

# **LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnische Vollzugsfragen“**

## **Eignungsbeurteilung von TRISOPLAST® zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien**

**vom 26.01.2009**

**Letzte Änderung gemäß Beschluss der LAGA Ad-hoc-AG  
„Deponietechnik“ vom 17.05.2023 <sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Die Eignungsbeurteilung für TRISOPLAST® in der Bauweise ohne überlagernde konvektionsdichte Komponente wird bis auf Weiteres zurückgezogen.

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Zusammensetzung und Eigenschaften .....</b>	<b>1</b>
1.1 Allgemeines .....	1
1.2 Zusammensetzung.....	1
1.3 Eigenschaften .....	2
1.3.1 Mineralischer Zuschlagstoff .....	2
1.3.2 Bentonit .....	3
1.3.3 Polymer .....	3
1.3.4 Mischwasser.....	4
1.3.5 TRISOPLAST® -Mischgut .....	4
1.3.6 TRISOPLAST® -Dichtung .....	4
<b>2 Entwurf und Bemessung .....</b>	<b>4</b>
2.1 Entwurf des Abdichtungssystems.....	4
2.1.1 Rekultivierungsschicht und Bewuchs.....	4
2.1.2 Entwässerungsschicht.....	5
2.1.3 Kunststoffdichtungsbahn .....	5
2.1.4 TRISOPLAST® -Dichtung .....	5
2.1.5 Trag- und Ausgleichsschicht.....	6
2.1.6 Konstruktive Gestaltung von Details .....	6
2.2 Bemessung des Abdichtungssystems .....	7
2.2.1 Nachweis der Standsicherheit und der Verformungssicherheit .....	7
2.2.2 Mechanische Eigenschaften .....	7
2.2.3 Dichtigkeit.....	8
2.2.4 Durchwurzelungs- und Austrocknungssicherheit .....	8
<b>3 Mischgutherstellung .....</b>	<b>8</b>
3.1 Allgemeines .....	8
3.2 Lagerung der Ausgangsstoffe .....	8
3.3 Ausrüstung der Mischanlage .....	8
3.4 Produktionsvorgang .....	9
3.4.1 Allgemeine Grundsätze .....	9
3.4.2 Herstellungsverfahren .....	9
<b>4 Lagerung und Transport des Mischgutes .....</b>	<b>9</b>
4.1 Lagerung des Mischgutes .....	9
4.2 Transport des Mischgutes und Entladen .....	10
<b>5 Einbauverfahren und Bauausführung .....</b>	<b>10</b>
5.1 Allgemeines .....	10
5.2 Einbauverfahren.....	10
5.2.1 Einbau auf ebenen Flächen (Neigung < 10 %) .....	10
5.2.2 Anforderungen beim Einbau auf geneigten Flächen (Neigung > 10 %)....	10
5.2.3 Verdichtung .....	10
5.3 Bauausführung.....	11
5.3.1 Allgemeines.....	11
5.3.2 Witterungsvoraussetzungen .....	11
5.3.3 Beschaffenheit des Dichtungsaufagers.....	11
5.3.4 Einbaumächtigkeit .....	12
5.3.5 Ebenheit und Beschaffenheit der Dichtungsoberfläche.....	12
5.3.6 Ausführung von Durchdringungen und Anschlüssen .....	12
5.3.7 Reparaturmaßnahmen.....	13
<b>6 Maßnahmen zum Schutz der fertigen Leistung .....</b>	<b>14</b>

<b>7</b>	<b>Qualitätsmanagement .....</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>Technische Bezugsdokumente .....</b>	<b>14</b>

**Anhang 1: Schutzmaßnahmen gegen schädliche Wasserspannungen in der  
Trisoplast-Dichtung**

# **1 Zusammensetzung und Eigenschaften**

## **1.1 Allgemeines**

TRISOPLAST® ist ein mineralisches Abdichtungsmaterial. Es besteht aus folgenden Komponenten:

- Mineralischer Zuschlagstoff, z. B. Sand
- Bentonit
- Polymer

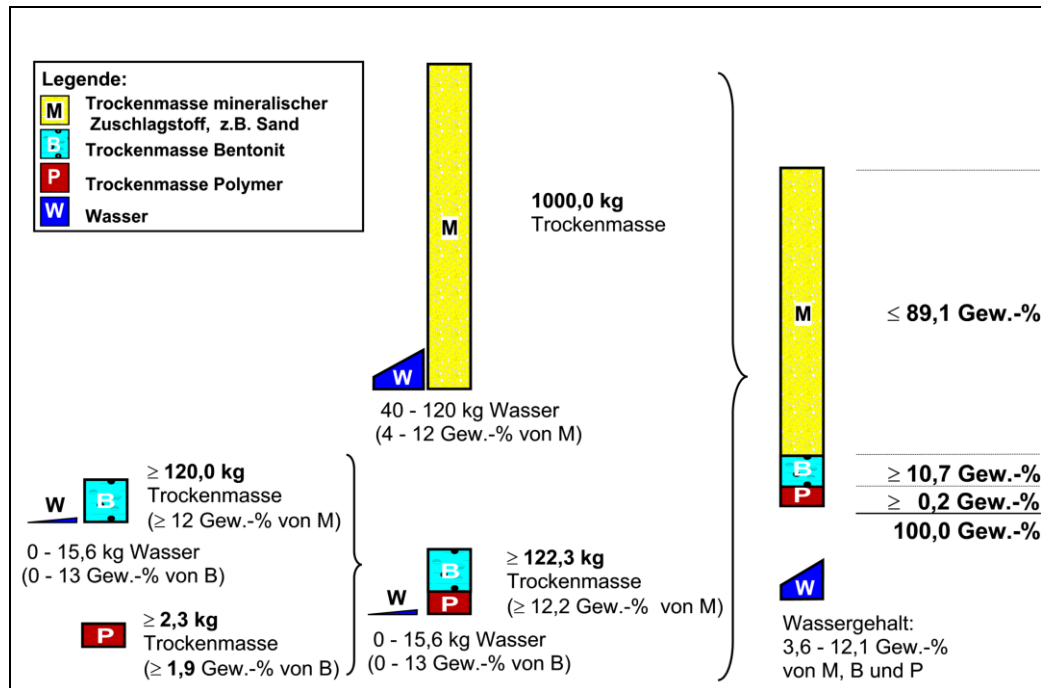
Die Komponenten werden in Mischanlagen bei geringer Wasserzugabe gemischt und auf dem trockenen Ast der Proctorkurve eingebaut. Die unverdichtete Mischung aus den vorgenannten Komponenten wird als TRISOPLAST® -Mischgut bezeichnet. Nach dem Einbau und der Verdichtung wird zur Unterscheidung der Begriff „TRISOPLAST® -Dichtung“ verwendet.

