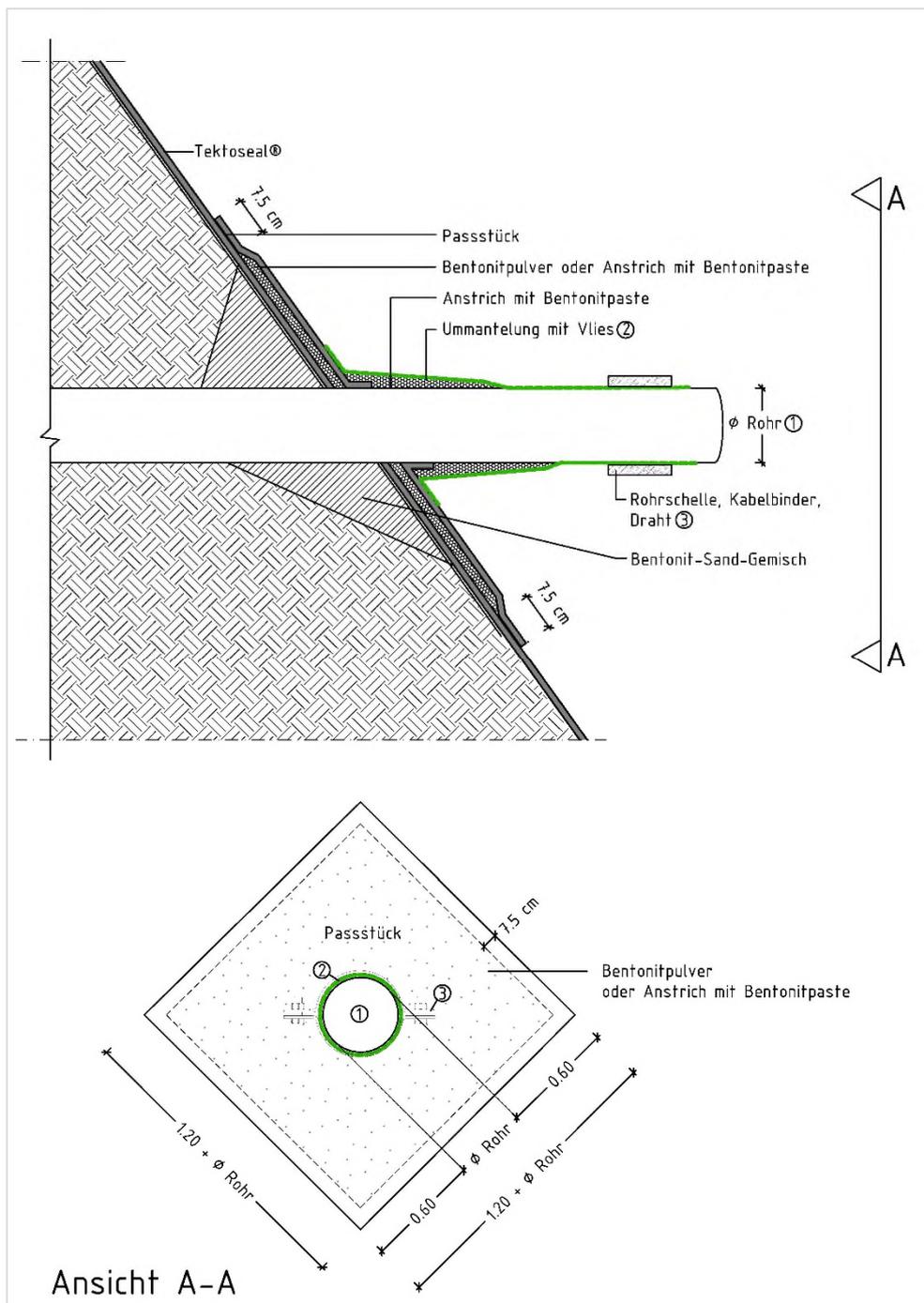


Abb. 8: Rohranschluss

Alle Bereiche, insbesondere um das Rohr, sind reichlich mit Bentonitpaste zu bedecken. Abschließend wird das Rohr inkl. Passstück mit Vliesstoff ummantelt bzw. abgedeckt und mit Rohrschellen, Kabelbindern oder Drähten festgebunden.

