



Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Teil II

Qualitätsmanagement beim Einbau von TRISOPLAST®

Ausgabe 4.8*) vom 26.01.2009

G quadrat Geokunststoffgesellschaft mbH

Adolf-Dembach-Straße 4a
47820 Krefeld

Tel: 02151 / 78883-0
Fax: 02151 / 78883-33
E-Mail: info@gquadrat.de
Internet: www.gquadrat.de

*) mit letzten Änderungen vom 23.12.2011

INHALTSVERZEICHNIS

1	VORBEMERKUNGEN	3
2	GRUNDLAGEN UND VERANTWORTLICHKEITEN BEI DER QUALITÄTSSICHERUNG	3
3	QUALITÄTSSICHERUNGSPLAN	6
4	ELEMENTE DER QUALITÄTSSICHERUNG	7
4.1	Prüfung technischer und personeller Voraussetzungen	7
4.2	Prüfung der Komponentenauswahl	9
4.3	Projektunabhängiger Eignungsnachweis	9
4.4	Eigen- und Fremdüberwachung bei der Herstellung des Mischgutes (gemäß Teil I)	9
4.5	Eigen- und Fremdprüfung bei Einbau	9
5	DOKUMENTATION DER QUALITÄTSSICHERUNG	10
6	TECHNISCHE BEZUGSDOKUMENTE	10
7	VERSUCHSFELD	15
8	AUSFÜHRUNGSANFORDERUNGEN FÜR DIE OBERFLÄCHENABDICHTUNG	16
9	NACHBESSERUNGSARBEITEN	18
10	DURCHFÜHRUNG QUALITÄTSSICHERUNG	19
10.1	Prüfung der Einbauvoraussetzungen	19
10.2	Eigenprüfung	20
10.2.1	<i>Versuchsfeld</i>	20
10.2.2	<i>Großflächiger Einbau</i>	20
10.3	Fremdprüfung	21
11	BEWERTUNG UND ZULÄSSIGE TOLERANZEN	21
12	MASSNAHMEN ZUR QUALITÄTSLENKUNG	21
13	DOKUMENTATION	22
13.1	Dokumentation Eigenprüfung	22
13.2	Dokumentation Fremdprüfung	24

Anhang 1	Zusammensetzung von TRISOPLAST®
Anhang 2	Methodenbeschreibung
Anhang 2.1	Bestimmung des Bentonitgehaltes von TRISOPLAST® durch Messung der Methylenblau-Absorption
Anhang 2.2	Durchführung des Konformitätsnachweises
Anhang 2.3	Bestimmung der Qualität der Durchmischung
Anhang 2.4	Versuchsfeld: Ermittlung der erforderlichen Schütthöhe von TRISOPLAST®
Anhang 2.5	Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von TRISOPLAST® im Laborversuch
Anhang 3	Eingangskontrolle TRISOPLAST® -Komponenten
Anhang 4	Eingangskontrolle TRISOPLAST® -Mischgut
Anhang 5	Versuchsfeld: Prüfumfang des Auflagers
Anhang 6	Versuchsfeld: Prüfumfang der TRISOPLAST® - Dichtung
Anhang 7	Prüfumfang des Auflagers
Anhang 8	Prüfumfang der TRISOPLAST® -Dichtung
Anhang 9	Protokoll der Einweisung in den Umgang mit und den Einbau von Trisoplast®
Anhang 10	Durchführung der Schichtdickenmessung

1 VORBEMERKUNGEN

Die grundsätzliche Eignung von TRISOPLAST® wurde von der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnische Vollzugsfragen“ gemäß den „Allgemeinen Grundsätzen für die Eignungsbeurteilung von Abdichtungskomponenten der Oberflächenabdichtungssysteme“ im Sinne der DepV Anhang 1 Nr. 2 festgestellt.

Das vorliegende Merkblatt bildet eine der Grundlagen dieses projektunabhängigen Nachweises der grundsätzlichen Eignung. Nur wenn alle Elemente des im vorliegenden Merkblatt beschriebenen Qualitätsmanagements konsequent und umfassend umgesetzt werden, sind die Voraussetzungen für die eignungsbeurteilungskonforme Anwendung von TRISOPLAST® im angestrebten Dünnschichteinbau gegeben.

Die Ausführungen im vorliegenden Qualitätsmanagementmerkblatt beziehen sich auf den als Standard definierten Einsatz von TRISOPLAST® für Oberflächenabdichtungen im Deponiebau, der Grundlage dieser Nachweisführung war. Sonderregelungen für andere Abdichtungssysteme, wie z.B. Abdichtungen von Altlasten, Sammelbecken, Tanklagern etc. werden projektspezifisch in Abstimmung mit Firma G² und der zuständigen Behörde festgelegt.

Die zur Auswahl der Komponenten, zur Herstellung des Mischgutes und zum Einbau von Trisoplast® erforderlichen Qualitätsmanagementmaßnahmen werden im vorliegenden Merkblatt „Qualitätssicherung bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ ausführlich beschrieben. Auf dieser Grundlage ist der projektbezogene Qualitätsmanagementplan (QM-Plan) zu erstellen.

Das Merkblatt umfasst folgende Teile:

- | | |
|---------|---|
| Teil I | Qualitätsmanagements bei Auswahl und Mischen der TRISOPLAST® - Komponenten mit den Anhängen 1 bis 3 |
| Teil II | Qualitätsmanagements beim Einbau von TRISOPLAST® mit den Anhängen 1 bis 10 |

2 GRUNDLAGEN UND VERANTWORTLICHKEITEN BEI DER QUALITÄTSSICHERUNG

Das Qualitätsmanagement hat das Ziel, für eine einwandfreie Herstellung der Oberflächenabdichtung nach dem Stand der Technik zu sorgen.

Das im vorliegenden Merkblatt dargelegte Qualitätsmanagement ist Teil des übergreifenden Qualitätsmanagements für TRISOPLAST® im Sinne der Normengruppe DIN EN ISO 9000.

Das Qualitätsmanagement begleitet und dokumentiert die Auswahl und die Prüfung der einzelnen Komponenten, die Herstellung des Mischgutes, die Erprobung der Einbautechnik und den Einbau von TRISOPLAST® auf der abzudichtenden Fläche.

Vor der Herstellung des Oberflächenabdichtungssystems wird für jedes Projekt ein QM-Plan erstellt, in dem die Elemente des Qualitätsmanagements, die Zuständigkeiten, die Verantwortlichkeiten, die sachlichen Mittel und die Tätigkeiten einschließlich Prüfumfang, Prüfmethoden und Freigabeverfahren festgelegt werden, die zur Einhaltung der vertraglich geforderten Qualitätsmerkmale des Deponieabdichtungssystems notwendig sind.

Die werkseitige Produktion, Lieferung und Mischung der Komponenten von TRISOPLAST® wird durch Eigen- und Fremdüberwacher in ihrer Qualität gesichert. Das fertige Produkt (TRISOPLAST® -Mischgut und TRISOPLAST® -Dichtung) unterliegt der Eigen- und Fremdprüfung. Für das Qualitätsmanagement zuständig und verantwortlich sind somit folgende Personen und Institutionen:

- Auswahl der Komponenten und Mischgutherstellung (Teil I)
 - Eigenüberwacher Polymer im Auftrag des Polymerherstellers, der G.I.D. Milieutechnik B.V. und ggf. des Lizenznehmers Firma G²
 - Eigenüberwacher Mineralstoffe im Auftrag des Bentonitlieferanten und des Mischgutherstellers
 - Fremdüberwacher Polymer (i. w. Polymeridentifikation)
 - Fremdüberwacher Mineralstoffe
 - Überwachungsbehörde
- Bauausführung (Teil II)
 - Eigenprüfer Mineralstoffe
 - Fremdprüfer Mineralstoffe
 - Überwachungsbehörde

Die verantwortlichen Personen und ihre Vertreter werden namentlich im QM-Plan benannt.

Die Eigen- und Fremdüberwacher und -prüfer führen die Prüfungen gemäß den Vorgaben des QM-Planes durch. Die Prüfungen werden durch die Überwacher und Prüfer im Hinblick auf die in diesem Merkblatt und im projektbezogenen QM-Plan geforderten Qualitätsmerkmale der verwendeten TRISOPLAST® -Komponenten, des TRISOPLAST® Mischgutes und der eingebauten TRISOPLAST® -Dichtung bewertet. Der Fremdüberwacher bzw. -prüfer überwacht die Prüfungen des Eigenüberwachers bzw. -prüfers. Die Ergebnisse des Eigenüberwachers oder -prüfers werden dem Fremdüberwacher oder -prüfer sowie dem Lizenznehmer Firma G² unverzüglich zur Verfügung gestellt. Die Abschlussberichte der Fremdüberwacher und Fremdprüfer enthalten neben den Ergebnissen der eigenen Untersuchungen auch die Ergebnisse der Eigenüberwachung und -prüfung. Da die Spezifikationen des Polymers der Geheimhaltung unterliegen, enthält der Bericht des Fremdüberwachers Polymer die Ergebnisse der Polymerprüfungen in der Form, dass in den Prüfzertifikaten mitgeteilt wird, ob das Polymer die bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung vertrau-

lich hinterlegten Anforderungen an das Polymer erfüllt oder nicht. Die Spezifikationen selbst werden dabei nicht offen gelegt.

Die Überwachungsbehörde überwacht die Arbeiten und überprüft u.a., ob der Fremdüberwacher oder -prüfer ordnungsgemäß arbeitet. Sie nimmt regelmäßig an Baubesprechungen teil. Den Umfang der Überwachung bestimmt sie nach eigenem Ermessen.

Die Zuständigkeiten und die vor Ort vorzuhaltenden Laboreinrichtungen werden im QM-Plan geregelt.

Der Beginn der Herstellung des Oberflächenabdichtungssystems wird der Überwachungsbehörde rechtzeitig mitgeteilt. Sie wird weiterhin über die wesentlichen Arbeitsschritte informiert.

Zuständigkeiten bei der Prüfung							
Institution Maßnahme	EÜ Polymer	EÜ Mischgut	FÜ Mischgut	FÜ Polymer	EP Mineralstoffe	FP Mineralstoffe	Behördliche Überwachung ¹⁾
Herstellung Polymer	X			X			X
Eignungsprüfung Komponenten		X²⁾	X³⁾				X
Eingangsprüfung Komponenten		X²⁾	X³⁾				X
Herstellung Mischgut		X²⁾	X³⁾				X
Ausgangsprüfung Mischgut		X²⁾	X³⁾				X
Eingangsprüfung off-site hergestelltes Mischgut					(X)⁴⁾	(X)⁴⁾	X
Herstellung der Dichtung					X	X	X
Freigabe einzelner Bauabschnitte						X	X
Abnahme der Baumaßnahme						X	X

3 QUALITÄTSMANAGEMENTPLAN (QM-Plan)

Für jedes Bauvorhaben sind vor Erstellung des QM-Planes folgende Angaben erforderlich:

- allgemeine Angaben zum Bauvorhaben und zum Standort einschließlich der Planunterlagen (Lagepläne, Systempläne, Detailpläne), der Darstellung der Infrastruktur und eine Charakterisierung der örtlichen Witterungsverhältnisse
- Angaben zum gesamten Abdichtungssystem
- das Abdichtungssystem betreffende Auflagen aus der Zulassung (Planfeststellungsbeschluss bzw. Genehmigungsbescheid).

Im QM-Plan werden die Anforderungen an die zu verwendenden Materialien, den Einbau und die durchzuführenden Qualitätsprüfungen festgelegt.

¹⁾ Prüfungen nach Vorgaben der zuständigen Behörde.

²⁾ Wenn das Mischgut direkt auf der Baustelle gemischt wird, können die Prüfungen von der Eigenprüfung Mineralstoffe mit durchgeführt werden.

³⁾ Wenn das Mischgut direkt auf der Baustelle gemischt wird, können die Prüfungen von der Eigenprüfung Mineralstoffe mit durchgeführt werden.

⁴⁾ Prüfung findet nur bei der Anlieferung von fertig gemischtem Mischgut statt.

