# Teil B Besondere Anforderungen an die Fremprüfung der Systemkomponenten

# B2 Oberflächenabdichtung

# Geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD)

## Allgemeines GTD

Die geosynthetischen Tondichtungsbahnen (GTD) bilden die erste Abdichtungskomponente (mineralische Abdichtung) gemäß DepV, Kap. 2.3, Tabelle 2. Sie werden einlagig auf einer feinkörnigen Trag- und Ausgleichsschicht verlegt. In der Kombinationsabdichtung werden die GTD anschließend mit der Kunststoffdichtungsbahn überbaut.

Die Tondichtungsbahn muss den Anforderungen der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ „Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-5 Oberflächenabdichtungskomponenten aus geosynthetischen Tondichtungsbahnen“ entsprechen.

## Probefeld

Vor Baubeginn ist im Beisein des Fremdprüfers ein Probefeld zum Bau der GTD anzulegen. Zum Bau des Probefeldes ist im Vorfeld ein Verlegekonzept GTD zu erstellen. Auf der Grundlage der Ergebnisse aus dem Probefeld ist von der bauausführenden Firma ein Einbaukonzept für das gesamte Dichtungssystem aufzustellen und dem Fremdprüfer vorzulegen. Der Fremdprüfer beurteilt das Einbaukonzept und legt es der zuständigen Behörde zur Freigabe vor.

Im Probefeld ist der Einbau der GTD mit den geplanten Baugeräten gemäß den nachfolgenden Kapiteln nachzuweisen. Es müssen mindestens 2 Bahnen GTD verlegt werden. Laborprüfungen werden für das Probefeld GTD nicht erforderlich. Vor dem Bau des Probefelds sind die Eignungsnachweise vorzulegen und durch die FP freizugeben.

## Eignungsnachweise

Für die zum Einbau vorgesehenen geosynthetischen Tondichtungsbahnen sind die Eignungsnachweise gemäß der nachfolgenden Tabelle vorzulegen. Die Eignungsnachweise müssen einschließlich aller Anlagen ab Baubeginn auf der Baustelle vorliegen.

Tabelle X: Aufstellung der zu erbringenden Nachweise und Unterlagen der GTD

| **Geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD)** | vorzulegen bis |
| --- | --- |
| 0 | **Hersteller:** **Bezeichnung:**  |  |
| 1 | Einungsbeurteilung der LAGA Ad-hoc AG entsprechend dem BQS 5-5 | 2 Wochen vor Baubeginn |
| 2 | Fremdüberwachungsvertrag für die Herstellung der geosynthetischen Tondichtungsbahn (GTD) | 2 Wochen vor Einbau  |
| 3 | Verlegeplan für die geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD) | 2 Wochen vor Einbau  |
| 4 | Verlege- und Einbauanweisung für die geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD) | 2 Wochen vor Baubeginn |
| 5 | Fremdüberwachungsbericht für die eingesetzte geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD), Zeitraum entsprechend des Produk­tionszeitpunktes der gelieferten geosynthetischen Tondichtungsbahn (GTD) | 2 Wochen vor Baubeginn |
| 6 | Standsicherheitsnachweis mit Nachweis der Scherparameter zu den angrenzenden Schichten | 2 Wochen vor Baubeginn |
| 7 | Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 für die gelieferten geosynthetischen Tondichtungsbahnen (GTD) | bei Lieferung |
| 8 | CE-Zertifikat der werkseigenen Produktionskontrolle | bei Lieferung |
| 9 | Begleitdokument gemäß DIN EN 13493 | bei Lieferung |
| 10 | Lieferscheine aller angelieferten Materialien(Komponenten und Durchführungen) | bei Lieferung |

Der Nachweis der Standsicherheit der Oberflächenabdichtung ist für alle maßgebenden Bau- und Betriebszustände nach den in der Geotechnik üblichen Verfahren, z. B. nach GDA E2-7 zu erbringen. Dabei dürfen die Tondichtungsbahnen 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-Empfehlung E 3-8 zu berücksichtigen.

## Eingangsprüfungen GTD

### Herstellung Werkseigene Produktionskontrolle GTD

Die Art und Häufigkeit der Prüfungen der Produktherstellung bei Eigen- und Fremdüberwachung sind in der LAGA-Eignungsbeurteilung für alle Einzelprodukte der GTD (Vliese, Bentonit) und das Gesamtprodukt detailliert beschrieben. Die Vorgaben sind zwingend einzuhalten.