Bauwerksanschlüsse werden gemäß Abb. 9, mit einem zusätzlichen GTD-Streifen ausgeführt. Nach dem gleichen Prinzip kann auch direkt die Tektoseal Clay Bahn mit dem Bauwerk verbunden werden. Nach Möglichkeit ist die GTD über die Höhe der Entwässerungsschicht bzw. des

max. Wasserspiegels zu führen.

Bereiche von Rohr- und Bauwerksanschlüssen sind gleich nach der Erstellung mit Boden abzudecken, damit deren Lagestabilität gesichert wird.

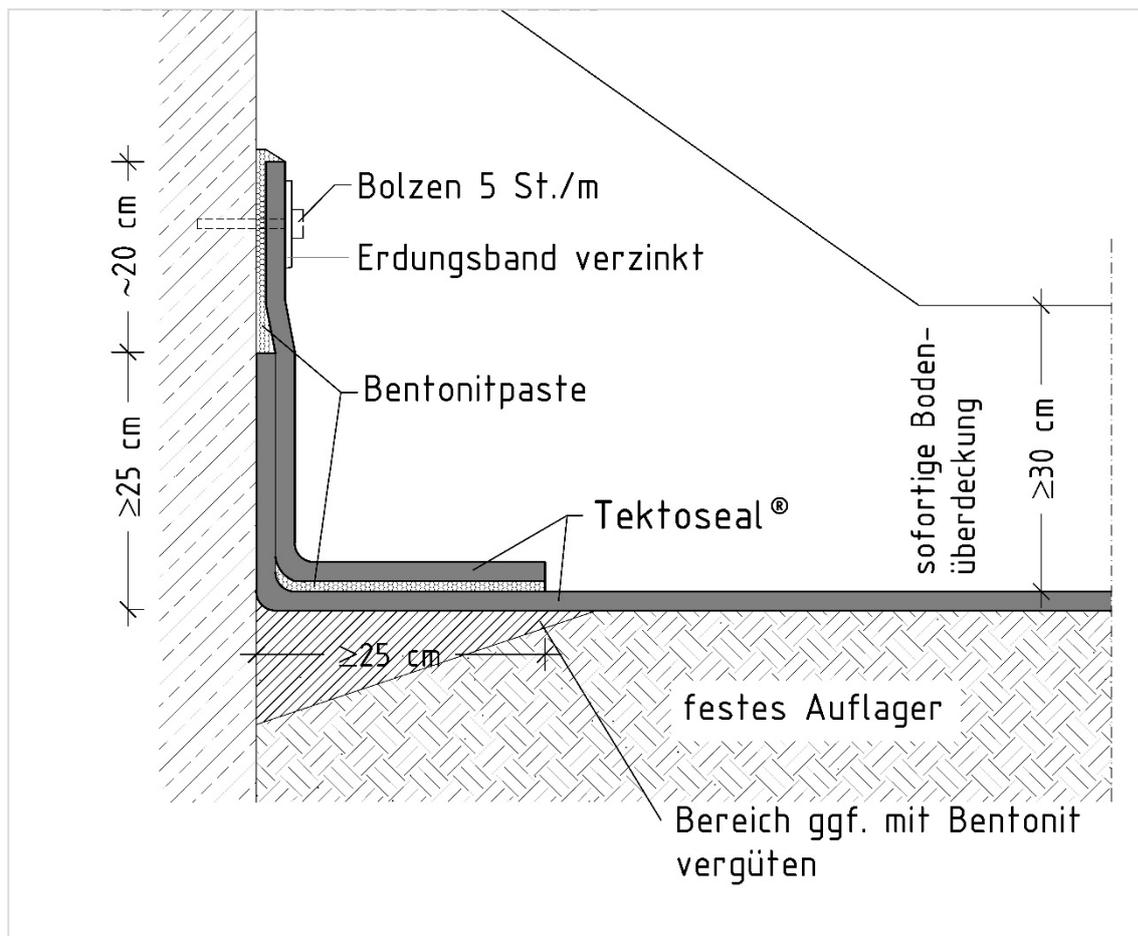


Abb. 9: Anschluss an Bauwerk

11 Bodenüberdeckung (Körnung, Schichtdicken und Einbau)

Bei mineralischen Entwässerungsschichten (Ungleichförmigkeitszahl $U < 5$) wird das Größtkorn auf 8 mm begrenzt, wobei ein Überkorn ≤ 16 mm bis zu einem Kornanteil von 10 % zulässig ist. Ansonsten ist bei weitgestuften Körnungen mit $U \geq 15$ das Größtkorn auf 32 mm limitiert. Prinzipiell ist ein feinkörniger Boden zu bevorzugen.