Der QM-Plan wird vor Beginn der Baumaßnahme erstellt und von der zuständigen Behörde genehmigt. Die Firma G² erhält ein Exemplar des QM-Planes zur Kenntnis. Der QM-Plan kann während der Baumaßnahme, z. B. aufgrund der Ergebnisse der Prüfungen im Versuchsfeld, in Rücksprache mit der zuständigen Behörde und der Firma G² fortgeschrieben werden. Der QM-Plan enthält mindestens folgendes:

1. die Verantwortlichkeit für die Aufstellung, Durchführung und Kontrolle des Qualitätsmanagements (z.B. rechtliche Grundlagen, beteiligte Stellen, personelle Besetzung, Weisungsbefugnis)
2. die Maßnahmen zur Qualitätslenkung (z.B. Spezifizierung des Herstellungs- und Einbauverfahrens, systemspezifische Anforderungen an die Bauablaufplanung, Anwesenheit der beteiligten Stellen)
3. projektunabhängiger Eignungsnachweis
4. die Ergebnisse der projektbezogenen Verwendbarkeitsnachweise für die zu verwendenden Materialien (Bericht zu den durchgeführten Voruntersuchungen)
5. die Maßnahmen zur Qualitätsüberwachung und -prüfung während und nach der Herstellung der Abdichtungssysteme (z.B. Methoden, Verfahren und Umfang der Prüfungen, Freigabe, Abnahme)
6. Vorgaben für die Dokumentation der Herstellung (ein für alle an der Baumaßnahme Beteiligten verbindliches Probenbezeichnungssystem, Prüfprotokolle, Ergebnisberichte der Eigen- und Fremdüberwachung, Bestandspläne, Tagesprotokolle (Bautagebuch) des AN, Abnahmeprotokolle)

4 ELEMENTE DES QUALITÄTSMANAGEMENTS

4.1 Prüfung technischer und personeller Voraussetzungen

Die Herstellung des TRISOPLAST®-Mischgutes untersteht der vollen Kontrolle und Verantwortung des Lizenznehmers Firma G² und unterliegt der Eigenüberwachung. Der Lizenznehmer und die eigenüberwachende Stelle verfügen jederzeit über ausreichendes und für die jeweilige Aufgabe qualifiziertes Personal und stellen sicher, dass das Personal aufgabenspezifisch geschult und weitergebildet wird. Das Leitungspersonal verfügt über Zuverlässigkeit, Fachkunde und praktische Erfahrung. Das sonstige Personal verfügt über Zuverlässigkeit und Sachkunde.

Der Lizenznehmer ist beratend baubegleitend einzubeziehen und sollte von der bauausführenden Firma die vollständige Dokumentation der Einbaudaten und der fachtechnischen Erfahrungen aus der Ausführung erhalten.

Die bauausführende Firma und deren Eigenprüfer verfügen ebenfalls jederzeit über ausreichendes und für die jeweilige Aufgabe qualifiziertes Personal und stellen sicher, dass das Personal aufgabenspezifisch geschult ist und weitergebildet wird. Das Leitungspersonal verfügt über Zuverlässigkeit, Fachkunde und praktische Erfahrung. Das sonstige Personal verfügt über Zuverlässigkeit und Sachkunde.

Die bauausführende Firma und der Eigenprüfer werden durch den Lizenznehmer Firma G² fachtechnisch eingewiesen.

Die Fremdüberwacher Polymer und Mineralstoffe und der Fremdprüfer Mineralstoffe überprüfen in Zusammenarbeit mit der Bauoberleitung die in den Verdingungsunterlagen, im Bauvertrag, im QM-Plan und im TRISOPLAST®-Qualitätssicherungsmerkblatt genannten Voraussetzungen für die Herstellung des TRISOPLAST®-Mischgutes und der TRISOPLAST®-Dichtung sowie für die Durchführung der Eigenüberwachung (maschinen- und gerätetechnische Ausstattung im Fertigungs- und Laborbereich, Verantwortlichkeiten und Qualifikationen des Personals).

Die fremdüberwachenden und -prüfenden Stellen müssen rechtlich, wirtschaftlich und finanziell lebensfähig sein und über die erforderliche personelle und technische Ausstattung verfügen. Sie müssen eine Haftpflichtversicherung mit einer Mindestdeckungssumme von 1,0 Mio. € für Personenschäden und 0,5 Mio. € für Sach- und Vermögensschäden nachweisen. Weiterhin müssen sie rechtlich, wirtschaftlich und personell von der an der Planung und Herstellung des Deponieabdichtungssystems beteiligten Firmen unabhängig sein. Insbesondere dürfen die fremdprüfenden Stellen nicht zugleich Aufgaben der Eigenüberwachung oder -prüfung der im QM-Plan erfassten Maßnahmen übernehmen.

Die Qualifikation des verantwortlichen Fremdprüfers ist durch eine abgeschlossene Ausbildung (Fachhochschule, Technische Hochschule oder Universität) mit ingenieurmäßiger oder naturwissenschaftlicher Ausrichtung und durch eine mindestens 3-jährige nachgewiesene prüfende Tätigkeit im Qualitätsmanagement beim Bau von mineralischen Deponieabdichtungssystemen nachzuweisen.

Die Qualifikation des Fremdprüfers vor Ort ist mindestens durch die abgeschlossene Ausbildung zum Baustoffprüfer Boden oder gleichwertig und durch eine mindestens 1-jährige Baustellenerfahrung als Prüfer unter der begleitenden Aufsicht eines erfahrenen Fremdprüfers nachzuweisen.

Die fremdüberwachende und -prüfende Stelle muss über eigene Einrichtungen und Geräte zur Durchführung der Prüfungen verfügen und die Versuche nach den aktuellen Prüfvorschriften und Normen durchführen und dokumentieren.

Die Überwachungsbehörde überprüft in Zusammenarbeit mit der Bauoberleitung die technischen und personellen Voraussetzungen der fremdprüfenden Stellen.

4.2 Prüfung der Komponentenauswahl

Um die vertraglich geforderte Qualität des TRISOPLAST® -Mischgutes und der TRISOPLAST® -Dichtung zu gewährleisten, wird bereits bei den einzelnen Komponenten auf eine gleichbleibende Qualität geachtet. Im Zuge der Qualitätssicherung bei der Auswahl der einzelnen Komponenten für die Herstellung von TRISOPLAST® werden Voruntersuchungen durchgeführt, die aussagekräftige und reproduzierbare Ergebnisse über die Qualität der einzelnen Komponenten liefern

4.3 Projektunabhängiger Eignungsnachweis

Die Eignung von TRISOPLAST® wurde von der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnische Vollzugsfragen“ gemäß den „Allgemeinen Grundsätzen für die Eignungsbeurteilung von Abdichtungskomponenten der Oberflächenabdichtungssysteme“ im Sinne der DepV Anhang 1 Nr. 2 festgestellt. Der Eignungsnachweis ist in der abgestimmten Fassung für den Einsatz von TRISOPLAST® als mineralisches Abdichtungselement in der Deponieoberflächenabdichtung verbindlich, in der er auf der Internetseite der Niedersächsischen Gewerbeaufsichtsverwaltung (www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de) mit Versionsnummer und Datum veröffentlicht ist.

4.4 Eigen- und Fremdüberwachung bei der Herstellung des Mischgutes (gemäß Teil I)

Die Beherrschung und Überwachung des Mischprozesses ist von zentraler Bedeutung für die Qualität der späteren TRISOPLAST® -Dichtung. Das Qualitätsmanagement reicht von der Eingangskontrolle der angelieferten Komponenten bis zur Ausgangsprüfung des Mischgutes und wird im Teil I, Anhang 3 dieses Merkblattes ausführlich beschrieben und dokumentiert.

Die Mischung erfolgt chargenweise in eichfähigen Batch-Mischanlagen. Die Komponenten werden vor der Zugabe in das Mischwerk chargenweise gewogen und unter Berücksichtigung der Wassergehalte dosiert. Die Wägungen werden protokolliert und ausgedruckt (Mischprotokolle). Die Eigenüberwachung kontrolliert den qualitätsgerechten Betrieb der Anlage und die Dokumentation und wird dabei durch die Fremdüberwachung überprüft.

4.5 Eigen- und Fremdprüfung bei Einbau

Vor Beginn des großflächigen Einbaus der Dichtung wird zu Beginn der Baumaßnahme durch die Anlage eines Versuchsfeldes nachgewiesen, dass das hergestellte TRISOPLAST® -Mischgut unter den projektspezifischen Randbedingungen mit geeigneten Geräten und qualifiziertem Personal so eingebaut werden kann, dass die fertiggestellte Abdichtung den gestellten Anforderungen entspricht.

Auf der Grundlage der im Versuchsfeld gewonnenen bautechnischen Erfahrungen und Prüfergebnisse werden die Einbautechnik und die Anforderungen an das Auflager verbindlich festgelegt und der QM-Plan fortgeschrieben.

Der Einbau erfolgt durch die bauausführende Firma in Abstimmung mit dem Eigenprüfer. Der Baubeginn wird rechtzeitig mit der zuständigen Überwachungsbehörde abgestimmt. Qualifiziertes und mit dem Herstellungsprozess von TRISOPLAST®-Dichtungen vertrautes Personal der Eigen- und Fremdüberwacher bzw. -prüfer Mineralstoffe ist bei der Anlieferung der Komponenten, bei der Mischung von TRISOPLAST® und während des gesamten Einbaus der Schichten des Oberflächenabdichtungssystems vor Ort und am Einbauort anwesend, um den Bauablauf zu dokumentieren und die Qualitätssicherung des Dichtungseinbaus nach den Darlegungen in Teil II dieses Merkblattes durchzuführen.

5 DOKUMENTATION DER QUALITÄTSSICHERUNG

Die Ergebnisse der Eigen- und Fremdüberwachung sowie der Eigen- und Fremdprüfung werden gemäß den Vorgaben der Teile I und II des vorliegenden Merkblattes Qualitätssicherung dokumentiert und bewertet. Der Abschlussbericht der Fremdprüfung enthält neben den sonstigen erforderlichen Dokumenten auch sämtliche Prüfprotokolle der Eigenprüfung und wird dem Bauherren und der zuständigen Behörde zur Verfügung gestellt. Die vollständigen Aufzeichnungen und Berichte des Qualitätsmanagements werden vom Auftraggeber mindestens bis zum Ablauf der Gewährleistung für die Baumaßnahme aufbewahrt und auf Verlangen der zuständigen Behörde vorgelegt.

6 TECHNISCHE BEZUGSDOKUMENTE

Anhänge im Merkblatt Qualitätsmanagements bei Abdichtungen aus Trisoplast Teil I

- | | |
|------------|---|
| Anhang 1 | Zusammensetzung von TRISOPLAST® |
| Anhang 2.1 | Bestimmung des Bentonitgehaltes von TRISOPLAST® durch Messung der Methylenblau-Absorption |
| Anhang 2.2 | Durchführung des Konformitätsnachweises |
| Anhang 2.3 | Bestimmung der Qualität der Durchmischung |
| Anhang 3 | Bericht zur Eigenüberwachung bei der Auswahl der Komponenten und bei der Mischung von TRISOPLAST® |

Anhänge im Merkblatt Qualitätsmanagements bei Abdichtungen aus Trisoplast Teil II

- | | |
|----------|---------------------------------|
| Anhang 1 | Zusammensetzung von TRISOPLAST® |
|----------|---------------------------------|

Anhang 2.1	Bestimmung des Bentonitgehaltes von TRISOPLAST® durch Messung der Methylenblau-Absorption
Anhang 2.2	Durchführung des Konformitätsnachweises
Anhang 2.3	Bestimmung der Qualität der Durchmischung
Anhang 2.4	Versuchsfeld: Ermittlung der erforderlichen Schütthöhenlage von TRISOPLAST®
Anhang 2.5	Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von TRISOPLAST® im Laborversuch
Anhang 3	Eingangskontrolle TRISOPLAST® -Komponenten
Anhang 4	Eingangskontrolle TRISOPLAST® -Mischgut
Anhang 5	Versuchsfeld: Prüfumfang des Auflagers
Anhang 6	Versuchsfeld: Prüfumfang der TRISOPLAST® -Dichtung
Anhang 7	Prüfumfang des Auflagers
Anhang 8	Prüfumfang der TRISOPLAST® -Dichtung
Anhang 9	Protokoll der Einweisung in den Umgang und den Einbau von Trisoplast®
Anhang 10	Durchführung der Schichtdickenmessung

Allgemeines

RG Min-StB 93	Richtlinie für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau. Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), 1993
ZTVE-StB 94	Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, 1997

Mineralischer Zuschlagstoff

DIN EN 932-1	Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen; Teil 1: Probenahmeverfahren, 1996
DIN 18 121-1	Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Teil 1: Wassergehalt, Bestimmung durch Ofentrocknung, 1998
DIN 18 121-2	Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Teil 2: Wassergehalt, Bestimmung durch Schnellverfahren, 1989
DIN 18 123	Baugrund; Untersuchung von Bodenproben, Bestimmung der Korngrößenverteilung, 1996
DIN 18 128	Baugrund; Versuche und Versuchsgeräte; Bestimmung des Glühverlustes, 1990