Weitere allgemeine Informationen über TRISOPLAST® finden sich in der „Dokumentation TRISOPLAST®“ [4].

## **1.2 Zusammensetzung**

Die Massenanteile der drei Komponenten am fertigen TRISOPLAST® -Mischgut ergeben sich nach Abbildung 1. Um den erforderlichen Mindestgehalt an Bentonit-Polymergemisch im fertigen TRISOPLAST® -Mischgut von 12,23 Gew.-% der Einwaage des trockenen mineralischen Zuschlagstoffes oder 10,9 Gew.-% des trockenen TRISOPLAST® -Mischgutes zu gewährleisten, wird der Bentonit-Polymeranteil in der Praxis überdosiert. Die Höhe der Überdosierung hängt vom verwendeten Sand und den technischen Merkmalen der Mischanlage ab und untersteht der Anweisung des Lizenznehmers TRISOPLAST® (Firma G<sup>2</sup>, Krefeld).

Die Herstellung des TRISOPLAST® -Mischgutes aus Sand, Bentonit und Polymer mit dem für den Einbau geeigneten Wassergehalt untersteht der vollen Kontrolle und Verantwortung des Lizenznehmers TRISOPLAST® (Firma G<sup>2</sup>, Krefeld).



**Abb. 1: Zusammensetzung von TRISOPLAST®**

Die Anforderungen an die Komponenten sind im Abschnitt 1.3 sowie im „Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ [5] zusammengestellt.

## 1.3 Eigenschaften

### 1.3.1 Mineralischer Zuschlagstoff

An den mineralischen Zuschlagstoff von TRISOPLAST® werden folgende Anforderungen gestellt:

Korngrößenanteil ≤ 0,063 mm	≤ 10,0 Gew.-%
Korngrößenanteil > 4 mm	≤ 0,5 Gew.-%
Korngrößenanteil > 5,6 mm	0,0 Gew.-%
Fraktildurchmesser (d <sub>50</sub> )	0,15 mm – 0,70 mm
Organische Substanz	≤ 1,5 Gew.-%
Karbonatgehalt*)	≤ 15 Gew.-% V <sub>CA</sub>
pH-Wert	4,5 – 10,0
elektrische Leitfähigkeit	≤ 500 µS/cm

Der mineralische Zuschlagstoff darf keine scharfkantigen oder Fremdbestandteile wie z.B. Bauschutt, Lehmklumpen oder Wurzeln enthalten.

\*) Eine Überschreitung des Karbongehaltes ist zulässig, wenn aufgrund der Eigenschaften der Rekultivierungsschicht nicht mit einem sauren Sickerwasser aus dieser Rekultivierungsschicht gerechnet werden muss.

### 1.3.2 Bentonit

Es wird Na-aktivierter Bentonit mit einer werkseitigen Zumischung von 2,5 % bis 3 % Soda verwendet, der die folgenden Anforderungen erfüllt:

Montmorillonitgehalt	≥ 70 Gew.-%
Methylenblauaufnahme	≥ 200 mg Methylenblau/g Bentonit
Wasseraufnahmevermögen nach 24 h	≥ 450 Gew.-% destilliertes Wasser bezogen auf trockenen, aktivierten Bentonit
Mahlfeinheit (Rückstand auf Sieb 0,063 mm)	≤ 25 Gew.-%
Wassergehalt	≤ 13 Gew.-% der Trockenmasse
Quellvermögen	≥ 25 ml/2g Bentonit

Der Bentonit muss werkseitig einer Eigen- und Fremdüberwachung unterworfen sein und einer Eingangskontrolle bei der Anlieferung an die Mischanlage unterliegen (Eigen- und Fremdüberwachung samt Lieferscheinkontrolle).

### 1.3.3 Polymer

Das Polymer wird von G.I.D. Milieutechnik B.V., der Entwicklungsgesellschaft von TRISOPLAST®, geliefert, die es von einem zertifizierten Lieferanten bezieht. Dieser darf das Polymer unter Geheimhaltung der Rezeptur, der Produktionsverfahren und der Anforderungskriterien herstellen. Die Spezifikation der polymeren Komponenten von TRISOPLAST® einschließlich der beim Qualitätsmanagement zu erfüllenden Anforderungen, die dabei einzusetzenden Prüfvorschriften und ein Urmuster wurden durch den Patentinhaber vertraulich bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM, Berlin) unter der Prüfnummer IV.32/1791/01 Probennummern 293 und 294 hinterlegt.