Eine Auflast von mindestens 5 kN/m² ist unverzüglich, in der Regel innerhalb von 24 Stunden, aufzubringen. Diese kann aus der wasserspeichernden Sandschutzschicht gemäß Anhang 3 der Eignungsbeurteilung, der Entwässerungsschicht und einem Teil der Rekultivierungsschicht resultieren. Sofern die GTD infolge von Feuchtigkeit Zutritt ohne Auflast frei quellen konnte, ist vor dem Aufbringen der Auflast nachzuweisen, dass ein Wassergehalt der GTD von 50 Masse % nicht überschritten ist.

Bis spätestens 14 Tage nach dem Aufbringen der Auflast aus einer 30 cm mächtigen Bodenschicht ist im Vor-Kopf-Verfahren die Dicke des aufliegenden Bodens auf insgesamt mindestens 80 cm zu erhöhen. Wird diese Frist überschritten und kann aufgrund der zwischenzeitlichen Witterung in Bereichen, in denen die Überdeckung weniger als 80 cm betrug, nicht ausgeschlossen werden, dass eine bereits gequollene GTD austrocknen konnte, ist die GTD durch den Fremdprüfer mineralische Baustoffe hinsichtlich Strukturveränderungen durch Austrocknung, ggf. in Abstimmung mit dem Hersteller, zu bewerten. Im Zweifelsfall ist die GTD diesbezüglich zu untersuchen.

Innerhalb von vier Wochen nach Verlegung der GTD sollte, spätestens aber nach sechs Monaten muss die Rekultivierungsschicht in ihrer gesamten Dicke fertiggestellt sein. Aus Frostschutzgründen kann standortbezogen eine kürzere Frist zur Fertigstellung der Rekultivierungsschicht erforderlich werden.

Beim Einbau des Bodens ist folgendes zu berücksichtigen:

- Der Bodeneinbau erfolgt im Vor-Kopf-Verfahren und in Richtung der Überlappungen. Besteht dabei die Gefahr einer Verschiebung der Überlappungen, sind diese Bereiche vorab separat mit Boden manuell zu überdecken.
- Im Prozess des Bodeneinbaus muss die Bodendicke vor Befahren der GTD ≥ 30 cm betragen. Vorzugsweise ist Baustellengerät mit niedriger Bodenpressung (z.B. Bagger mit Moorketten) einzusetzen. Scharfe Wendemanöver und abrupte Anfahr- und Bremsvorgänge sind zu vermeiden. Das Befahren über der Bodenschicht von 30 cm ist nur zum Zweck der Bodenverteilung erlaubt.
- Der Boden wird grundsätzlich böschungsaufwärts aufgebracht. Querüberlappungen sind vorher getrennt mit Boden abzudecken, um Verschiebungen zu verhindern.
- Vorhandene Verankerungsgräben werden zunächst verfüllt.
- Beim Aufschütten ist die Fallhöhe des Bodens auf 50 cm zu begrenzen, das Schütten größerer Bodenmassen auf die GTD ist grundsätzlich nicht erlaubt.
- Bereiche, die in der Bauphase unvermeidlich häufig befahren werden, erfordern eine Sandschutzschicht von ≥ 10 cm auf der GTD bei einer Gesamtüberdeckung von

≥ 90 cm. Reguläre Baustellenstraßen führen grundsätzlich nicht über abgedichtete Bereiche. Bei Abweichungen davon ist deren Schadlosigkeit im Probefeld nachzuweisen.

- Die verbleibende Bodenüberdeckung ist innerhalb von zwei bis drei Wochen nach der Erstbelastung durch die Bodenschicht von 30 cm Dicke (≥ 5kPa) aufzubringen.

12 Reparaturen

Falls bereits verlegte Tektoseal-Bahnen beschädigt sind, können die entsprechenden Stellen mit einem zusätzlichen GTD-Stück nach dem Prinzip der Überlappungen (Abschnitte 7 und 8) und der Ausführung von Rohranschlüssen (Abschnitt 10) ausgebessert werden.