DIN 18 129	Baugrund; Versuche und Versuchsgeräte; Kalkgehaltsbestimmung, 1996
DIN ISO 10390	Bodenbeschaffenheit; Bestimmung des pH-Wertes, 1997
DIN ISO 11265	Bodenbeschaffenheit; Bestimmung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit, 1997

Bentonit

DIN EN 932-1	Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen; Teil 1: Probenahmeverfahren, 1996
Brindley, G.W.	Quantitative X-Ray Mineral Analysis of Clays. In: Brindley, G.W. & G. Brown (ed.): Crystal Structures of Clay Minerals and their X-Ray Identification. Monogr. 5, Miner. Soc., London, 411-438, 1980
DIN 18 121-1	Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Teil 1: Wassergehalt, Bestimmung durch Ofentrocknung, 1998
DIN 18 121-2	Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Teil 2: Wassergehalt, Bestimmung durch Schnellverfahren, 1989
DIN 18 123	Baugrund; Untersuchung von Bodenproben, Bestimmung der Korngrößenverteilung, 1996
DIN 18 132	Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte; Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens, 1995
VDG-Merkblatt P69	Bindemittelprüfung, Prüfung von Bindetonen, Oktober 1999
ASTM D 5890	Standard Test Method for Swell Index of Clay Mineral Component of Geosynthetic Clay Liners (Quellfähigkeit), 1995

Polymer

Die Prüfvorschriften und zugehörigen Spezifikationen für das Polymer liegen einschließlich eines Urmusters bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Labor IV.32, in Berlin als vertrauliche Unterlagen vor. Folgende Parameter werden im Rahmen der Identitätsprüfung und des Qualitätsmanagements bestimmt:

Viskosität:	in Anlehnung an die werksinterne Prüfvorschrift des Polymerherstellers
Löslichkeit:	in Anlehnung an die werksinterne Prüfvorschrift des Polymerherstellers
Kornverteilung:	Siebanalyse in Anlehnung an DIN 18 123
Infrarot-Spektrum:	FTIR, qualitative Beurteilung des Spektrums
Massenanteil zweier	

charakteristischer Elemente

und deren Verhältnis: Standardisierte Elementanalyse

Die beiden letztgenannten Prüfungen werden bei der BAM in Berlin durchgeführt, um das Polymer zu identifizieren und auf seine Übereinstimmung mit dem hinterlegten Urmuster festzustellen. Die Prüfvorschriften zur Bestimmung der Viskosität, der Löslichkeit und der Kornverteilung des Polymers werden dem im Einvernehmen zwischen der Genehmigungsbehörde und der G.I.D. Milieutechnik B.V. autorisierten Fremdüberwacher für die polymere Komponente unter der Voraussetzung zur Verfügung gestellt, dass er sich der G.I.D. Milieutechnik B.V. gegenüber zur Geheimhaltung verpflichtet.

Mischwasser

DIN EN ISO 5667-3 Wasserbeschaffenheit, Probenahme; Teil 3: Anleitung zur Konservierung und Handhabung von Proben, 1995

DIN EN 27888 Wasserbeschaffenheit; Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit, 1993

ISO 10523 Wasserbeschaffenheit; Bestimmung des pH-Wertes, 1994

Testmischung

DIN 18 121-1 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Teil 1: Wassergehalt, Bestimmung durch Ofentrocknung, 1998

DIN 18 121-2 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Teil 2: Wassergehalt, Bestimmung durch Schnellverfahren, 1989

DIN 18 127 Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte; Proctorversuch, 1993

DIN 18 130-1 Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte; Teil 1: Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts, Laborversuche, 1998
Wenn die Wasserdurchlässigkeit nach QM II Teil II Anhang 2.5 (Schnellversuch zur k_f -Wert Bestimmung von TRISOPLAST®) ermittelt wird, ist die DIN 18 130-TX anzuwenden.

TRISOPLAST®-Mischgut

DIN EN 932-1 Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen; Teil 1: Probenahmeverfahren, 1996

DIN 18 121-1 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Teil 1: Wassergehalt, Bestimmung durch Ofentrocknung, 1998

-
- DIN 18 121-2 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Teil 2: Wassergehalt, Bestimmung durch Schnellverfahren, 1989
- DIN 18 127 Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte; Proctorversuch, 1993
- DIN 18 130-1 Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte; Teil 1: Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts, Laborversuche, 1998
Wenn die Wasserdurchlässigkeit nach QM II Teil II Anhang 2.5 (Schnellversuch zur k_f -Wert Bestimmung von TRISOPLAST®) ermittelt wird, ist die DIN 18 130-TX anzuwenden.

Auflager

- DIN 18 121-1 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Teil 1: Wassergehalt, Bestimmung durch Ofentrocknung, 1998
- DIN 18 121-2 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Teil 2: Wassergehalt, Bestimmung durch Schnellverfahren, 1989
- DIN 18 123 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben, Bestimmung der Korngrößenverteilung, 1996
- DIN 18 128 Baugrund; Versuche und Versuchsgeräte; Bestimmung des Glühverlustes, 1990
- DIN 18 125-2 Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens, Feldversuche, 1999
- E-DIN 18 134 Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Plattendruckversuch, 1999

TRISOPLAST®-Dichtung

- DIN 18 121-1 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Teil 1: Wassergehalt, Bestimmung durch Ofentrocknung, 1998
- DIN 18 121-2 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Teil 2: Wassergehalt, Bestimmung durch Schnellverfahren, 1989
- DIN 18 125-2 Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens, Feldversuche, 1999
- DIN 18 130-1 Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte; Teil 1: Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts, Laborversuche, 1998
Wenn die Wasserdurchlässigkeit nach QM II Teil II Anhang 2.5 (Schnellversuch zur k_f -Wert Bestimmung von TRISOPLAST®) ermittelt wird, ist die DIN 18 130-TX anzuwenden.

7 VERSUCHSFELD

Vor Beginn des großflächigen Einbaus der Dichtung wird durch die Anlage eines Versuchsfeldes nachgewiesen, dass das hergestellte TRISOPLAST®-Mischgut unter den projektspezifischen Randbedingungen mit geeigneten Geräten und qualifiziertem Personal so eingebaut werden kann, dass die fertig gestellte Dichtung den Anforderungen genügt. Das Versuchsfeld dient der Optimierung der Einbautechnik. Es wird auf einer repräsentativen Teilfläche des eigentlichen Baufeldes angelegt. Die Lage ist dabei so zu wählen, dass die Auflagerfläche und der Aufbau den späteren Baustellenbedingungen entsprechen. Die Neigung des Planums, auf dem das Versuchsfeld angelegt wird, ist repräsentativ für die abzudichtende Gesamtfläche. Das Versuchsfeld ist im bautechnisch anspruchsvollsten Bereich anzulegen.

Die Größe des Versuchsfeldes beträgt ca. 500 m². Das Versuchsfeld darf nicht Bestandteil der Dichtung sein und muss nach dem Abschluss der Prüfungen zurückgebaut werden. Das Planum wird vor Beginn der Baumaßnahme durch die Eigen- und Fremdprüfer abgenommen. Der Zustand und die Arbeiten für die Vorbereitung des Planums werden dokumentiert.

Bei der dynamischen Belastung von tonhaltigen Böden, wie sie bei der Verdichtung mit Walzen erfolgt, können vertikale Risse, die quer zur Einbaurichtung verlaufen, auftreten. Die Rissbildung hängt von der Qualität des Auflagers, vom Wassergehalt des Mischguts und von der Art und vom Energieeintrag des verwendeten Verdichtungsgeräts ab. Beim Auflager sind der E_{v2} -Wert sowie die Tiefenwirkung der Verdichtung relevant. Erfahrungsgemäß sind E_{v2} -Werte ≥ 30 MN/m² anzustreben. Die Dichtung ist visuell rissfrei herzustellen. Sollten nach dem ersten Verdichtungsgang Strukturen im Material erkennbar sein, so sind diese Strukturen unverzüglich im frischen Zustand durch Nachverdichtung zu beseitigen. Flächen sind auszutauschen, wenn die Flanken von Rissen ausgetrocknet sind oder wenn in Risse Staub oder Fremdboden eingetragen wurde.

Auflager, Wassergehalt und Verdichtungstechnik beim versuchstechnischen Einbau von TRISOPLAST® sind standortbezogen im Versuchsfeld so zu optimieren, dass die bautechnischen Belange erfüllt werden und die TRISOPLAST®-Dichtung visuell rissfrei ist. Die Optimierung der Einbautechnik gilt auch für die Ebenföchigkeit der TRISOPLAST®-Dichtung.

Beschädigungen durch das Aufbringen des Entwässerungsschichtmaterials sind auszuschließen, ggf. sind Schutzmaßnahmen vorzunehmen. Der Nachweis der Eignung des Entwässerungsschichtmaterials und der Einbautechnik ist im Versuchsfeld zu erbringen.

Im Versuchsfeld ist nachzuweisen, dass mit der vorgesehenen Art des Verschließens von Probenahmeöffnungen die gleiche Qualität der Abdichtung erreicht wird, wie sie auf der gesamten Fläche herzustellen ist.

8 AUSFÜHRUNGSANFORDERUNGEN FÜR DIE OBERFLÄCHENABDICHTUNG

Bei der Herstellung der TRISOPLAST®-Dichtung werden folgende Anforderungen gestellt:

- Die Anforderung an die Permeationsrate nach den „Allgemeinen Grundsätzen für die Eignungsbeurteilung von Abdichtungskomponenten der Deponieoberflächenabdichtungssysteme“ wird von TRISOPLAST® mit einer Mindestdicke von 8 cm, die an keiner Stelle unterschritten werden darf, eingehalten. In Bereichen erhöhter hydraulischer Beanspruchung beträgt die bautechnische Einbaudicke mindestens 15 cm.
- Die qualitätsgerechte Herstellung der TRISOPLAST®-Dichtung mit der Mindestdicke von 8 cm erfordert hohe Anforderungen an die Sachkenntnis und Erfahrung im Deponiebau. Die besondere Sachkenntnis und Erfahrung kann durch Referenzen zum Einbau von TRISOPLAST®-Dichtungen erbracht werden. Haben die Unternehmen noch keine Erfahrungen beim Bau einer TRISOPLAST®-Dichtung erworben, sind erhöhte Anforderungen an die Ausführung des Versuchsfeldes entsprechend den Anforderungen dieses QM Merkblatts zu stellen. Der Unternehmer hat sicher zu stellen, dass seine mit dem Dichtungsbau beauftragten Mitarbeiter und die von ihm eingesetzten Geräte geeignet sind, die Arbeiten entsprechend den Anforderungen dieses QM Merkblatts auszuführen. Die Herstellbarkeit ist im Rahmen des Versuchsfeldbaus entsprechend dem Qualitätsmanagementplan unter Hinzuziehung der Erfahrungen der Firma G² und unter Begleitung der Eigen- und Fremdprüfung der Behörde und dem Bauherrn nachzuweisen. Hat der Unternehmer für die Herstellung der TRISOPLAST®-Dichtung nicht die erforderliche Sachkunde und Erfahrung im Versuchsfeldbau nachweisen können, so hat er den Bauherrn zu veranlassen, andere sachkundige und erfahrene Unternehmen oder Fachleute der Firma G² heranzuziehen.
- Fehlstellen, Trocken- oder Walzrisse, „Fenster unzureichender Qualität“ oder nachträgliche Vermischung mit Fremdbestandteilen während des Einbaus sind auszuschließen.
- Die Dichtung ist visuell rissefrei herzustellen. Sollten nach dem ersten Verdichtungsgang Strukturen im Material erkennbar sein, so sind diese Strukturen unverzüglich im frischen Zustand durch Nachverdichtung zu beseitigen. Flächen sind auszutauschen, wenn die Flanken von Rissen ausgetrocknet sind oder wenn in Risse Staub oder Fremdboden eingetragen wurde.
- Die Oberflächenebenheit muss den Anforderungen BAM zugelassener Kunststoffdichtungsbahnen entsprechen (Gewährleistung Pressverbund), bzw. ohne Kunststoffdichtungsbahn sind abflusslose Senken auszuschließen.
- Die erzielten Trockendichten und zugehörigen Wassergehalte müssen in der im QM-Plan auf der Grundlage des Konformitätsnachweises festgelegten Spanne liegen.

Sie werden grafisch in der im Anhang 2.2 vorgegebenen Form aufgetragen und im Abschlußbericht dokumentiert.