Die gleichbleibenden Eigenschaften des eingesetzten Polymers werden durch folgende charakteristischen Merkmale nachgewiesen:

- Viskosität
- Löslichkeit
- Infrarotspektrum
- Gehalt zweier charakteristischer Elemente und deren Verhältnis
- Kornverteilung

Das Polymer ist vom Fremdüberwacher für Polymerfragen zu identifizieren und die Übereinstimmung mit dem Polymer, das dem projektunabhängigen Eignungsnachweis zugrunde liegt, zu bestätigen. (siehe Teil I „Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ [5]).

### 1.3.4 Mischwasser

Die Eigenschaften von TRISOPLAST® dürfen durch das verwendete Mischwasser nicht negativ beeinflusst werden. Bei der Verwendung von Trinkwasser als Mischwasser sind keine Untersuchungen des Wassers notwendig, da Trinkwasser den Anforderungen für die Herstellung von TRISOPLAST® entspricht und die Qualität des Wassers durch die Wasserwerke regelmäßig überwacht wird. Andere Wässer, z.B. Oberflächen- oder Grundwasser, werden vor der Mischung mit TRISOPLAST® untersucht. Sie werden nur verwendet, wenn sie die folgenden Anforderungen erfüllen:

Elektrische Leitfähigkeit	≤ 500 µS/cm
pH-Wert	5,0 bis 9,0
Wasseraufnahmevermögen nach 24 h	> 450 Gew.-% Mischwasser bezogen auf trockenen, aktivierten Bentonit

### 1.3.5 TRISOPLAST® -Mischgut

Es gelten die Anforderungen an die Zusammensetzung nach Abschnitt 1.2 sowie die Qualität nach dem „Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ [5].

Die geforderten Bentonit- und Wassergehalte sowie die Qualität der Durchmischung, d.h. die Homogenität des Mischgutes sind einzuhalten.

### 1.3.6 TRISOPLAST® -Dichtung

Es gelten die Anforderungen an die Zusammensetzung nach Abschnitt 1.2 sowie nach dem „Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ [5].

Die gesättigte Wasserdurchlässigkeit der TRISOPLAST® -Dichtung ist projektbezogen im Labor nach DIN 18 130 bei einem hydraulischen Gradienten von  $i = 30$  mit einem gesättigten Durchlässigkeitsbeiwert von  $k \leq 3 \times 10^{-11}$  m/s nachzuweisen.

## 2 Entwurf und Bemessung

### 2.1 Entwurf des Abdichtungssystems

#### 2.1.1 Rekultivierungsschicht und Bewuchs

Anforderungen an Rekultivierungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen sind in den Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards 7-1, 7-2 und 7-3 festgelegt und die an den Bewuchs in der GDA-Empfehlung 2-32 [3] beschrieben. Die gültigen Vorschriften zur Verwendung von Bodenmaterialien sind einzuhalten. Es gelten die Anforderungen des Anhangs 1 dieser Eignungsbeurteilung und im Übrigen die des Anhangs 3 der Deponieverordnung [1].

Die Materialien für die Rekultivierungsschicht dürfen die langfristige Funktionsfähigkeit der Entwässerungsschicht und der TRISOPLAST®-Dichtung nicht beeinträchtigen. Die pH-Werte der Bodenlösung dürfen einen Wert von pH 10 nicht übersteigen.

### **2.1.2 Entwässerungsschicht**

Für die Entwässerungsschicht gelten die Bestimmungen der Deponieverordnung.

Beschädigungen der TRISOPLAST® -Dichtung durch das Aufbringen des Entwässerungsschichtmaterials sind auszuschließen, ggf. sind Schutzmaßnahmen vorzunehmen. Die Nachweise der Eignung des Entwässerungsschichtmaterials und der Einbautechnik sind im Versuchsfeld zu erbringen.

Der pH-Wert der Bodenlösung der Entwässerungsschicht darf einen Wert von pH 10 nicht übersteigen.

### **2.1.3 Kunststoffdichtungsbahn**

Für Kunststoffdichtungsbahnen in einer Kombinationsdichtung mit einer TRISOPLAST® -Dichtung gelten die Bestimmungen der Deponieverordnung und der Zulassungsstelle.

An Böschungen wird generell der Einsatz von strukturierten Kunststoffdichtungsbahnen empfohlen, mit denen die Gleitsicherheit projektspezifisch zur TRISOPLAST® -Dichtung mit gequollenem Bentonit nachzuweisen ist.

### **2.1.4 TRISOPLAST® -Dichtung**

Die TRISOPLAST®-Dichtung ist entsprechend dem „Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ [5] auf das Dichtungsauflager aufzubringen.