13 Verlegung in Kombination mit einer Kunststoffdichtungsbahn

Vor Verlegung der Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) dürfen sich auf der GTD keine Fremdkörper, z.B. Steine o. ä., befinden, um Beschädigungen an den Kunststoffdichtungsbahnen und den GTD zu vermeiden.

Das Verschieben einer Kunststoffdichtungsbahn, insbesondere mit strukturierter Oberfläche, auf der GTD kann die abgedichteten Überlappungen und die Außenbeschichtung der GTD beschädigen. Um diese Risiken zu vermeiden, ist die KDB bereits während des Abrollens auf die richtige Position zu bringen. Durch ein kontrolliertes und langsames Abrollen wird das nachträgliche Verschieben zum Ausrichten der KDB verhindert.

Da die Tondichtungsbahn nicht direkt befahren werden darf (s. Abschnitt 11), kann die KDB nach folgenden Verfahren verlegt werden:

- Abrollen von einem seitlich fahrenden Verlegegerät mit einem langen Ausleger; GTD und Kunststoffdichtungsbahn werden dabei bahnenweise im Wechsel verlegt; unzulässige Fahrspuren im Planum werden vor Weiterverlegung der GTD geglättet.
- Abrollen von einer Traverse direkt über der GTD von unten nach oben mit Hilfe einer Seilwinde, die z.B. an einem an der Böschungskrone stehenden Bagger befestigt ist. In diesem Fall wird die GTD zuvor auf einer größeren Fläche (maximal bis zur geplanten Tagesleistung) verlegt.

Die Vorgaben der BAM-Zulassung an die Verlegung der KDB sind zu beachten.

Beim Herstellen von Schweißnähten (Überlappnähten) ist darauf zu achten, dass die Schweißmaschine nicht gegen die Absätze im Überlappungsbereich der GTD stößt und diese beschädigt. Vorbeugend können ggf. Schweißhilfen wie z. B. Schleppstreifen eingesetzt werden.

Für das Aufbringen der Auflast auf der KDB sind die Anforderungen der Zulassungsrichtlinie für Kunststoffdichtungsbahnen einzuhalten. Danach muss die Auflast in der Regel am selben oder am folgenden Tag, spätestens jedoch am zweiten Arbeitstag nach dem Einbau der KDB aufgebracht werden. Um ein freies Quellen der GTD auch unter einer KDB zu verhindern, muss die

Auflast mindestens 5 kN/m² betragen. Diese kann aus der Entwässerungsschicht und einem Teil der Rekultivierungsschicht resultieren. Sofern die GTD infolge von Feuchtigkeitzutritt ohne Auflast frei quellen konnte, ist vor dem Aufbringen der Auflast nachzuweisen, dass ein Wassergehalt der GTD von 50 Masse-% nicht überschritten ist.

Innerhalb von vier Wochen nach Verlegung der GTD sollte, spätestens aber zu Beginn der Frostperiode muss die Rekultivierungsschicht in ihrer gesamten Dicke fertiggestellt sein.

Der Schutz der Tondichtungsbahn gegen Regen erfolgt nach den Angaben im Abschnitt 5.

14 Schlussbemerkungen

Die interne Scherfestigkeit von Tektoseal ist durch die Vernadelung sehr hoch, daher sind für die Standsicherheit fast ohne Ausnahme externe potentielle Gleitflächen maßgebend. Bei Böschungen ist die Standsicherheit für solche Gleitflächen noch in der Planungsphase nachzuweisen.

Verankerungen der GTD dienen nicht zur Aufnahme von planmäßigen Zugkräften. Die Aufnahme dieser Kräfte bleibt einem Bewehrungselement (z.B. einem Geogitter Fortrac) vorbehalten. Bei Neigungen steiler als 1:3 wird eine Überprüfung der Standsicherheit dringend empfohlen.

Für anwendungsbezogene Beratungen, die diese Einbauanleitung nicht behandelt, steht Ihnen HUESKER Synthetic zur Verfügung. Diese Einbauanleitung entspricht dem heutigen Stand der Technik. Änderungen im Sinne des technischen Fortschritts behält sich die Firma HUESKER Synthetic vor. Gewährleistungsansprüche können nicht abgeleitet werden.