- Das zum späteren Bau zwischengelagerte TRISOPLAST® -Mischgut sowie die un-abgedeckte, eingebaute Dichtung ist vor Witterungserscheinungen wie Nässe, Trockenheit, Hitze und Frost oder chemischen Einflüssen zu schützen.
- Eine Durchmischung von TRISOPLAST® -Mischgut mit anderen Böden ist nicht zulässig. Verunreinigtes TRISOPLAST® wird ausgebaut.
- Bei der Mischung von TRISOPLAST® tritt gelegentlich eine Klumpenbildung auf. In den Klumpen sind der Bentonitgehalt oder der Wassergehalt höher als in der umliegenden Matrix, so dass das Material etwas stärker aneinander haftet. Die Klumpen sind in sich homogen und leicht zu zerdrücken (steife oder gar feste und verhärtete Bodenaggregate, wie sie etwa durch Austrocknung in natürlichen Erdstoffen entstehen, treten nicht auf). Die Klumpen dürfen in der fertigen Dichtung keine nachteiligen Auswirkungen haben. Sofern Klumpen auftreten, sind die Klumpen und die umgebende Matrix auf Einhaltung der Vorgaben zu prüfen (Bentonitgehalt, Wassergehalt). Ein gegenüber der Matrix erhöhter Wassergehalt in den Klumpen ist unkritisch, sofern er unter dem maximal zulässigen Einbauwassergehalt von TRISOPLAST® bleibt. Ein in den Klumpen erhöhter Bentonitgehalt ist unkritisch, sofern der erforderliche Bentonitgehalt in der Matrix nicht unterschritten wird. Werden die Vorgaben für Wassergehalt und Bentonitgehalt nicht eingehalten, ist die maximale Größe der Klumpen auf Durchmesser < 30 mm zu begrenzen.
- Der Einbau von TRISOPLAST® -Mischgut bei Frost und Niederschlägen ist nicht zulässig.
- Aufgetragenes TRISOPLAST® -Mischgut wird noch am selben Arbeitstag verdichtet.
- Die fertige TRISOPLAST® -Dichtung wird arbeitstäglich gegen Witterungseinflüsse gesichert.
- Die fertige TRISOPLAST® -Dichtung wird spätestens nach 72 Stunden überbaut.
- Die eingebaute TRISOPLAST® -Dichtung darf vor der Überdeckung nicht frei quellen.
- Unverdichtete Randanschlüsse sind vor Witterung zu schützen. Verdichtete Randanschlüsse sind durch Überschüttung zu schützen.
- Ränder von verdichteten Einbaufeldern sind vor Einbau des Parallelfeldes abzuschälen. Fertig verdichtete TRISOPLAST® -Streifen sind vor dem Anfügen neuer Streifen an den Rändern abzuschälen.

- TRISOPLAST®-Mischgut wird an Durchdringungen manuell herangeführt und manuell verdichtet.
- Mechanische Beschädigungen der TRISOPLAST®-Dichtung, z.B. durch Einschlagen von Pflöcken, sind auszuschließen.
- An Böschungen wird generell der Einsatz von strukturierten Kunststoffdichtungsbahnen empfohlen, deren Struktur in das sandige Korngerüst greift. Mit den Kunststoffdichtungsbahnen ist die Gleitsicherheit zur TRISOPLAST®-Dichtung mit gequollenem Bentonit nachzuweisen.
- Auf der eingebauten TRISOPLAST®-Dichtung dürfen keine Materialien, Werkzeuge oder Maschinen abgestellt werden.
- Fertiggestellte Dichtungsschichten dürfen begangen aber nicht mit Fahrzeugen befahren werden.
- Weitere Anforderungen können sich projektspezifisch aus den Qualitätsanforderungen der nachfolgend aufzubringenden Schichten ergeben.
- Das Auflager muss befahrbar und witterungsunempfindlich sein.
- Die Dicke richtet sich u.a. nach den Eigenschaften des Untergrundes (Deponat).
- Die Anforderungen werden in Abhängigkeit von der Tragfähigkeit des Untergrundes, von Wassergehalt und Trockendichte der TRISOPLAST®-Dichtung und von der eingesetzten Verdichtungstechnik im Versuchsfeld ermittelt.
- Auf die Notwendigkeit der Ebenheit des Auflagers (+/- 2 cm bei 4 m Richtsicherheit) mit Sicht auf die Ebenheit der TRISOPLAST®-Dichtung ist zu achten.
- Das Auflager muss gleichmäßig verdichtet sein.
- Der pH-Wert der Entwässerungsschicht darf einen Wert von pH 10 nicht überschreiten.

Die bautechnische Umsetzung und damit die Wahl der Methoden und Geräte zur Erreichung dieser Ziele obliegen der bauausführenden Unternehmung. Die Erreichung der Zielvorgaben wird durch die Fremdprüfung in Abstimmung mit der zuständigen Behörde bewertet und bestätigt.

9 NACHBESSERUNGSARBEITEN

Die einzelnen Abschnitte der TRISOPLAST®-Dichtung werden entsprechend dem Taktverfahren des Einbaus tageweise fachtechnisch durch den Fremdprüfer freigegeben.

Sofern die Qualität der hergestellten Oberflächenabdichtung aus TRISOPLAST® den gestellten Anforderungen nicht entspricht, werden ergänzende Untersuchungen und ggf. Reparaturmaßnahmen zur Nachbesserung der Abdichtung durchgeführt, die im Nachfolgenden beschrieben werden:

- Wenn die Dichtung durch Niederschläge oder Oberflächenwasser aufgeweicht oder infolge Austrocknung rissig geworden ist oder durch Frost beschädigt worden ist, muss sie wieder ausgebaut werden.
- Stellt sich nach dem Einbau heraus, dass eine Mischgut-Charge die erforderlichen Materialeigenschaften nicht erfüllt, so ist der gesamte Bereich, in dem die Charge eingebaut wurde, wieder auszubauen.
- Bei unzureichendem Verdichtungsgrad wird weiter verdichtet, bis die Anforderungen erfüllt sind. Der Nachweis erfolgt durch Bestimmung der Trockendichten und Wassergehalte. Die ermittelten Wertepaare müssen innerhalb der im QM-Plan auf der Grundlage des Konformitätsnachweises (siehe Anhang 2.2) festgelegten Spanne liegen.
- Wenn die Schichtdicke in Teilbereichen dünner als 8 cm ist, müssen diese Bereiche der Dichtung ausgebaut und erneuert werden.
- Fehlstellen in der TRISOPLAST® -Dichtung durch Probenahmen sind so zu verschließen, dass die flächig geforderte Einbauqualität mindestens erreicht wird.
- Die Nachbesserungsarbeiten müssen spätestens am folgenden Arbeitstag durchgeführt und damit auch der Nachweis erbracht werden, dass den Anforderungen an die Qualität der Abdichtung entsprochen wird.
- Die Maßnahme und die Ergebnisse der Nachbesserungsarbeiten werden dokumentiert. Bei erfolgreicher Nachbeprobung erfolgt die endgültige Freigabe durch den Fremdprüfer.

10 DURCHFÜHRUNG QUALITÄTSSICHERUNG

10.1 Prüfung der Einbauvoraussetzungen

Vor Baubeginn müssen vom Fremdprüfer die Voraussetzungen überprüft werden, die notwendig sind, um die TRISOPLAST® -Dichtung ordnungsgemäß herstellen zu können. Hierzu zählen:

- Die Ausstattung der Einbaufirma mit geeigneten Geräten und qualifiziertem Personal zur Durchführung der vereinbarten Eigenprüfungen.
- Das Vorhandensein eines Bauzeitenplans und eines Bauablaufplans, die mit dem Auftraggeber, dem Eigenprüfer, dem Fremdprüfer und der Überwachungsbehörde abgestimmt sind.

- Die baustellenseitigen Voraussetzungen für den sicheren Antransport, die getrennte Lagerung und den Schutz der TRISOPLAST®-Komponenten und des TRISOPLAST®-Mischgutes vor Verunreinigung und sonstigen schädlichen Einwirkungen, den Weitertransport des Mischgutes und den geordneten Materialumschlag am Einbauort.
- Die Voraussetzungen für eine bestimmungsgemäße Probennahme bei der Anlieferung der TRISOPLAST®-Komponenten, an dem hergestellten TRISOPLAST®-Mischgut, der fertigen Dichtung sowie die geeignete Lagerung von Rückstellproben.
- Die Ausstattung der Einbaufirma mit geeigneten Geräten und qualifiziertem Personal für die Herstellung von TRISOPLAST®-Dichtungen entsprechend den Vorgaben des Qualitätssicherungsplanes.
- Das Einhalten aller im aktuellen QM-Plan für den Einbau und die Prüfung von TRISOPLAST® genannten weiteren Bedingungen.

10.2 Eigenprüfung

Die Eigenprüfung muss ihre Ergebnisse bewerten und die Unterlagen dem Fremdprüfer einschließlich Prüfprotokollen, Ergebnisdarstellungen und Bewertungen unverzüglich zur Verfügung stellen.

10.2.1 Versuchsfeld

Die Qualität des Auflagers ist im Versuchsfeld anhand der in Anhang 5 aufgeführten Untersuchungsmethoden zu überprüfen.

Die Qualität der eingebauten Oberflächenabdichtung aus TRISOPLAST® muss im Versuchsfeld anhand der in Anhang 6 aufgeführten Untersuchungsmethoden überprüft werden. Die Probenahmepunkte der Eigen- und Fremdprüfung sind mit TRISOPLAST®-Mischgut zu verfüllen und so zu verdichten, dass die gestellten Anforderungen an die Dichtung erfüllt werden.

10.2.2 Großflächiger Einbau

Der großflächige Einbau hat mit der im Versuchsfeld angewandten Technik zu erfolgen.

Die Verwendbarkeit der gelieferten TRISOPLAST®-Komponenten ist gemäß den Vorgaben im Merkblatt Qualitätsmanagement Teil I, Anhang 3 nachzuweisen. Die Verwendbarkeit der fertigen TRISOPLAST®-Mischung ist gemäß den Vorgaben in diesem Merkblatt Teil II, Anhang 4 nachzuweisen.

Die Qualität des Auflagers und der eingebauten Oberflächenabdichtung aus TRISOPLAST® sind anhand der in den Anhängen 7 und 8 aufgeführten Untersuchungsmethoden zu überprüfen. Die Einhaltung der für die Herstellung der Dichtung erforderlichen Randbedingungen wie z.B. Gefälle, Ebenheit, Höhenlage sind laufend zu kontrollieren. Die Probenahmepunkte

der Eigen- und Fremdprüfung in der Dichtung müssen mit TRISOPLAST® -Mischgut verfüllt und so verdichtet werden, dass die gestellten Anforderungen an die Dichtung erfüllt werden.

10.3 Fremdprüfung

Die Fremdprüfung muss die Ergebnisse der Eigenprüfung durch eigene Versuche sowie den Einbauvorgang überprüfen. Sie hat laufend zu prüfen, ob die festgelegten Vorgaben des Qualitätsmanagementplanes beachtet werden und hat daher während des Einbaus der TRISOPLAST® -Dichtung und deren Überbauung dauernd anwesend zu sein. Die Fremdprüfung muss die Freigaben für Teilflächen erteilen und zusammen mit dem Bauherrn und in Abstimmung mit der behördlichen Überwachung die Abnahme der Maßnahme durchführen.

11 BEWERTUNG UND ZULÄSSIGE TOLERANZEN

Die Bewertung der Prüfergebnisse muss für die TRISOPLAST® -Komponenten und für das TRISOPLAST® -Mischgut unter Berücksichtigung der in Merkblatt Qualitätsmanagement Teil I, Anhang 3 angegebenen Sollwerte erfolgen.

Die Anforderungen an die Qualität der TRISOPLAST® -Dichtung werden im Abschnitt 8 festgelegt. Die entsprechenden Werte für die Prüfergebnisse des Versuchsfeldes sind in den Anhängen 5 und 6, die des Auflagers und der TRISOPLAST® -Dichtung in den Anhängen 7 und 8 aufgeführt.

Die angegebenen Toleranzen beinhalten sowohl die Streuungen bei der Probennahme und die zulässigen Abweichungen bei den einzelnen Prüfverfahren als auch die herstellungsbedingten Ungleichmäßigkeiten.

Die Prüfungen müssen durch den Eigenprüfer und den Fremdprüfer im Hinblick auf die in diesem Merkblatt und im projektbezogenen Qualitätssicherungsplan geforderten Qualitätsmerkmale der verwendeten Komponenten, des Mischgutes und der eingebauten TRISOPLAST® -Dichtung bewertet werden.