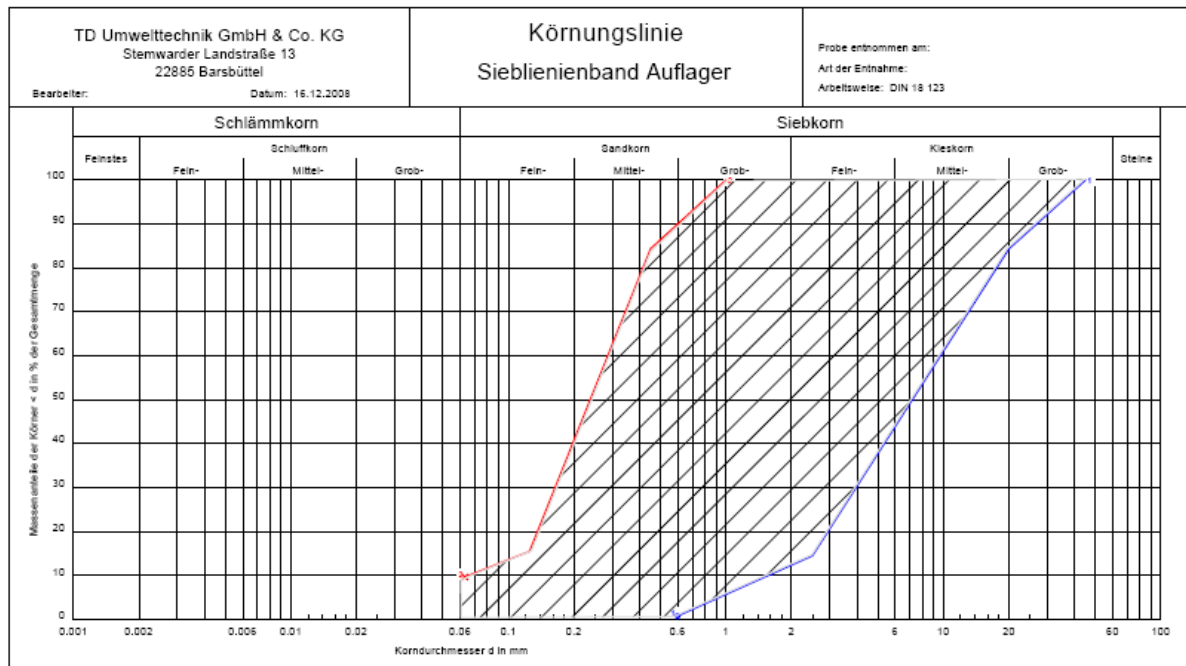
Die Dicke der TRISOPLAST®-Dichtung, die an keiner Stelle unterschritten werden darf, muss mindestens 8 cm, in Bereichen erhöhter hydraulischer Beanspruchung mindestens 15 cm betragen.

Die nach der Deponieverordnung geforderten Gefälleverhältnisse sind einzuhalten. Die eingebaute TRISOPLAST® -Dichtung darf vor der Überdeckung mit einer Kunststoffdichtungsbahn nicht frei quellen. Die eingebaute Dichtung ist nach spätestens 72 Stunden mit der Entwässerungsschicht zu überschütten. Für die Anforderungen an die Beschaffenheit des Dichtungsaufagers gilt Abschnitt 2.1.5.



### 2.1.5 Trag- und Ausgleichsschicht

Die Trag- und Ausgleichsschicht ist als Auflager der TRISOPLAST® -Dichtung auszulegen. Die Korngrößenverteilung des Materials soll in den obersten 30 cm innerhalb des in Abb. 2 angegebenen Sieblinienbandes liegen.



**Abb. 2: Sieblinienband für Trag- und Ausgleichsschicht der Trisoplast-Dichtung**

Soll von diesen Anforderungen abgewichen werden, ist für die Bewertung der hydraulischen Widerstandsfähigkeit Nr. 3.2.2 Buchstabe c des Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards 5-2 zu beachten.

Die Anforderungen an die Beschaffenheit des Dichtungsauflegers sind im Abschnitt 5.3.3 beschrieben. Im Übrigen ist der Bundeseinheitliche Qualitätsstandard 4-1 zu beachten.

### 2.1.6 Konstruktive Gestaltung von Details

Details wie Anschlüsse und Durchdringungen sind nach den Angaben in Abschnitt 5.3.6 zu entwerfen und auszuführen. Andere Ausführungen bedürfen im Einzelfall der Zustimmung der abfallrechtlich zuständigen Behörde.

## 2.2 Bemessung des Abdichtungssystems

### 2.2.1 Nachweis der Standsicherheit und der Verformungssicherheit

Der Nachweis der Standsicherheit und der Verformungssicherheit eines Abdichtungssystems ist projektbezogen für alle maßgebenden Bau- und Betriebszustände mit den in der Geotechnik üblichen Verfahren zu erbringen. Dabei sind die besonderen sich auf Deponien beziehende Angaben in Kapitel 2.2 der „Allgemeinen Grundsätze für die Eignungsbeurteilung von Abdichtungskomponenten der Deponieoberflächenabdichtungssysteme“ („Allgemeine Grundsätze“) [2] der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnische Vollzugsfragen“ zu berücksichtigen.

Die Bemessung ist mit den für die verwendeten Materialien und Systemelemente angegebenen bzw. ermittelten mechanischen Kennwerten vorzunehmen. Für TRISOPLAST® können dabei im Rahmen des Vorentwurfes die Angaben unter Abschnitt 2.2.2 angesetzt werden. Die endgültigen Bemessungswerte sind projektspezifisch zu ermitteln.