Anhang 3: Schutzmaßnahmen gegen schädliche Wasserspannungen

Sofern der Austrocknungs- und Wurzelschutz der GTD nicht durch eine aufliegende Kunststoffdichtungsbahn gewährleistet wird, sind diese vorrangig von der Rekultivierungsschicht und einer auf der GTD als unterer Teil der Entwässerungsschicht anzuordnende Wasser speichernden Sandschicht sicherzustellen.

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

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 (≈ 30 cm) humoses Material verwendet werden (Oberboden). § 12 BBodSchV ist zu beachten.

Es ist eine mindestens 10 cm dicke Wasser speichernde Sandschicht (SE, SW, SU) auf der GTD einzubauen.

Anhang 4: Qualitätsmanagement bei der Verlegung von Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+

1 Allgemeines

Das Qualitätsmanagement bezieht sich auf die Verlegung von Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ als werkmäßig hergestellte Abdichtungskomponente in einem Oberflächenabdichtungssystem der Deponieklasse I bzw. II nach den Bestimmungen dieser Eignungsbeurteilung. Durch die Qualitätssicherung sind die fach- und anforderungsgerechte Ausführung und damit die mit der Planung beabsichtigte Wirksamkeit des Dichtungssystems sicherzustellen. Die Qualitätskontrolle erfolgt in drei Stufen:

- Eigenprüfung durch die ausführende Baufirma -EP
- Fremdprüfung durch einen Fremdprüfer -FP
- Überwachung durch die abfallrechtlich zuständige Behörde -B

Der Auftragnehmer (bauausführende Firma), bzw. sein Subunternehmer muss ausreichende Qualifikation und Erfahrung mit der Verlegung und mit dem Umgang mit Tondichtungsbahnen aufweisen. Die Fremdprüfung ist durch akkreditierte Fremdprüfer auszuführen.

Die vorzusehenden Maßnahmen im Rahmen der Eigenprüfung, der Fremdprüfung und der behördlichen Überwachung sind in einem projektspezifisch zu erstellenden Qualitätssicherungsplan festzulegen. In diesem sind alle Anforderungen hinsichtlich der Qualitätssicherung der vorliegenden Eignungsbeurteilung festzuhalten sowie die relevanten Empfehlungen in EAG-GTD [11] zu beachten. Der Qualitätssicherungsplan wird vor Baubeginn mit den Beteiligten abgestimmt, der Auftragnehmer setzt seine Subunternehmer vom Inhalt des Qualitätssicherungsplanes in Kenntnis. Nachfolgend werden wichtige Anhaltspunkte zum Verfassen eines Qualitätssicherungsplans gegeben.

Bereiche, in denen im Qualitätssicherungsplan Kontrollen und Prüfungen vorzusehen sind:

- Unterlagen zur Qualitätsüberwachung bei der Herstellung der Dichtungsbahn (s. Anhang 1)
- Probeverlegung im Probefeld (s. Abschnitt 2)
- Transport, Entladung und Lagerung auf der Baustelle (s. Abschnitt 3)
- Identifikation des Produkts vor dem Einbau anhand von Kontrollprüfungen (s. Abschnitt 4)
- Verlegevoraussetzungen (s. Abschnitt 5)
- Verlegung (s. Abschnitt 6)
- Verlegung in Kombination mit einer KDB

2 Probefeld

Das Probefeld ist nach den Vorgaben DepV [1] und unter Berücksichtigung der GDA-Empfehlung E 3-5 [9] mit dem Ziel zu errichten, die Verlegevoraussetzungen, die Eignung von Einbaugeräten sowie die Verlegeverfahren für die Tondichtungsbahn unter den konkreten Feldbedingungen repräsentativ für die Oberflächenabdichtung zu überprüfen.

Die Tondichtungsbahn wird im Probefeld durch die ausführende Baufirma nach der Einbauanleitung des Herstellers eingebaut. Die Einbauanleitung ist gemäß Anhang 2 dieser Eignungsbeurteilung zu erstellen. Bei der Errichtung des Probefeldes werden seitens des Eigenprüfers, des Fremdprüfers und der zuständigen Behörde folgende Bedingungen/Voraussetzungen und Einbautechniken überprüft:

- Beschaffenheit des Auflagers
- Einbaugeräte und –verfahren
- Verlegung im Böschungs- und im Plateaubereich
- Ausführung von Überlappungen (längs und quer)
- Ausführung von Anschlüssen und Durchdringungen
- Aufbringen der Entwässerungs- und der Rekultivierungsschicht
- Überprüfen auf etwaige Beschädigungen nach Abschluss des Testeinbaus
- bei Deponieklasse II (DK II) Verlegung von Kunststoffdichtungsbahnen auf der GTD