Die Ergebnisse der Eigenüberwachung werden zusammen mit den Produktionsdaten und den Rollennummern für jede Lieferung in einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 dokumentiert. Darin wird bestätigt, dass die zugesicherten Eigenschaften nachgewiesen wurden und die in der Eignungsfeststellung vorgegebenen Materialien verarbeitet wurden.

Die GTD werden vom Hersteller fortlaufend so gekennzeichnet (Rollennummern), dass sie den Lieferscheinen und den Abnahmeprüfzeugnissen zuzuordnen sind. Die Abnahmeprüfzeugnisse sind der Fremdprüfung zusammen mit den Lieferscheinen vor, spätestens jedoch bei Lieferung der GTD zur Baustelle zu übergeben.

### Identifikationsprüfung / Fremdprüfung GTD

Die Ergebnisse der Eigenüberwachung werden durch den Fremdprüfer geprüft und durch die folgenden Kontrollprüfungen ergänzt:

* Masse pro Flächeneinheit (DIN EN 14196) alle 2.500 m²
* Flächenmasse an Bentonit (DIN EN 14196) alle 2.500 m²

bezogen auf einen Wassergehalt von 0%

* mittlere Schälkraft längs (ASTM D 6496a) alle 7.500 m²

oder

* Verbundfestigkeit längs/quer (DIN EN ISO 13462-2, Prüfung B) alle 7.500 m²
* Permittivität (DIN EN 16416) alle 7.500 m²
* Höchstzugkraft längs/quer (DIN EN ISO 10319)1  alle 10.000 m²
* Dehnung bei Höchstzugkraft längs/quer (DIN EN ISO 10319)1 alle 10.000 m²

1 Alternativ kann der Parameter nach DIN EN 29073-3 bestimmt werden, wenn in der Eignungsbeurteilung nach diesem Verfahren bestimmte Korrelationsfaktoren verankert sind

**Hinweise:**

Art und Häufigkeit dieser Prüfungen richten sich nach den Vorgaben im Anhang der jeweiligen Eignungsbeurteilung. Bei kleineren Projekten ist jede Kontrollprüfung mindestens einmal durchzuführen.

Bei der Bestimmung der Verbundfestigkeit nach DIN EN ISO 13462-2 kann die Zugscherfestigkeit (Prüfung A - Zugscherprüfung) und/oder die Schälfestigkeit (Prüfung B -Schälprüfung) ermittelt werden. In den Eignungsbeurteilungen ist teilweise die Verbundfestigkeit nach DIN EN ISO 13462-2 auch nach dem Verfahren A vorgesehen.

Das genannte Prüfraster ist eine Mindestvorgabe. Bei Lieferungen aus nicht zusammenhängenden Produktionseinheiten kann sich die Anzahl der Kontrollprüfungen erhöhen.

Die Proben für die Kontrollprüfungen werden vom Fremdprüfer auf der Baustelle entnommen. Die Kontrollprüfungen müssen in einem nach DIN 17025 akkreditierten Prüflabor durchgeführt werden, dass für die o.g. Versuche akkreditiert.

## Baubegleitende Prüfungen GTD

### Liefern und Lagern GTD

Die GTD sind in einer Liefereinheit oder in Liefermengen von mindestens 5.000 m² zu liefern. Die Liefermengen müssen aus zusammenhängenden Produktionseinheiten stammen.

Die GTD (Rollen) werden ausschließlich nach den Vorschriften des Herstellers der GTD (Anhang zur Eignungsbeurteilung) geliefert und gelagert. Dies ist durch die Eigenkontrolle des Verlegers sicherzustellen. Der Untergrund des Lagerplatzes hat trocken und eben zu sein und bei Regen oder Grundwasseranstieg trocken zu bleiben. Die gelagerten Rollen sind mit einer wetterfesten und UV-stabilen Plane (Schutzfolie) zu bedecken.

Der Fremdprüfer prüft bei oder nach Lieferung die Kennzeichnung der GTD (Rollen), den Anlieferungszustand und die fachgerechte Lagerung.

### Auflager GTD

Die Auflagerfläche muss gemäß den jeweiligen Vorgaben verdichtet, eben und frei von scharfkantigen Gegenständen oder schädlichen Stoffen sowie von Oberflächenwasser und Eis sein. Die Körnung des Auflagers muss den Anforderungen der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ „Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-5 Oberflächenabdichtungs-komponenten aus geosynthetischen Tondichtungsbahnen“ entsprechen.