### 2.2.2 Mechanische Eigenschaften

Für den Einsatz von TRISOPLAST® in Oberflächenabdichtungen (geringe Normalspannungen, langsame Belastungsgeschwindigkeit) können im Rahmen des grundsätzlichen Eignungsnachweises für den Einbauzustand ( $w < w_{opt}$ ) folgende Scherparameter für Vorentwurfsbearbeitungen angesetzt werden:

	für den Bruchzustand	für den Gleitzustand
$\varphi'$ in °	35	30
$c'$ in kN/m <sup>2</sup>	20	10

Für den Langzeitzustand ( $w \geq w_{opt}$ ) von TRISOPLAST® in der Oberflächenabdichtung können im Rahmen des grundsätzlichen Eignungsnachweises folgende Scherparameter für Vorentwurfsbearbeitungen angesetzt werden:

	für den Bruchzustand	für den Gleitzustand
$\varphi'$ in °	30	30
$c'$ in kN/m <sup>2</sup>	10	10

Bei der Führung der projektspezifischen Standsicherheitsnachweise im Zuge von Entwurfsbearbeitungen und der Festlegung von Rechenwerten der Scherparameter sind die Zusammenhänge zwischen Scherfestigkeit und Verschiebung sowie Quelleffekte und deren Einfluss auf die Scherfestigkeit von TRISOPLAST® zu beachten.

### **2.2.3 Dichtigkeit**

Eine gesonderte Bemessung der Abdichtungsschicht im Hinblick auf die Dichtigkeit ist nicht erforderlich. Die in den „Allgemeinen Grundsätzen“ [2] an die Dichtungsschicht gestellten Anforderungen werden bei Einhaltung der Anforderungen dieser Eignungsbeurteilung erfüllt. Für Salzbelastungen der Bodenlösung aus der Rekultivierungsschicht und der Entwässerungsschicht bis 0,023 mol/l I (entspricht ca. 5.000 µS/cm in einer Calciumchloridlösung) und 500 µS/cm im Zuschlagstoff werden nach heutigem Kenntnissstand keine wesentlichen negativen Auswirkungen erwartet. Diese Werte werden nach Kenntnis der Ad-hoc-AG von natürlichen Böden im Regelfall eingehalten werden. Für höhere Werte müssen entsprechende Nachweise geführt werden.

### **2.2.4 Durchwurzelungs- und Austrocknungssicherheit**

Bei Oberflächenabdichtungen ist der langfristige Schutz der TRISOPLAST®-Dichtung vor Pflanzenwurzeln und Austrocknung entweder von der Rekultivierungsschicht gemäß Abschnitt 2.1.1 aufzubauen oder es sind besondere Schutzmaßnahmen vorzusehen (z.B. Wurzelschutzbahn), deren Eignung im Einzelfall nachzuweisen ist.

## **3 Mischgutherstellung**

### **3.1 Allgemeines**

Für die Überwachung der Zusammensetzung und Eigenschaften des TRISOPLAST®-Mischgutes während der Herstellung gilt das „Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ [5]. Die Herstellung des TRISOPLAST®-Mischgutes aus Sand, Bentonit und Polymer mit dem für den Einbau geeigneten Wassergehalt untersteht der vollen Kontrolle und Verantwortung des Lizenznehmers TRISOPLAST® (Firma G<sup>2</sup>, Krefeld).

### **3.2 Lagerung der Ausgangsstoffe**

Der mineralische Zuschlagstoff ist zum Schutz vor Verschmutzung auf einer festen, sauberen Unterlage zu lagern. Der Bentonit muss in Silos gelagert werden. Polymer bzw. Bentonit-Polymergemisch sind entsprechend den Angaben der Firma G<sup>2</sup>, Krefeld zu lagern.

### **3.3 Ausrüstung der Mischanlage**

Die Mischung der TRISOPLAST® -Komponenten erfolgt chargenweise in Batch-Mischanlagen. Hierbei wird das Mischungsverhältnis für jede Charge über die Rezepturvorgabe dem Prozessrechner vorgegeben. Die Steuerung der Anlage regelt und überwacht den Wiege- und Dosierprozess jeder einzelnen Materialkomponente. Die zum Einsatz kommen-

den Wiegeeinrichtungen sind eichfähig und arbeiten nur innerhalb der zugelassenen Toleranzbereiche. Die einzelnen Wiegedaten und Mischzeiten werden dem Rechner übermittelt und im Mischprotokoll mit den übrigen Daten dokumentiert.

### **3.4 Produktionsvorgang**

#### **3.4.1 Allgemeine Grundsätze**

- Das Mischgut ist chargenweise herzustellen.
- Vor dem ersten Mischvorgang, arbeitstäglich, vor jedem neuen Anfahren und bei jeder Verunreinigung, die die Eigenschaften des Mischgutes beeinträchtigen kann, ist der Mischer von Rückständen zu säubern.
- Der Wassergehalt der Komponenten ist zu kontrollieren und bei der Einstellung des Gesamtwassergehaltes zu berücksichtigen.
- Die Komponenten sind entsprechend den in der projektbezogenen Eignungsprüfung festgelegten Anteilen und den Festlegungen zum Herstellungsverfahren zuzugeben.
- Der Herstellungsprozess ist laufend zu kontrollieren, ggf. erforderliche Korrekturen an der Maschineneinstellung sind umgehend vorzunehmen.

Für die Herstellung in der Mischanlage sind im einzelnen Angaben nach dem „Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ [5] zu machen.

#### **3.4.2 Herstellungsverfahren**

Das Mischverfahren wird durch den Betreiber der Mischanlage in einer Mischanleitung beschrieben, die die Vorgehensweise und die qualitätsbestimmenden Merkmale für den Mischprozess enthält.