Im Probefeld sind alle vorgesehenen Geräte, Einbautechniken und Materialien einzusetzen und auf ihre Eignung zu überprüfen. Ggf. ist der Zustand der GTD nach dem Einbau im Probefeld zu überprüfen. Dabei ist die Unversehrtheit freigelegter Überlappungen zu kontrollieren sowie die Oberfläche der Dichtungsbahn nach eventueller Beschädigung nach dem Überfahren auf der vorgeschriebenen Mindestüberdeckung von 30 cm zu untersuchen.

Bei Deponieklasse II ist ein Verlegeverfahren der KDB ohne Befahren der Bentonitmatte und ohne Verschieben der KDB auf der GTD zu erproben. Das Schweißen der Nähte ohne die Überlappungen der GTD zu beschädigen, ist ebenfalls zu überprüfen.

Gegebenenfalls erforderliche Maßnahmen sind mit der abfallrechtlich zuständigen Behörde abzustimmen. Die Einbauanleitung ist objektspezifisch anzupassen, falls sich beim Probeneinbau im Probefeld Änderungen von Einbautechniken und abweichenden Materialien ergeben haben.

3 Transport, Entladung und Lagerung auf der Baustelle

Bezüglich Transport, Entladung und Lagerung auf der Baustelle ist vom Eigenprüfer und vom Fremdprüfer die Übereinstimmung mit den Anforderungen gemäß Abschnitt 1.5.2 dieser Eignungsbeurteilung zu überprüfen. Der Fremdprüfer ist über mögliche Schäden an der Verpackung oder der GTD durch Transport oder Lagerung zu informieren.

4 Produktidentifikation vor der Verlegung

Vor der Verlegung ist das Produkt Tektoseal Clay NA 5000 LAGA+ zu identifizieren und im Hinblick auf die Übereinstimmung wesentlicher Eigenschaften mit den besonderen Bestimmungen der Eignungsbeurteilung zu überprüfen.

Eigenschaft	Norm	Kennwert (Grenzwerte und n siehe Anh. 1, 2.3.4)	EP	FP
Lieferidentität anhand der Lieferpapiere und Etiketten	DIN EN 13492 und 13493	-	jede Lieferung	jede Lieferung
Masse pro Flächeneinheit	DIN EN 14196, ρ_{GBR-C}	5.320 g/m ²	-	mind. 1 x je Lieferung, alle 2.500 m ²
Bentoniteinlage bezogen auf einen Wassergehalt 0 Gew.-%	DIN EN 14196, $\rho_{TON, 0\%}$	4.425 g/m ²	-	alle 2.500 m ²
Höchstzugkraft längs/quer *	DIN EN ISO 10319	MD: 10 kN/m CMD: 10 kN/m	-	alle 10.000 m ² alle 10.000 m ²
Dehnung bei Höchstzugkraft längs/quer*	DIN EN ISO 10319	MD: 10 % CMD: 10 %	-	alle 10.000 m ² alle 10.000 m ²
Verbindungsfestigkeit bestimmt als mittlere Schälfestigkeit längs	ASTM D6496M-04	MD: 400 N/m	-	alle 7.500 m ²
Permittivität	DIN EN 16416 (i=150, 35 kPa Auflast)	2,75·10 ⁻⁹ 1/s	-	alle 7.500 m ²

* Messung über den Traversenweg zulässig

5 Verlegevoraussetzungen

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

Kriterien	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

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

Eignungsbeurteilung von Tektoseal® Clay NA 5000 LAGA+ zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien vom 04.12.2018	Anhang 4 Seite 5
--	---------------------

7 Abnahme und Dokumentation

Fertiggestellte Abschnitte der Dichtungskomponente und der Oberflächenabdichtung werden nach abfallrechtlichen Anforderungen abgenommen und dokumentiert. Das Überschütten der fertig verlegten Tondichtungsbahn erfolgt erst nach der Freigabe durch den Fremdprüfer.

Im Zuge der Verlegung wird die Lage der einzelnen Bahnen, die Rollennummern, 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 durch den Fremdprüfer abzeichnen.

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