Gemäß o.g. Regelwerk gilt:

* 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 ≥ 6, Krümmungszahl Cc 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 GTD nach unten ausgeschlossen werden kann.
* Eine ggf. erforderliche Gasdränage ist unterhalb der Trag- und Ausgleichsschicht bzw. als unterer Teil der Trag- und Ausgleichsschicht anzuordnen

Das Auflager GTD wird im Rahmen der Eigenkontrolle und vom Fremdprüfer durchgängig geprüft und vom Fremdprüfer in Teilflächen zum Einbau der GTD freigegeben. Diese Teilfreigaben werden in den Inspektionsberichten der Fremdprüfung dokumentiert.

### Entwässerungsschicht oberhalb der GTD

* Mineralische Entwässerungsschicht:
* Größtkorn auf 8 mm beschränkt (10 Gew.-% Überkorn bis 16 mm zulässig
* Geotextile Entwässerungsschichten (Dränmatten) mit Zulassung der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
* Anordnung einer mindestens 10 cm dicken Sandschicht (SE, SW, SU) als untere Lage der Entwässerungsschicht zur Erhöhung des Schutzes gegen Austrocknen der GTD

### Verlegen GTD

Die GTD werden ausschließlich nach den Einbauvorschriften des Herstellers der GTD (Anhang zur Eignungsbeurteilung) durch einen Fachverleger eingebaut. Der Fachverleger ist nachweislich vom Hersteller der GTD entsprechend eingewiesen. Er muss den Anforderungen der “BAM-Richtlinie Fachbetriebe“ entsprechen.

Für den Einbau der GTD wird vom Fachverleger ein Verlegeplan vorgelegt, in dem die Verlegerichtung und alle konstruktiven Einzelheiten festgelegt sind.

Der Verlegeplan wird vor Beginn der Arbeiten erstellt und mit allen Beteiligten abgestimmt. Nachträgliche Änderungen müssen mit der Fremdprüfung und der behördlichen Überwachung abgestimmt werden.

Die GTD dürfen nur bei trockener Witterung und nur auf einer weitgehend trockenen Stützschicht (erdfeucht) verlegt werden.

Das Verlegen der GTD erfolgt nach den Vorschriften des Herstellers der GTD mit geeignetem Gerät (z.B. Hebetraverse) zum kontrollierten Abrollen der GTD. Beim Ausrollen werden die GTD durch den Verleger und den Fremdprüfer auf äußere Beschaffenheit, Kantengeradheit, Planlage und mechanische Beschädigungen kontrolliert.

Werden an einer GTD Fertigungsmängel oder mechanische Beschädigungen in größerem Umfang festgestellt, wird diese GTD zurückgebaut.

Die GTD werden mit der in den Einbauvorschriften des Herstellers vorgegebenen Überlappung ausgerollt. Das Herstellen der Stöße erfolgt ausschließlich nach den Vorgaben des Herstellers der GTD. Die Überlappungsbereiche sind durch den Fremdprüfer zu kontrollieren.

Die GTD sind bis zur Überdeckung mit den Dichtungsbahnen vor Nässe und Durchfeuchtung zu schützen. Durchfeuchtete GTD mit Wassergehalt > 50 % müssen ausgetauscht werden. GTD, an denen beim Ausrollen Fertigungsmängel festgestellt werden, werden durch neue GTD ersetzt. Das gilt auch für durchfeuchtete GTD. Lokal begrenzte Bereiche mit mechanischen Beschädigungen werden in Abstimmung mit der Fremdprüfung herausgeschnitten und durch entsprechende Zuschnitte ersetzt. Freiliegende Bereiche sind bei Arbeitsunterbrechungen (> 24 Stunden) und/oder unsicherer Wetterlage (Regen etc.) z.B. mit Baufolie zu schützen.

Ein direktes Befahren der GTD mit Fahrzeugen und Baugeräten ist nicht zulässig.

Die konstruktiven Einzelheiten werden entsprechend den genehmigten Ausführungsplänen unter Berücksichtigung der Einbauvorschriften des Herstellers ausgeführt. Änderungen sind mit der örtlichen Bauüberwachung und dem Fremdprüfer vor Ausführung abzustimmen.

Die Ausführung wird durch den Fremdprüfer im Rahmen der Baustellentermine geprüft.

Vor Einbau der Kunststoffdichtungsbahnen werden die GTD einschließlich aller konstruktiven Einzelheiten in Teilflächen durch den Fremdprüfer fachtechnisch geprüft und freigegeben.

Die Teilfreigaben werden in den Baustellenberichten des Fremdprüfers dokumentiert.

Die Teilfreigabe erfolgt fortlaufend in jedem Fall arbeitstäglich, damit die nachfolgenden Schichten sofort aufgebracht werden können.