Zu den Qualitätsanforderungen und den Maßnahmen zur Sicherung der Qualität des Mischprozesses siehe das „Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ [5].

## **4 Lagerung und Transport des Mischgutes**

### **4.1 Lagerung des Mischgutes**

Bei der Lagerung ist das TRISOPLAST® -Mischgut vor Niederschlägen, Austrocknung, Frost und Verunreinigungen zu schützen.

## **4.2 Transport des Mischgutes und Entladen**

Als Transportmittel eignen sich alle im Erdbau üblichen Fahrzeuge, die bei Bedarf eine re- gensichere Abdeckung des Mischgutes ermöglichen. Beim Entladen darf die Fallhöhe im freien Fall 2 m nicht übersteigen.

# **5 Einbauverfahren und Bauausführung**

## **5.1 Allgemeines**

Für die Herstellung des Versuchsfeldes, die Kontrolle des angelieferten Mischgutes und des- sen Einbau sowie die Prüfung der eingebauten Dichtung gilt das „Merkblatt Qualitätsma- nagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ [5].

## **5.2 Einbauverfahren**

### **5.2.1 Einbau auf ebenen Flächen (Neigung < 10 %)**

Der Einbau der TRISOPLAST® -Dichtung erfolgt in einer Lage, die nach Verdichtung mindes- tens  $d \geq 8$  cm dick sein muss.

Das Einbauverfahren wird projektbezogen in einem Versuchsfeld erprobt und festgelegt.

### **5.2.2 Anforderungen beim Einbau auf geneigten Flächen (Neigung > 10 %)**

An den Einbau auf geneigten Flächen werden gegenüber dem Einbau auf ebenen Flächen keine zusätzlichen Anforderungen gestellt.

### **5.2.3 Verdichtung**

Die TRISOPLAST® -Dichtung muss visuell rissfrei hergestellt werden.

Das Verdichtungsverfahren ist projektspezifisch im Versuchsfeld zu optimieren, so dass die für das Projekt aus dem Konformitätsnachweis abgeleiteten und im Qualitätssicherungsplan verzeichneten Anforderungen an Wassergehalt, Mindesttrockendichte und Durchlässigkeits- beiwert erfüllt werden (siehe Teil II „Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ [5]).

## **5.3 Bauausführung**

### **5.3.1 Allgemeines**

An die Bauausführung sind beim Einbau einer TRISOPLAST® -Dichtung aufgrund der Einlagigkeit und der geringen Mächtigkeit höhere Anforderungen als bei der mineralischen Regelabdichtung zu stellen.

Die Herstellung der Dichtungsschicht einschließlich der Detailausführungen sind vor Beginn des regulären Einbaus unter den örtlich gegebenen Bedingungen auf einem Versuchsfeld nachzuweisen. Der Einbau hat dann nach den im Versuchsfeld festgelegten bzw. spezifizierten Verfahren zu erfolgen. Optimierungen können in Abstimmung mit dem Fremdprüfer ggf. auch während des Einbaus erfolgen. Das Versuchsfeld muss nach Abschluss der Untersuchungen zurückgebaut werden.

Mit der Ausführung von Deponieabdichtungen aus TRISOPLAST® darf nur eine Firma beauftragt werden, die über ausreichende Erfahrungen beim Bau von mineralischen Abdichtungen und eine entsprechende personelle und gerätetechnische Ausstattung verfügt und die auch das Versuchsfeld hergestellt hat.

Die ausführende Firma ist durch den Lizenznehmer TRISOPLAST® (Firma G<sup>2</sup>, Krefeld) fachtechnisch einzuweisen. Diese Einweisung ist gemäß Anlage 9 zum Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST® Teil II –Qualitätsmanagement beim Einbau von TRISOPLAST® vom 26.01.2009 [5] zu protokollieren. Der Lizenznehmer ist baubegleitend einzubeziehen. Der Lizenznehmer TRISOPLAST® erhält durch die ausführende Firma im Gegenzug die vollständige Dokumentation der Einbaudaten und fachtechnischen Erfahrungen aus der Ausführung.

### **5.3.2 Witterungsvoraussetzungen**

TRISOPLAST® darf zu keinem Zeitpunkt Frost ausgesetzt sein. Bei Frost darf TRISOPLAST® nicht eingebaut werden. Das TRISOPLAST® -Mischgut und eingebaute noch nicht verdichtete Bereiche der TRISOPLAST® -Dichtung sind vor Niederschlag und Austrocknung zu schützen. Bei Niederschlägen darf TRISOPLAST® nicht eingebaut werden. Einwirkungen durch Starkregen auf die TRISOPLAST® -Dichtung im Bauzustand sind auszuschließen.

### **5.3.3 Beschaffenheit des Dichtungsaufagers**

Die Schicht, auf der die TRISOPLAST® -Dichtung hergestellt wird, muss hinsichtlich ihrer Ebenheit (Feinplanum) und ihrer gleichmäßigen Verdichtung gewährleisten, dass die geforderten Eigenschaften die Anforderungen an die Herstellung der TRISOPLAST® -Dichtung erfüllen (vgl. Abschnitte 5.3.4 und 5.3.5). Darüber hinaus muss das Auflager befahrbar und witterungsunempfindlich sein. Die Dicke des Auflagers richtet sich u. a. nach den Eigenschaften und der Tragfähigkeit des Untergrundes. Die Anforderungen an das Auflager wer-

den projektbezogen in Abhängigkeit von der Tragfähigkeit des Untergrundes, von Wassergehalt und der Trockendichte der TRISOPLAST® -Dichtung sowie von der Verdichtungstechnik im Versuchsfeld ermittelt und im Qualitätssicherungsplan durch Festlegung u.a. der zulässigen Spanne des Verformungsmoduls  $E_{V2}$  festgeschrieben.