12 MASSNAHMEN ZUR QUALITÄTSLLENKUNG

TRISOPLAST® -Mischgut muss so transportiert und gelagert werden, dass es vor Austrocknung, Wasserzutritt, z.B. durch Niederschläge, geschützt ist und keine Vermischung mit anderen Stoffen erfolgen kann. Fehlerhaft gefertigtes TRISOPLAST® -Mischgut, bei dem die zulässigen Toleranzen überschritten werden, darf nicht verwendet werden, muss getrennt gelagert und so gekennzeichnet werden, dass Verwechslungen mit überprüfem, verwendbarem TRISOPLAST® -Mischgut ausgeschlossen sind. Es ist zu entsorgen.

Das Versuchsfeld ist rechtzeitig vor dem Beginn des großflächigen Einbaus der Dichtung zu errichten, um zu gewährleisten, dass die Ergebnisse der Prüfungen mit Ausnahme der Versuchsergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsbestimmungen im Vorwege abschließend bewertet werden können. Die Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsbestimmungen werden nicht abgewartet, sie dienen lediglich der bestätigenden Kontrolle des Konformitätsnachweises.

Der Einbau des TRISOPLAST®-Mischgutes im Versuchsfeld und der späteren Oberflächenabdichtung muss von derselben Baufirma vorgenommen werden.

Die an die Herstellung der TRISOPLAST®-Dichtung gestellten Ausführungsanforderungen sind einzuhalten. Nachbesserungsarbeiten bei Nichteinhaltung bzw. Nichterfüllung der gestellten Anforderungen sind durch den Auftraggeber, den Fremdprüfer oder die behördliche Überwachungsstelle anzuordnen und nach den Vorgaben des QS-Merkblattes auszuführen.

13 DOKUMENTATION

Der Bauablauf, die Art und Anzahl der Prüfungen, die Prüfmethoden und -ergebnisse werden im Rahmen der Qualitätssicherung vom Eigen- und Fremdprüfer dokumentiert und nach Abschluss der Baumaßnahme vom Fremdprüfer in einem abschließenden Bericht zusammengefasst. Für das Versuchsfeld wird ein eigenständiger Bericht verfasst.

Alle Beprobungen werden vom Eigenprüfer und vom Fremdprüfer lückenlos dokumentiert. Dabei werden die Freigabeprotokolle der Laborversuchsergebnisse und anliegende Skizzen mit der Lage der Entnahmepunkte geführt. Die Proben werden fortlaufend und eindeutig nach dem im QM-Plan festgelegten Probenbezeichnungssystem bezeichnet. Anhand der Dokumentation ist eine eindeutige Zuordnung der Prüfergebnisse zu den entsprechenden Stellen des Versuchsfeldes und der gesamten Oberflächenabdichtung möglich.

13.1 Dokumentation Eigenprüfung

Die ausgewerteten Ergebnisse der Eigenprüfungen werden nach Abschluss der Arbeiten vom Eigenprüfer dokumentiert und dem Fremdprüfer übergeben. Besondere Maßnahmen, die bei unzulässigen Abweichungen von den geforderten Sollwerten durchgeführt wurden, werden vermerkt. Auf der Grundlage sämtlicher Prüfergebnisse werden mindestens die folgenden Zusammenhänge und Inhalte im Bericht der Eigenprüfung dargestellt und bewertet:

- Zeitraum des Einbaus
- die Witterungsverhältnisse (Niederschlag, Temperatur, Bewölkung, Wind)
- die topographischen Verhältnisse (Neigung und Exposition der Geländeoberflächen)
- die Herkunfts- und Identifikationsnachweise für die TRISOPLAST®-Komponenten

-
- das Mischungsverhältnis der TRISOPLAST® -Komponenten einschließlich aller erforderlichen Betriebsdaten der Mischanlage sowie der Mischprotokolle
 - die Homogenität des hergestellten TRISOPLAST® -Mischgutes
 - die verwendeten Verdichtungsgeräte einschließlich aller maßgeblichen maschinentechnischen Parameter sowie Hilfsmittel und Materialien
 - der Bauablauf
 - die visuelle Qualität der hergestellten Dichtungsschicht
 - die Besonderheiten an Böschungen und Durchdringungen
 - sämtliche Prüfergebnisse zu den TRISOPLAST® -Komponenten, zum TRISOPLAST® -Mischgut, zum Auflager und zur eingebauten TRISOPLAST® -Dichtung

Der Bericht enthält weiterhin:

- Erläuterungen zu den Einbaubedingungen, zu Überwachungsergebnissen, zu den visuellen Kontrollen, Ausfallzeiten, besondere Vorkommnisse, angeordnete Nachbesserungsarbeiten.
- Feststellung der Einhaltung der Mindestanzahl nachweispflichtiger Untersuchungen und der Anforderungen. Die Prüfpunkte werden in Plänen dargestellt. Die Ausführung der Prüfungen wird im Bautagebuch vermerkt.
- vollständig ausgefüllte und ausgewertete Versuchsprotokolle; werden aufgrund nicht eingehaltener Werte Nachbesserungsarbeiten und darauf folgende Nachuntersuchungen angeordnet, werden auch diejenigen Versuchsprotokolle beigelegt, die zur Beanstandung der Arbeiten geführt haben. Diese werden besonders kenntlich gemacht und den aktuellen Kontrollen/Nachweisen der Nachuntersuchung gegenübergestellt.

Nach Abschluss der Baumaßnahme im Bereich des Versuchsfeldes wird ein Bericht erstellt, der zusätzlich zu den zuvor aufgeführten Angaben folgende Informationen enthält:

- die Lage und Größe des Versuchsfeldes
- die Art und Weise des Einbaus des TRISOPLAST® -Mischgutes und eventuelle Varianten
- die gemessenen Schichtmächtigkeiten und Abweichungen von der Sollmächtigkeit der eingebauten Schicht in Abhängigkeit von der angewandten Einbaumethode

- die durchschnittliche Einbaudichte
- die Einbaudichte in Abhängigkeit von der angewandten Einbaumethode

Die Aufzeichnungen der Eigenüberwachung werden bis zum Ablauf der Gewährleistung für die Baumaßnahme aufbewahrt.

13.2 Dokumentation Fremdprüfung

Nach Abschluss der Baumaßnahme im Bereich des Versuchsfeldes und der gesamten Oberflächenabdichtung erstellt der Fremdprüfer jeweils einen zusammenfassenden Bericht einschließlich gutachtlicher Stellungnahme. Dieser beinhaltet alle Dokumente der Eigen- und Fremdprüfung in ausgewerteter Form einschließlich folgender Unterlagen und Inhalte:

- besondere Vorkommnisse und durchgeführte Maßnahmen zur Qualitätslenkung
- Fotodokumentation des Bauverfahrens
- sämtliche Prüfergebnisse und ggf. deren Auswertung
- Dokumentationen der Freigabe

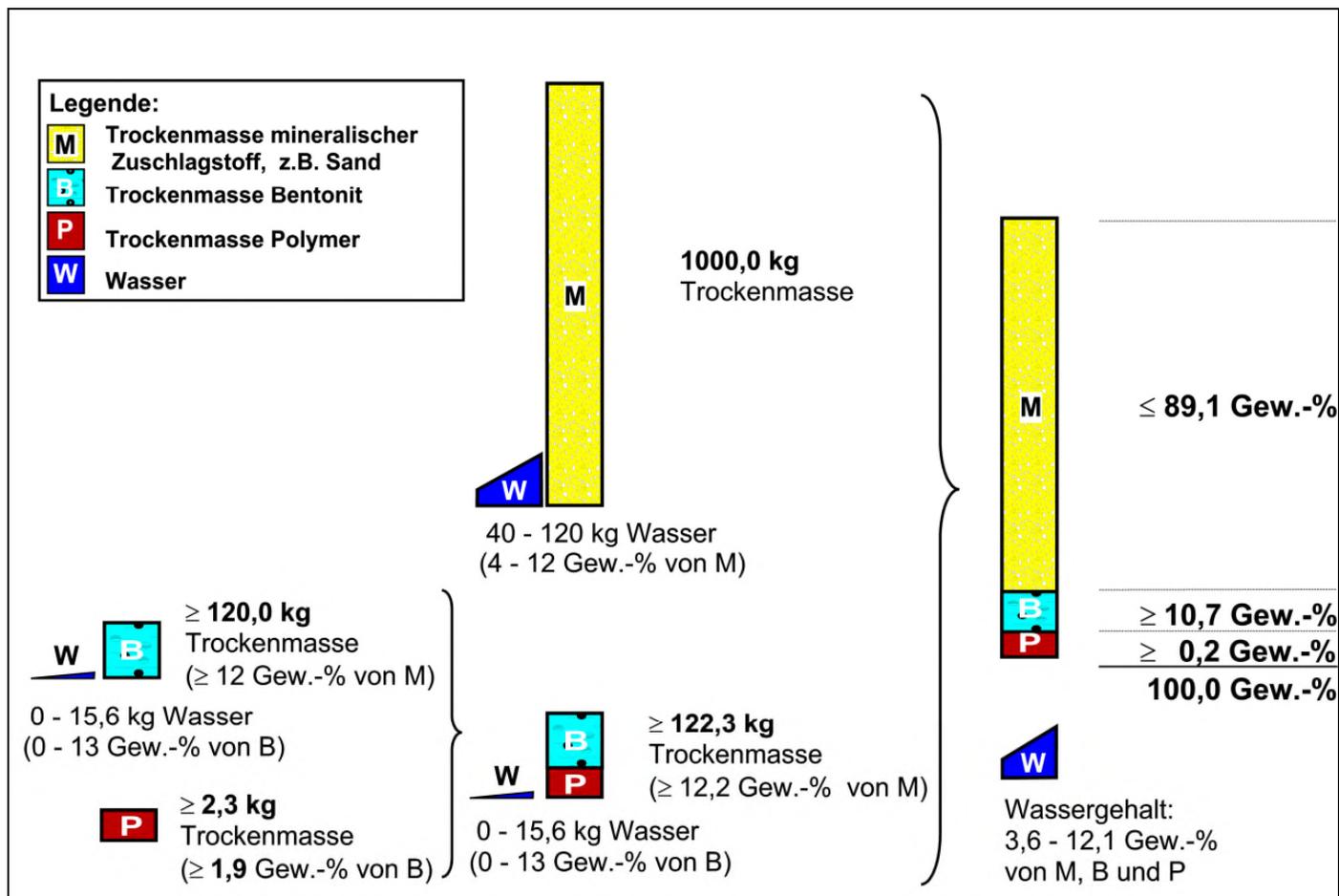
Die Prüfberichte werden dem Auftraggeber und in Kopie der Überwachungsbehörde für die Abnahme des Versuchsfeldes bzw. der Baumaßnahme übergeben. Anschließend werden die Prüfberichte vom Auftraggeber bis zum Ablauf der Gewährleistung für die Baumaßnahme aufbewahrt.

MERKBLATT

Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Zusammensetzung von TRISOPLAST®

Teil II Anhang 1
Seite 1



Bestimmung des Bentonitgehaltes von TRISOPLAST® durch Messung der Methylenblau-Absorption

Vorbemerkungen

Der Bentonitgehalt wird in Anlehnung an die „Empfehlungen 33 (CUR)¹ für Untersuchungen an körnigen Dichtungsschichten Test D“ bestimmt. Der Test D dieser Versuchsvorschrift beschreibt die Bestimmung des Bentonitgehalts von Sand-Bentonit-Mischungen nach der Methylenblaumethode. In dieser Beschreibung des Tests D wird auf den Test B, der die Bestimmung in reinem Bentonit beschreibt, verwiesen. Durch den relativ hohen Gehalt an polymervergütetem Bentonit in TRISOPLAST® sind bei der Ermittlung des Bentonitgehalts von TRISOPLAST® einige Änderungen gegenüber dem Test D erforderlich. In der vorliegenden Methodenbeschreibung sind die Verweise auf den Test B sowie die bei TRISOPLAST® erforderlichen Änderungen der Versuchsdurchführung bereits berücksichtigt. Außerdem wird der Bentonitgehalt abschließend nicht, wie in den Niederlanden üblich, in Prozent der Trockenmasse des mineralischen Zuschlagstoffs sondern in Prozent der Gesamttrockenmasse TRISOPLAST® ermittelt.