Die verlegten GTD werden durch den Fachverleger in einem Verlegplan dokumentiert, welcher arbeitstäglich fortgeschrieben wird. Die endgültigen Bestandspläne mit Verlegelisten müssen spätestens 14 Tage nach Abschluss der Arbeiten dem Fremdprüfer übergeben werden. Diese Bestandspläne werden Teil des Inspektionsberichts.

### Einbau der nachfolgenden Schichten

Die Oberfläche der geosynthetischen Tondichtungsbahn muss für den Einbau der nachfolgenden Schichten frei von Fremdstoffen sein.

Die geosynthetischen Tondichtungsbahnen sind möglichst am gleichen Tag mit den Kunststoffdichtungsbahnen, den Kunststoff-Dränelementen / Schutzvliesen und der mineralischen Schicht zu überbauen. Die Dicke der ersten Lage der mineralischen Schicht ist so zu wählen, dass bei Quellbeginn des Bentonit eine ausreichende Auflast vorhanden ist.

**Hinweis:**

Die zeitlichen Vorgaben zum Überbauen können für verschiedene geosynthetische Tondichtungsbahnen unterschiedlich sein. Sie sind in den produktbezogenen Eignungsbeurteilungen festgelegt und sind entsprechend zu berücksichtigen. Erfahrungsgemäß ist bei Quellbeginn eine Bodenauflast mit einer Dicke von 0,3 m ausreichend.

Ein offen liegenlassen der GTD ohne Witterungsschutz ist nicht zulässig.

Der Einbau der mineralischen Schichten darf nur erfolgen, wenn die GTD bzw. die nachfolgenden Geokunststoffe (KDB, Dränelement) wellenfrei und vollflächig aufliegen.

Bei witterungsbedingten und bautechnischen Einschränkungen können durch die behördliche Überwachung und die Fremdprüfung in Abstimmung mit der örtlichen Bauüberwachung zusätzliche Maßnahmen festgelegt werden.

Die GTD darf niemals direkt befahren werden. Fahrstraßen sollten grundsätzlich nicht über gedichtete Flächen führen. Lassen sich Fahrstraßen mit entsprechender dynamischer Belastung durch LKWs (z. B. für den Antransport des Deckmaterials) nicht umgehen, ist eine Mindestüberdeckung von 100 cm einzuhalten.

Einbau und Verteilung der Bodenauflast direkt auf der GTD dürfen nur im Vor-Kopf-Verfahren (z. B. mit Bagger oder Planierraupe) erfolgen und Bodenmaterial darf nicht gegen Überlappungen geschoben werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass während des Auftragens der Bodenauflast keine Überlappungs-kanten oder Überlappungsbereiche verdrückt oder verschoben werden. Das Befahren der Bodenauflast (≥ 30 cm) ist nur zum Zwecke der Verteilung der Bodenauflast zulässig.

Bei Aufbringen einer Bodenauflast auf der Kombinationsdichtung, bestehend aus einer unten liegenden GTD und einer darüber liegenden Kunststoffdichtungsbahn bzw. eines Dränelementes, sind zusätzlich die Verlegevorschriften der Geokunststoffe und das Reibungsverhalten des Systems zu beachten.

Das Überbauen der GTD mit den Kunststoffdichtungsbahnen, mit den Geotextilien / Dränelementen und mit den mineralischen Schichten wird vom Fremdprüfer im Rahmen seiner Baustellentermine kontrolliert.

Für die nachfolgenden Schichten gelten die folgenden Anforderungen, insofern die GTD nicht mit einer Kunststoffdichtungsbahn geschützt wird:

**Entwässerungsschicht:**

* Mineralische Entwässerungsschicht: Größtkorn auf 8 mm beschränkt (10 Gew.-% Überkorn bis 16 mm zulässig
* Geotextile Entwässerungsschichten (Dränelemente) mit Zulassung der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
* Anordnung einer mindestens 10 cm dicken Sandschicht (SE, SW, SU) als untere Lage der Entwässerungsschicht zur Erhöhung des Schutzes gegen Austrocknen der GTD

**Rekultivierungsschicht:**

Soweit die GTD nicht durch eine BAM-zugelassene Kunststoffdichtungsbahn geschützt wird, ist die Dicke der Rekultivierungsschicht 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 ≥ 1,50 m; je nach örtlichen klimatischen und pflanzenstandortspezifischen Gegebenheiten sowie ggf. auch abhängig von der späteren Nutzung (z. B. Wald) 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 hervorgerufenes 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.