### **5.3.4 Einbaumächtigkeit**

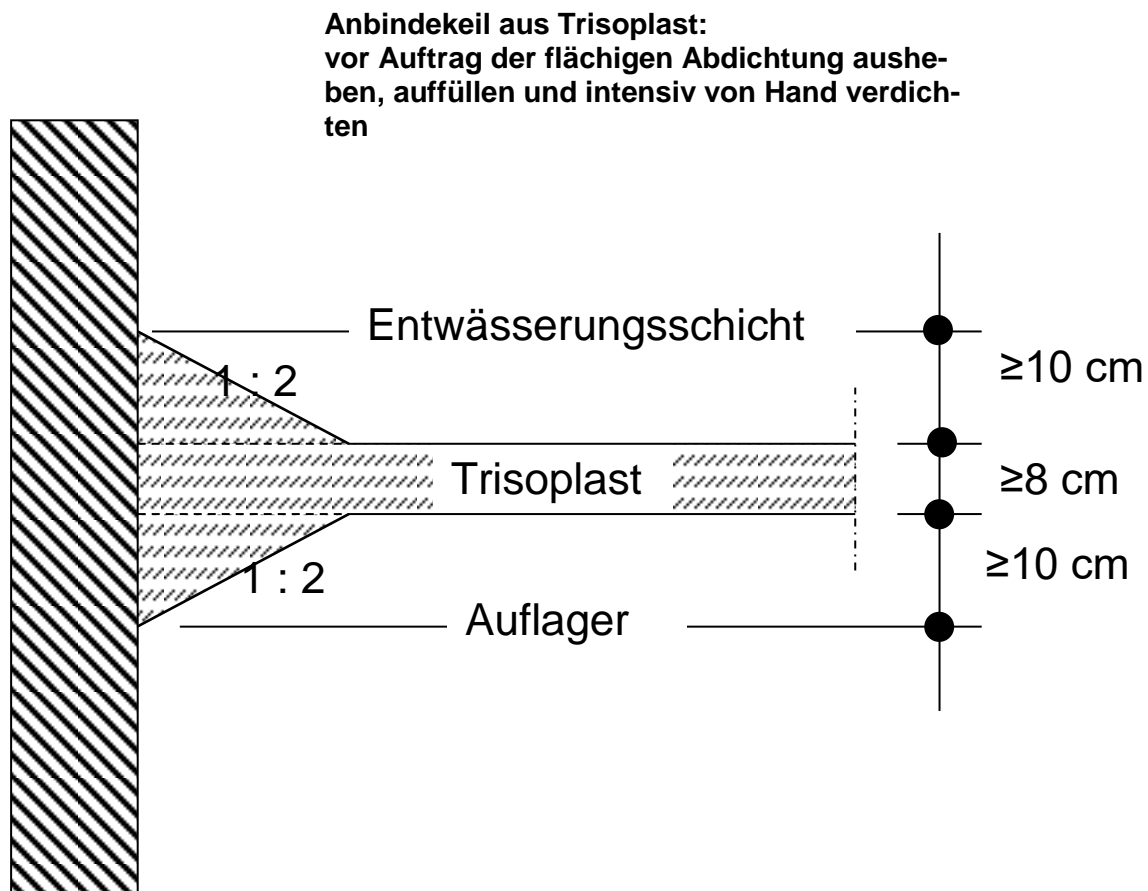
Die TRISOPLAST® -Dichtung ist einlagig mit einer Schichtmächtigkeit von mindestens  $d \geq 8$  cm nach Verdichtung herzustellen.

### **5.3.5 Ebenheit und Beschaffenheit der Dichtungsoberfläche**

Die Oberfläche der TRISOPLAST® -Dichtung muss frei von abrupten Höhenänderungen sein. Sofern die TRISOPLAST® -Dichtung durch eine Kunststoffdichtungsbahn bedeckt wird, muss die Oberfläche der TRISOPLAST® -Dichtung die Anforderungen der Zulassung der Kunststoffdichtungsbahn erfüllen. Ohne bedeckende Kunststoffdichtungsbahn muss die Oberfläche der TRISOPLAST® -Dichtung den Abfluss des Wassers in der Entwässerungsschicht ohne abflusslose Senken gewährleisten. Weitere Anforderungen an die Ebenheit und Beschaffenheit der Dichtungsoberfläche sind projektspezifisch im Qualitätssicherungsplan auf der Grundlage von „Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ [5] festzulegen.

### **5.3.6 Ausführung von Durchdringungen und Anschlüssen**

Durchdringungen der TRISOPLAST® -Dichtung sind wie bei den entsprechenden Regeldichtungen auszuführen. Das TRISOPLAST® -Mischgut ist in solchen Bereichen von Hand oder mittels kleiner Verdichtungsgeräte entsprechend den Vorgaben aus dem Versuchsfeld einzubauen. Die Schichtmächtigkeit von TRISOPLAST® ist zur Anbindung der Dichtung an Durchdringungen langsam ansteigend zu erhöhen, so dass die Oberfläche von TRISOPLAST® im Bereich der Durchdringung höher liegt als die umliegende Oberfläche der TRISOPLAST® -Dichtung und sich in diesem Bereich keine Vertiefungen bilden können. An Durchdringungen wird die Mächtigkeit der TRISOPLAST® -Dichtung keilförmig erhöht (vgl. Abbildung 2).