1 Ziel und Anwendung

Diese Arbeitsvorschrift beschreibt die Bestimmung der Absorption von Methylenblau durch den in TRISOPLAST® enthaltenen Bentonit und die Umrechnung der Analysendaten in den Gehalt an trockenem Bentonit in Prozent der Trockenmasse von TRISOPLAST®.

2 Prinzip

Eine in Wasser dispergierte Probe wird mit einer Methylenblau-Lösung titriert bis um einen Tropfen dunkelblau gefärbter Bentonitsuspension, der auf ein Filterpapier aufgebracht wird, ein hellblauer Hof („Halo“) erscheint.

Zunächst werden gesonderte Nullbestimmungen der Methylenblauabsorption für die Bentonit-Polymer-Vormischung und den mineralischen Zuschlagstoff durchgeführt.

¹ CUR Aanbeveling 33 (1996): Granulaire afdichtingslagen op basis van Zandbentoniet al dan niet in combinatie met kunststof gemembranen, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving, Gouda

Anschließend wird die Methylenblauabsorption von TRISOPLAST® gemessen und mit Hilfe der Nullbestimmungen der Bentonitgehalt von TRISOPLAST® berechnet.

3 Benötigte Geräte

Apparate: Analysen-Waage mit 0,01 g Messgenauigkeit, Magnetrührer-Kochplatte, Trockenofen, Bürette, Stativ

Material: Weithalslerlenmeyerkolben (ca. 300 ml), Kunststoff- oder Glasstab, 1000 ml Messzylinder, 2 Magnetrührstäbchen, Polyethylenflasche (1 L) mit Schraubverschluss, 10 ml Pipette, 5 ml Pipette, Papierfilter (weiß, z.B. 150 mm Durchmesser), Trockenschalen, kleine Stahlschaufel, Spritzflasche

Grundstoffe: destilliertes Wasser, Methylenblau ($C_{16}H_{18}ClN_3S \cdot xH_2O$ mit $x = 4$ bis 5), ca. 0.35 % Methylenblau-Lösung, 2.5 molare Schwefelsäure, Dispergierungsmittel (gesättigte Lösung Tetranatriumdiphosphat $Na_4P_2O_7 \cdot H_2O$).

4 Herstellung der Methylenblau-Lösung

Ca. 1 g Methylenblau (B_f) wird bei $(93 \pm 3) ^\circ C$ bis zur Gewichtskonstanz getrocknet (Trockengewicht B_d). Wiegen Sie auf 1 mg Genauigkeit eine ungetrocknete Menge Methylenblau ab (A). Die Abwaage soll $3,20 \cdot B_f/B_d$ g entsprechen. Lösen Sie diese Menge in 600 ml handwarmem destillierten Wasser auf. Nach 24 Stunden dekantieren Sie die Lösung in den 1 Liter Messzylinder. Kochen Sie den Rückstand in 100 ml Wasser, und fügen Sie es nach Abkühlen zu der übrigen Lösung in den Messzylinder. Füllen Sie den Messzylinder danach mit destilliertem Wasser auf 1 Liter auf. Lagern Sie die MB-Lösung in einem dunklen Raum.

5 Nullbestimmungen der Methylenblauabsorption der Bentonit-Polymer-Vormischung und des mineralische Zuschlagstoffes

Für die Berechnung des Bentonitgehalts aus der analytisch ermittelten Methylenblauabsorption von TRISOPLAST® ist die Kenntnis der Methylenblauabsorption der beiden Grundkomponenten Bentonit-Polymer-Vormischung und mineralischer Zuschlagstoff erforderlich. Daher müssen jeweils zu Projektbeginn, bei jeder neuen Lie-

ferung der beiden Komponenten, bei jedem Hinweis auf mögliche Veränderungen in den Eigenschaften der Grundkomponenten, bei Verwendung einer neuen Methylenblaulösung sowie mindestens alle drei Tage neue gesonderte Nullbestimmungen der Methylenblauabsorption dieser beiden Komponenten durchgeführt werden.

Das Vorgehen bei den Nullbestimmungen entspricht dem bei der Bestimmung der Methylenblauabsorption von TRISOPLAST® und wird daher nicht gesondert beschrieben. Lediglich die Einwaagen unterscheiden sich (Angaben hierzu in Abschnitt 6).

Weiterhin ist ein TRISOPLAST®-Mischgut mit bekannten Gehalten an Polymer und Bentonit vorzuhalten, das als Standard dient. Im Zuge der Durchführung der Bentonitgehaltsbestimmung bei der laufenden Baumaßnahme ist regelmäßig (z.B. wöchentlich) die Methylenblauabsorption des Standards zu messen, so dass systematische Abweichungen der Analysenergebnisse erkannt und bei der Bewertung der Daten berücksichtigt werden können.

6 Durchführung der Analyse

6.1 Vorabbestimmung des Wassergehalts

Wiegen Sie eine trockene Trockenschale (F). Nehmen Sie eine repräsentative Probe TRISOPLAST® bzw. bei den Nullbestimmungen Proben von der Bentonit-Polymer-Vormischung oder vom mineralischen Zuschlagsstoff (jeweils ca. 500 g). Bestimmen Sie die Masse der Trockenschale mit der feuchten Probe (G). Trocknen Sie die Probe in einem Trockenofen bei $(110 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ schrittweise bis zur Massenkonstanz (eine konstante Masse ist erreicht, wenn die Masse nach einer Minute Trocknung mit weniger als 0,01 g abnimmt). Bestimmen Sie danach die Masse der Trockenschale mit der trockenen Probe (H) auf eine Genauigkeit von 0,1 g und berechnen Sie den Wassergehalt (w) auf 0,1 % (m/m) genau:

$$w = (G-H) / (H-F) * 100 [\%]$$

mit:

w Wassergehalt der in Bezug auf die Trockenmasse, in Gew.-%;

F Masse der Trockenschale, in g;

G Masse der Trockenschale und der feuchten Probe, in g;

H Masse der Trockenschale und der trockenen Probe, in g.

6.2 Durchführung der Messung

Wiegen Sie ca. 5 g ungetrocknetes TRISOPLAST® (z_{bf}) mit einer Genauigkeit von 0,01 g ab, und überführen Sie die Probe in einen Erlenmeyerkolben (bei den Nullbestimmungen betragen die Einwaagen ca. 0,5 g Bentonit-Polymer-Vormischung (b_f) bzw. ca. 5 bis 10 g mineralischer Zuschlagstoff (z_f), beides feucht). Berechnen Sie aus der Feuchteinwaage mit Hilfe des Wassergehalts (w_{zb} bzw. w_b und w_z) die Trockeneinwaage (z_b bzw. b und z). Fügen Sie 100 ml destilliertes Wasser und 10 ml Dispergierungsmittel zu.

Legen Sie den Magnetrührer in den Erlenmeyerkolben, und rühren Sie den Inhalt 10 Minuten lang. Anschließend erhitzen Sie den Kolbeninhalt auf der Kochplatte und kochen die Probe eine Minute lang. Fügen Sie dann ca. 0,5 ml Methylenblaulösung und sofort 2 ml H_2SO_4 (2,5 molar) zu. Rühren Sie die Suspension eine halbe Minute lang. Fügen Sie danach 70 % bis 90 % des zu erwartenden Endverbrauchs an Methylenblau-Lösung zu und rühren Sie die Suspension ca. 10 Minuten.

Legen Sie zwei Stücke Filterpapier aufeinander, auf die im weiteren Verlauf jeweils ein Tropfen mit dem Kunststoff- oder Glasstab getupft wird. Titrieren Sie die Suspension mit der Methylenblau-Lösung, wobei die Flüssigkeit ständig gerührt werden muss. Tupfen Sie jede zweite Minute einen Tropfen der Suspension auf das Filterpapier. Um den Endpunkt der Titration zu bestimmen, fügen Sie jedes Mal 1 ml Methylenblau-Lösung zu, rühren Sie die Suspension 120 ± 10 Sekunden und tupfen Sie erneut einen Tropfen auf das Filterpapier.

Wenn Sie zum ersten Mal eine hellblaue Farbveränderung rund um den dunkelblauen Tupfen, den sogenannten Halo, sehen, fügen Sie der Suspension keine weitere Methylenblau-Lösung mehr zu. Rühren Sie die Suspension 120 ± 10 Sekunden und tüpfeln Sie danach erneut einen Tropfen der Suspension auf das Filterpapier. Bleibt der Halo zu erkennen, dann ist der Endpunkt der Titration erreicht. Andernfalls muss nochmals 1 ml Methylenblau-Lösung zugefügt werden und die Arbeitsschritte werden wiederholt, bis der Endpunkt erreicht ist. Zur besseren Erkennung des Endpunktes wird angeraten, denselben Versuchszeitpunkt wiederholt zu tupfen. Halten Sie das Filterpapier gegen das Licht, um den Umschlagpunkt besser zu erkennen. Um die gewünschte Genauigkeit zu erreichen, sollte nicht in größeren Schritten als 1 ml titriert werden.

Notieren Sie die verbrauchte Menge Methylenblau-Lösung in ml (V_{zb} bei TRISOPLAST®, V_b und V_z bei der Nullbestimmung der Bentonit-Polymer-Vormischung bzw.

dem mineralischen Zuschlagsstoff), die bis zu dem Punkt, als der Halo gerade noch nicht sichtbar war, zugefügt worden war.

Während des schrittweisen Zufügens der Methylenblau-Lösung verändert sich die Farbe des Flüssigkeitsringes (Halo) auf dem Filterpapier wie folgt:

- farblos, wenn der Bentonit nicht mit Methylenblau gesättigt ist
- hellblau, wenn der Bentonit gerade gesättigt ist (Endpunkt der Titration)
- blau, wenn freies Methylenblau vorhanden ist.

6.3 Berechnung des Bentonitgehalts

Berechnen Sie die Trockeneinwaage (m) auf 0,01 g Genauigkeit mittels:

$$m = m_f / (100 + w) * 100 \text{ [g]}$$

mit:

m Trockeneinwaage, in g

m_f Feuchteinwaage, in g

w Wassergehalt in Gew.-% der Trockenmasse.

Berechnen Sie den Gehalt an trockener Bentonit-Polymer-Vormischung in Prozent der Trockenmasse des mineralischen Zuschlagstoffes mit einer Genauigkeit von 0,1 % (m/m) mittels:

$$A = [1 - (z_b/V_{zB} * V_z/z)] / [(z_b/V_{zB} * V_B/b) - 1] * 100 \text{ [Gew.-%]}$$

mit:

A Gehalt an trockener Bentonit-Polymer-Vormischung im Verhältnis zum trockenen mineralischen Zuschlagstoff, in Gew.-%

b Trockeneinwaage Bentonit-Polymer-Vormischung, in g

V_B Verbrauch an Methylenblau-Lösung durch Bentonit-Polymer-Vormischung, in ml

z Trockeneinwaage mineralischer Zuschlagsstoff, in g

V_z Verbrauch an Methylenblau-Lösung durch mineralischen Zuschlagstoff, in ml

z_b Trockeneinwaage TRISOPLAST®, in g

V_{zB} Verbrauch an Methylenblau-Lösung durch TRISOPLAST®, in ml

Anschließend wird der auf den mineralischen Zuschlagstoff bezogene Wert A in den Wert BP umgerechnet, der den Gehalt an trockener Bentonit-Polymer-Vormischung in Prozent der Trockenmasse der Summe aller drei Feststoffkomponenten (Polymer, Bentonit, Zuschlagstoff) angibt (Angabe mit einer Genauigkeit von 0,1 % (m/m)):

$$BP = A / (A+100) * 100 \text{ [Gew.\-%]}$$

mit:

BP Gehalt an trockener Bentonit-Polymer-Vormischung im Verhältnis zur Gesamttrockenmasse TRISOPLAST®, in Gew.-%

A Gehalt an trockener Bentonit-Polymer-Vormischung im Verhältnis zum trockenen mineralischen Zuschlagstoff, in Gew.-%

Abschließend wird die eigentliche Zielgröße, der Bentonitgehalt von TRISOPLAST®, unter Berücksichtigung des zudosierten Anteils an Polymer in den Bentonitgehalt errechnet und in Prozent der Trockenmasse der Summe aller drei Feststoffkomponenten (Polymer, Bentonit, Zuschlagstoff) mit einer Genauigkeit von 0,1 % (m/m) angegeben:

$$B = BP - (BP * P / 100) \text{ [Gew.\-%]}$$

mit:

B Gehalt an Bentonit im Verhältnis zur Gesamttrockenmasse TRISOPLAST®, in Gew.-%

BP Gehalt an trockener Bentonit-Polymer-Vormischung im Verhältnis zur Gesamttrockenmasse TRISOPLAST®, in Gew.-%

P Gehalt an Polymer im Verhältnis zur Trockenmasse des Bentonits, in Gew.-% (ermittelt durch die Zudosierung bei der Herstellung der Bentonit-Polymer- Vormischung)

Berechnungsbeispiel:

b _f	Feuchteinwaage Bentonit-Polymer-Vormischung:	0,51 g
w _b	Wassergehalt des Bentonit-Polymer-Vormischung in Prozent der Trockenmasse:	12,4 Gew.-%
b	Trockeneinwaage Bentonit-Polymer-Vormischung:	0,46 g
V _B	Verbrauch an Methylenblau-Lösung durch Bentonit-Polymer-Vormischung:	33 ml
Z _f	Feuchteinwaage mineralischer Zuschlagstoff:	10,18 g

w _z	Wassergehalt des mineralischen Zuschlagstoffes in Prozent der Trockenmasse:	6,2 Gew.-%
z	Trockeneinwaage des mineralischen Zuschlagstoffes:	9,59 g
V _z	Verbrauch an Methylenblau-Lösung durch mineralischen Zuschlagstoff:	2 ml
z _{br}	Feuchteinwaage TRISOPLAST®:	5,32 g
w _{zb}	Wassergehalt TRISOPLAST® in Prozent der Trocken- masse:	7,2 Gew.-%
z _b	Trockeneinwaage TRISOPLAST®:	4,96 g
V _{zB}	Verbrauch an Methylenblau-Lösung durch TRISOPLAST®:	40 ml
P	Gehalt an Polymer im Verhältnis zur Trockenmasse Bentonit	2,2 Gew.-%

$A = [1 - (4,96/40 * 2/9,59)] / [(4,96/40 * 33/0,46) - 1] * 100 = 12,3 \text{ Gew.-%}$

$BP = 12,3 / (12,3 + 100) * 100 = 11,0 \text{ Gew.-%}$

Bentonitgehalt $B = 11,0 - (11,0 * 2,2 / 100) = 10,8 \text{ Gew.-%}$

6.4 Bewertung des Versuchsergebnisses

Wenn das Versuchsergebnis gut mit den zuvor ermittelten Ergebnissen für die betreffende Tagesproduktion oder für einen Mischgut-Vorrat, in dem dieselben Grundstoffe verarbeitet wurden, übereinstimmt, so ist das Ergebnis plausibel.

Wenn das Ergebnis deutlich von der letzten Serie abweicht, dann muss der Versuch als 'verdächtig' gekennzeichnet und wiederholt werden. Wenn bei der Wiederholung des Versuchs ein Wert gefunden wird, der gut mit der letzten Serie von Werten übereinstimmt, die für die betreffende Tagesproduktion oder für einen Mischgut-Vorrat, in dem dieselben Grundstoffe verarbeitet wurden, ermittelt wurde, dann gilt der bei der Wiederholung ermittelte Wert als Ergebnis für die Probe.

Wird jedoch bei der Wiederholung ein Wert in der Größenordnung des ursprünglichen Wertes gefunden, dann gilt der Mittelwert der zweifachen Wiederholung als Ergebnis für die Probe.

Durchführung des Konformitätsnachweises

1 Herstellung der Testmischung und Rückstellproben

Nach Abschluss der Voruntersuchungen der Komponenten wird durch den Eigenprüfer im Labor eine Testmischung der ausgewählten Komponenten durchgeführt und untersucht. Die Mischung erfolgt per Hand in der gleichen Reihenfolge und Feststoffdosierung wie sie später in der Mischanlage durchgeführt wird. Der Wassergehalt der Testmischung beträgt 3,6 Gew.-%. Von den zur Herstellung der Testmischung verwendeten TRISOPLAST® -Komponenten und von der Testmischung selbst werden Rückstellproben (0,5 kg Polymer, 1 kg Bentonit, 10 kg Zuschlagsstoff und 20 kg der Testmischung) entnommen und diese an den Fremdprüfer übergeben.

2 Herstellung von Proben zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit und Ziel des Nachweises

Aus dem Mischgut der Testmischung werden drei Proben mit den Wassergehalten 3,6 Gew.-%, 7,8 Gew.-% und 12,1 Gew.-% und Trockendichten von jeweils 87 % der bei diesen Wassergehalten im Proctorgerät mit einfacher Proctorenergie (3 Schichten à 25 Schläge mit Fallmasse 2,5 kg) erzielbaren Trockendichten hergestellt (Hinweis: Die Angabe 87 % bezieht sich nicht auf die Proctordichte, sondern auf die beim voreingestellten Wassergehalt bei Verdichtung im Proctorgerät erzielbare Maximaldichte, die in der Regel geringer als die Proctordichte ist!). An den auf die beschriebene Weise hergestellten Proben wird dann der gesättigte Wasserdurchlässigkeitsbeiwert mit Nachweis des Erreichen des stationären Zustandes bestimmt (siehe Teil II, Anhang 2.5). Die Untersuchung dieser Proben dient dem Nachweis, dass die Qualität der aus den ausgewählten Komponenten hergestellten Testmischung bei den genannten Wassergehalten und Trockendichten mit der Standardqualität von TRISOPLAST® konform ist und die Anforderung an die Dichtwirkung ($k_f \leq 3 \times 10^{-11}$ m/s) erfüllt wird.

Bei der Herstellung der Proben für die Durchlässigkeitsprüfung wird im einzelnen wie folgt vorgegangen:

1. Der Einbau in die Form zur Herstellung des Probekörpers erfolgt in drei Lagen gleicher Masse und Höhe.
2. Zunächst werden die Wassergehalte der Komponenten Bentonit und mineralischer Zuschlagsstoff bestimmt. Auf der Grundlage dieser Wassergehalte wird berechnet, auf welchen Wassergehalt der mineralische Zuschlagsstoff einzustellen ist, um das Mischgut mit dem Wassergehalt $w = 3,6$ Gew.-% herzustellen. Im Regelfall muss der Zuschlagsstoff getrocknet werden. Die Trocknung sollte nur bis zu dem erforderlichen Wassergehalt erfolgen (keine vollständige Ofentrocknung). Nach der Trocknung wird der Zuschlagsstoff im abgekühlten Zustand mit den Komponenten Bentonit und Polymer gemäß Rezeptur vermischt. Nach homogener Durchmischung wird eine Teilprobe abgefüllt und aus dem Rest die beiden Teilproben mit den höheren Wassergehalten hergestellt.
3. Die Proben werden gleichmäßig durchmischt. Um die festgelegte Dichte zu erreichen, wird die für eine Lage erforderliche Materialmenge berechnet und abgewogen.
4. Vor dem Einfüllen des Materials jeder Lage wird die erforderliche Schichtdicke auf der Innenwand der Form markiert. Das Mischgut wird dann in einer einheitlichen Dicke in die Form eingebracht, gleichmäßig bis zur Wandung verteilt und durch gleichmäßiges Stampfen oder durch Andrücken auf das erforderliche Volumen verdichtet.
5. Nach der Verdichtung der ersten und nach jeder weiteren Lage wird die Schichtoberfläche unter Verwendung eines Spatels aufgeraut bevor die nächste Lage aufgetragen wird.
6. Die Oberfläche des Probekörpers wird nach Einbringen der Gesamtmenge eben abgeglichen und in die Versuchsanordnung zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit gemäß der gültigen Prüfvorschrift eingebaut.

3 Grafische Darstellung der Ergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse werden in der Form, wie sie in der Beispielsgrafik am Ende dieses Anhanges dargestellt ist, graphisch aufgetragen. Sofern die Proben bei den genannten Wassergehalten und Trockendichten die geforderte Dichtwirkung erzielen, kann der in der Beispielgrafik schraffierte Bereich als validiert gelten, d.h. dass das TRISOPLAST® -Mischgut mit einem Wassergehalt zwischen $w_{\min} = 3,6$ Gew.-% und $w_{\max} = 12,1$ Gew.-% nach Verdichtung auf eine Mindesttrockendichte

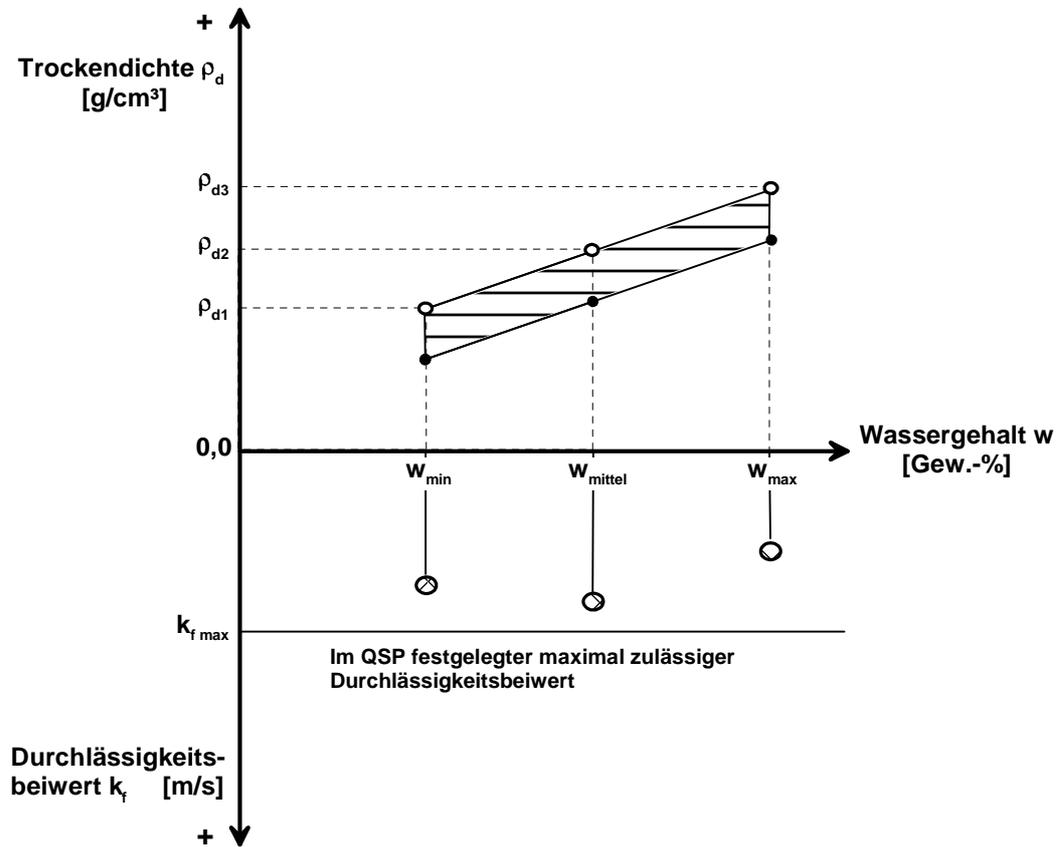
$\rho_{\text{dmin}} \geq 87$ % der bei diesen Wassergehalten im Proctorgerät erzielbaren Trockendichten die geforderte Dichtwirkung erzielt. Sofern die Proben bei den genannten Wassergehalten und Trockendichten die geforderte Dichtwirkung nicht erreichen, muss der Nachweis bei erhöhten Wassergehalten und Trockendichten wiederholt werden, bis die gemessenen Durchlässigkeitsbeiwerte bei den dann eingestellten Wertepaaren von Wassergehalt und Trockendichte die Anforderungen erfüllen.

Dieser im Konformitätsnachweis ermittelte und später im Versuchsfeld überprüfte Zusammenhang zwischen Wassergehalt, Trockendichte und Wasserdurchlässigkeitsbeiwert wird genutzt, um im QM-Plan die zulässige Spanne der Einbauwassergehalte und die erforderlich Mindesttrockendichte nach Einbau der TRISOPLAST® -Dichtung zu definieren. Auf der Grundlage der im QM-Plan festgelegten Werte für w_{min} , w_{max} und die zugehörigen Mindesttrockendichten ρ_{dmin} erfolgt die Freigabe der eingebauten TRISOPLAST® -Dichtung. Dazu werden Wassergehalt und Trockendichte bestimmt. Sofern die Wertepaare innerhalb oder oberhalb des in der Beispielsgrafik schraffierten Bereichs liegen, werden die Teilflächen zur Überschüttung freigegeben, da das Erreichen der erforderlichen Dichtwirkung aufgrund des Konformitätsnachweises belegt ist und die Ergebnisse von Durchlässigkeitsversuchen an Proben aus der freizugebenden Dichtung aus Zeitgründen nicht abgewartet werden können. Die Ergebnisse der Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte aus der eingebauten TRISOPLAST® -Dichtung werden Bestandteil der Abschlussdokumentation für die Abnahme der Baumaßnahme.