**Abb. 2: Erhöhung der Schichtmächtigkeit an Durchdringungen der TRISOPLAST®-Dichtung**

Der Anschluss einer TRISOPLAST®-Dichtung an eine bereits fertiggestellte TRISOPLAST®-Dichtung erfolgt in der Regel arbeitstägig, kann aber auch zu einem späteren Zeitpunkt vorgenommen werden. Randbereiche einer TRISOPLAST®-Dichtung, an denen arbeitstägig weitergebaut wird, werden nicht verdichtet. Diese unverdichteten, offen liegenden Randbereiche einer TRISOPLAST®-Dichtung sind durch Abdeckung vor Niederschlag zu schützen.

Verdichtete Randbereiche der TRISOPLAST®-Dichtung, an die zu einem späteren Zeitpunkt mit TRISOPLAST® angeschlossen werden soll, sind durch Überschüttung zu schützen. Vor dem Anschluss an diese wieder freigelegten verdichteten Randbereiche einer TRISOPLAST®-Dichtung sind sie frisch abzustechen.

### 5.3.7 Reparaturmaßnahmen

Fehlstellen in der TRISOPLAST®-Dichtung durch Probenahmen sind so zu verschließen, dass die flächig geforderte Einbauqualität mindestens erreicht wird. Das Verfahren ist im Versuchsfeld nachzuweisen. Örtliche Fehlstellen sind auszubauen und in gleicher Weise zu



verschließen. Wird ein Bereich einer TRISOPLAST®-Dichtung wieder ausgebaut, da er nach dem Einbau nicht den Anforderungen entspricht, ist bei dem erneuten Einbau der Anschluss an die verdichtete TRISOPLAST®-Dichtung gemäß Abschnitt 5.3.6 herzustellen.

## 6 Maßnahmen zum Schutz der fertigen Leistung

Ein Befahren der fertigen TRISOPLAST®-Dichtung ist auszuschließen. Das Begehen der verdichteten TRISOPLAST®-Dichtung ist zulässig. Die verdichtete TRISOPLAST®-Dichtung ist arbeitstäglich zu überdecken. Innerhalb von 72 Stunden ist die Entwässerungsschicht aufzubringen. Im Versuchsfeld ist die Mindestüberdeckung der fertigen TRISOPLAST®-Dichtung festzulegen, mit der ein Befahren ohne Schäden der Dichtung möglich ist. Mechanische Beschädigungen der TRISOPLAST®-Dichtung, z.B. durch Einschlagen von Pflöcken, sind auszuschließen.

## 7 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement ist nach dem „Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ durchzuführen. Das Merkblatt [8] enthält folgende zwei Teile:

Teil I – Qualitätsmanagement bei Auswahl und Mischen der TRISOPLAST®-Komponenten vom 26.01.2009 mit letzter Änderung vom 06.07.2012

Teil II – Qualitätsmanagement beim Einbau von TRISOPLAST® vom 26.01.2009

## 8 Technische Bezugsdokumente

- [1] **Deponieverordnung (2009):** Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV); Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27. April 2009 (BGBl I Nr. 22 vom 29. April 2009 S. 900), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 30. Juni 2020 (BGBl. I Nr. 32, S. 1533)
- [2] **LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnische Vollzugsfragen (2005):** Allgemeine Grundsätze für die Eignungsbeurteilung von Abdichtungskomponenten der Deponieoberflächenabdichtungssysteme
- [3] **Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (2010):** GDA-Empfehlung E 2-32 „Gestaltung des Bewuchses auf Abfalldéponien, Bautechnik, Januar 2010
- [4] **TD Umwelttechnik GmbH & Co. KG (2001):** Dokumentation TRISOPLAST®. Wentorf, Stand 05.08.2001

[5] **G quadrat Geokunststoffgesellschaft mbH:** Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Teil I – Qualitätsmanagement bei Auswahl und Mischen der TRISOPLAST® -  
Komponenten vom 26.01.2009 mit letzter Änderung vom 06.07.2012

Teil II – Qualitätsmanagement beim Einbau von TRISOPLAST® vom 26.01.2009 mit  
letzter Änderung vom 23.12.2011

## **Schutzmaßnahmen gegen schädliche Wasserspannungen in der Trisoplast-Dichtung**

Der Austrocknungs- und Wurzelschutz einer Trisoplast-Dichtung ohne aufliegende Kunststoffdichtungsbahn ist vorrangig von der Rekultivierungsschicht sicherzustellen.

Die Rekultivierungsschicht muss einen ausreichenden Bodenwasservorrat und den Pflanzen einen genügenden Wurzelraum zur Verfügung stellen (siehe auch GDA-Empfehlungen E2-31 [5] und E2-32 [6]).

Die Dicke der Rekultivierungsschicht ist unter Berücksichtigung

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

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

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

- Mächtigkeit  $\geq 1,30$  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 hervorgerufenen Tiefenwachstum der Wurzeln verhindert wird. Hierfür soll die nutzbare Feldkapazität mindestens 200 mm betragen.
- Zur Sicherstellung einer ausreichenden Nährstoffversorgung sollte im oberen Bereich der Rekultivierungsschicht ( $\approx 30$  cm) humoses Material verwendet werden (Oberboden). § 12 BBodSchV ist zu beachten.