4 Dokumentation

Der Eigenprüfer erstellt einen Bericht über den Konformitätsnachweis, der die Herkunft der Komponenten der Testmischung, die Herstellung der Testmischung, die Probenherstellung samt aller zugehöriger Versuche (Wassergehaltsbestimmung, 1-Punkt-Proctorversuche, Trockendichtenbestimmung) und die Bestimmung der gesättigten Wasserdurchlässigkeit (siehe Teil II, Anhang 2.5) enthält. Der Bericht muss mit sämtlichen Prüfprotokollen vor Beginn des Versuchsfeldbaus an den Fremdprüfer übergeben werden.

Darstellung des Durchlässigkeitsbeiwertes in Abhängigkeit von Einbauwassergehalt und Trockendichte



Legende:

- Trockendichte ρ_{dPr} [g/cm³] nach Proctorverdichtung
- Trockendichte ρ_{dmin} [g/cm³] = x% der mit einfacher Proctordichte erzielten Trockendichte
- ⊗ Wasserdurchlässigkeit [m/s], bestimmt an den Proben mit Trockendichte ρ_{dmin}
- ▭ Bereich mit zulässigen Trockendichte-Wassergehalt-Wertepaaren (Abnahmekriterium für die Trisoplast®-Dichtung)

Bestimmung der Qualität der Durchmischung

Vorbemerkungen

Die Homogenität und die Eigenschaften der TRISOPLAST® -Dichtung werden maßgebend durch die Qualität der Durchmischung des TRISOPLAST® -Mischgutes bestimmt. Die Qualität der Durchmischung wird gemäß der CUR Empfehlungen 33¹ für Untersuchungen an körnigen Dichtungsschichten Test E „Mix quality of sand-bentonite“ quantifiziert.

1 Prinzip

Aus einer Charge TRISOPLAST® -Mischgut werden 6 repräsentative Proben² entnommen. Von diesen Proben wird der Bentonitgehalt mit der Methylenblauaufnahme-Methode gemäß Anhang 2.1 bestimmt. Die Streuung (Standardabweichung) des Bentonitgehalts ist ein Maß für die Homogenität der Mischung.

2 Geräte

Material: Schaufel oder Portionierer, Plastiktüten.

3 Probenvorbereitung

Mit einer Schaufel oder einem Portionierer werden aus einer Charge TRISOPLAST® -Mischgut (1-2 m³) über die Charge nach dem Zufallsprinzip verteilt 6 Proben² mit der Masse von mindestens 50 g entnommen. Die Proben werden vor der Bestimmung homogenisiert

4 Versuchsdurchführung

Der Bentonitgehalt von jeder der 6 Proben² wird unter Verwendung der Methylenblauaufnahme-Methode gemäß Anhang 2.1 bestimmt. Man berechnet den Mittelwert und die Standardabweichung des Bentonitgehalts.

¹ CUR Aanbeveling 33 (1996): Granulaire afdichtingslagen op basis van Zandbentoniet al dan niet in combinatie met kunststof geomembranen, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving, Gouda.

² In der Originalmethode werden 12 Einzelproben untersucht. Bei der Qualitätssicherung von TRISOPLAST® wird die Probenanzahl bei der Prüfung der Qualität der Durchmischung auf 6 reduziert, um anstatt dessen die Zahl der Prüfungen des Bentonitgehalts, die ebenfalls nach der Methylenblaumethode durchgeführt werden, in der laufenden Mischgut-Produktion zu erhöhen.

5 Berechnung

Der Mittelwert des Bentonitgehalts wird mit einer Genauigkeit von 0,1% (Gew.-%) wie folgt berechnet:

$$B_{avg} = \sum_{i=1}^n B_i / n$$

dabei ist:

B_{avg} der Mittelwert des Bentonitgehalts in (Gew.-%)
 B_i der Bentonitgehalt der Probe i in (Gew.-%)
 n die Anzahl der Proben (= 6)

Die Berechnung der Standardabweichung des Bentonitgehalts erfolgt mit einer Genauigkeit von 0,1% (Gew.-%):

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n (B_i - B_{avg})^2 / (n - 1)}$$

dabei ist:

s die Standardabweichung in (Gew.-%)
 B_{avg} der Mittelwert des Bentonitgehalts in (Gew.-%)
 B_i der Bentonitgehalt der Probe i in (Gew.-%)
 n die Anzahl der Proben (= 6)

6 Bewertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse müssen folgende Anforderungen erfüllen, damit die Mischung als ausreichend homogen gelten kann:

1. $B_{avg} - s \geq 10,7$ Gew.-%
2. Jeder Einzelwert $B_i \geq 10,7$ Gew.-%
3. Jeder Einzelwert $B_i \leq 15,0$ Gew.-%

Versuchsfeld: Ermittlung der erforderlichen Schütthöhenlage von TRISOPLAST®

Untersuchungen am unverdichteten TRISOPLAST®-Mischgut

Im Zuge der Herstellung des Oberflächenabdichtungssystems wird das TRISOPLAST®-Mischgut auf dem Planum aufgebracht und abgezogen. Erfahrungsgemäß ist eine Schütthöhe von ca. 12 cm ausreichend, um die nach Verdichtung geforderte Mächtigkeit der TRISOPLAST®-Dichtung von 8 cm zu erzielen. Es werden folgende Untersuchungen anhand je einer Probe/50 m² durchgeführt:

- Vermessen der Schüttlagenmächtigkeit
- Wassergehaltsbestimmung gemäß DIN 18 121-1 oder DIN 18 121-2
- Trockendichte vor der Verdichtung gemäß DIN 18 125-2

Die Probenahmepunkte werden eingemessen.

Die Probenahmepunkte werden mit TRISOPLAST® verfüllt.

Verdichtung

Die abgezogene TRISOPLAST®-Schicht wird mit einer im QM-Plan festgelegten Methode verdichtet. Sofern verschiedene Verdichtungsmethoden, z.B. Verdichtung mit der statischen Walze oder einer Rüttelplatte, im Versuchsfeld erprobt werden, werden die Ergebnisse für jede angewandte Verdichtungsmethode dokumentiert.

Kontrollen nach der Verdichtung

Nach der Verdichtung erfolgt die Kontrolle der tatsächlich erzielten Schichtdicken und Trockendichten. Die Prüfungen werden direkt neben den Probenahmepunkten wie vor der Verdichtung durchgeführt.

Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von TRISOPLAST® im Laborversuch

1. Allgemeines

TRISOPLAST® -Dichtungen werden auf dem trockenen Ast der Proctorkurve eingebaut. Nach Herstellung sind sie daher nicht wassergesättigt. Aufgrund der erforderlichen Aufsättigung der Proben und wegen der geringen Wasserdurchlässigkeit ($k_f \leq 3 \cdot 10^{-11}$ m/s), die im wasserungesättigten Zustand noch sehr viel geringer ist als nach Erreichen der Wassersättigung, ist die Bestimmung des gesättigten Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert) von TRISOPLAST® -Dichtungen sehr zeitaufwändig (Monate).¹

Im Zuge des Qualitätsmanagements werden daher sowohl Laborversuche bis zum Erreichen des stationären Zustandes nach Sättigung der Proben als auch sogenannte Schnellversuche durchgeführt, bei denen aus dem Verlauf des Wasserzuflusses in die Probe während der Aufsättigung rechnerisch auf den später zu erwartenden gesättigten Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der Probe geschlossen wird. Beide Versuchsarten sind nach DIN 18130 durchzuführen, wobei die Anforderungen durch die nachfolgend für beide Versuchsarten genannten methodischen und technischen Hinweise konkretisiert werden, die bei der Versuchsdurchführung, -auswertung und -dokumentation im Rahmen der Qualitätssicherung von TRISOPLAST® zu beachten sind.

2. Bestimmung des gesättigten Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes mit Nachweis des stationären Zustandes nach Sättigung („Langläufer“)

Für die Bestimmung des gesättigten Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes von Trisoplast mit Nachweis des stationären Zustandes werden die Anforderungen der DIN 18130 wie folgt konkretisiert:

- Die ein- und auslaufenden Wassermengen von Ober- und Unterwasser sind über die gesamte Aufsättigungs- und Durchströmungsphase kontinuierlich zu messen.

¹ Zu den Grundlagen siehe:

Melchior, S., W. Behrens & A. Claussen (2003): Die Wasserdurchlässigkeit von Trisoplast. Laborversuche, numerische Modellierung und statistische Auswertung. Teil 1: Laborversuche. Müll und Abfall, 4, S. 177-182.

Claussen, A., W. Behrens & S. Melchior (2003): Die Wasserdurchlässigkeit von Trisoplast. Laborversuche, numerische Modellierung und statistische Auswertung. Teil 2: Numerische Modellierung. Müll und Abfall, 6, S. 282 - 288.

- Vor Versuchsende ist das Erreichen einer stationären Strömung nachzuweisen (einkaufende = auslaufende Wassermenge).
- Bei Verwendung von Triaxialzellen ist auf eine kleinschrittige Steigerung des Seitendrucks im Wechsel mit dem Ober- und Unterwasserdruck zu achten, so dass kein „Überdrücken“ zum Verformen bzw. Nachverdichten der Probe führt.
- Bei Verwendung von Festwandzellen ist die Probe durch geeignete Abdichtungen gegen Randumläufigkeiten zu sichern (Verwendung von Doppelringpermeametern oder Ausfüllen eines Ringraums zwischen Probe und Zylinderwand mit geeigneten Dichtmassen). Sollten höhere Durchlässigkeiten gemessen werden als erwartet, ist die Probe auf Randumläufigkeiten zu testen und ihr Zustand nach Ausbau aus der Zelle besonders sorgfältig zu dokumentieren.
- Die Dokumentation der Versuche muss gemäß DIN 18130, Abschnitt 8.4 mit vollständigen Angaben zum Versuch und zur Probe erfolgen. Insbesondere wird auf die Angabe von Sättigungsdruck und Raumtemperatur sowie Wassergehalt und Sättigungszahl vor und nach dem Versuch hingewiesen.
- Die Auswertung, Angabe und Darstellung der Ergebnisse erfolgt ebenfalls nach der DIN 18130. Zusätzlich sind die ein- und auslaufenden Wassermengen von Ober- und Unterwasser als Filtergeschwindigkeit in $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ über die gesamte Aufsättigungs- und Durchströmungsphase gegen die Zeit in Tagen ab Sättigungsbeginn grafisch aufzutragen.²

3. Versuch mit beschleunigter Auswertung vor Erreichen des stationären Zustandes („Schnellversuch“)

Während der Aufsättigungsphase herrschen in der relativ trocken eingebauten TRISOPLAST® -Dichtung hohe Wasserspannungen, die am Anfang der Aufsättigung Wasser mit einem hohen hydraulischen Gradienten in die Probe saugen. Im Zuge der Aufsättigung nimmt der hydraulische Gradient ab und nähert sich der von außen an der Ober- und Unterseite angelegten Druckdifferenz an. Die Filtergeschwindigkeit der in die Probe einströmenden Wassermenge wird anfangs durch die sehr hohen hydraulischen Gradienten dominiert und nimmt mit abnehmendem hydraulischen Gradienten im Zuge der Aufsättigung ebenfalls ab.³

² Da die hydraulischen Gradienten in der Aufsättigungsphase nicht bekannt sind, wird die Filtergeschwindigkeit aufgetragen, deren Angabe von der Höhe des Gradienten unabhängig ist.

³ Gleichzeitig nimmt die Wasserdurchlässigkeit der Probe mit zunehmender Aufsättigung zu.

Der Verlauf der während der Aufsättigung im Wasserzulauf gemessenen Filtergeschwindigkeit ist für TRISOPLAST®-Proben charakteristisch. Numerische Simulationsrechnungen und statistische Auswertungen haben gezeigt, dass mit einer definierten Wahrscheinlichkeit von der Filtergeschwindigkeit während der Probenaufsättigung auf den sich später einstellenden k_f -Wert geschlossen werden kann, so dass eine beschleunigte Versuchsauswertung vor Erreichen des stationären Zustandes möglich ist mit dem Ziel festzustellen, ob der maximal zulässige Höchstwert der gesättigten Wasserdurchlässigkeit von $k_f \leq 3 \cdot 10^{-11}$ m/s durch die Probe unterschritten wird. Dabei wird wie folgt vorgegangen:

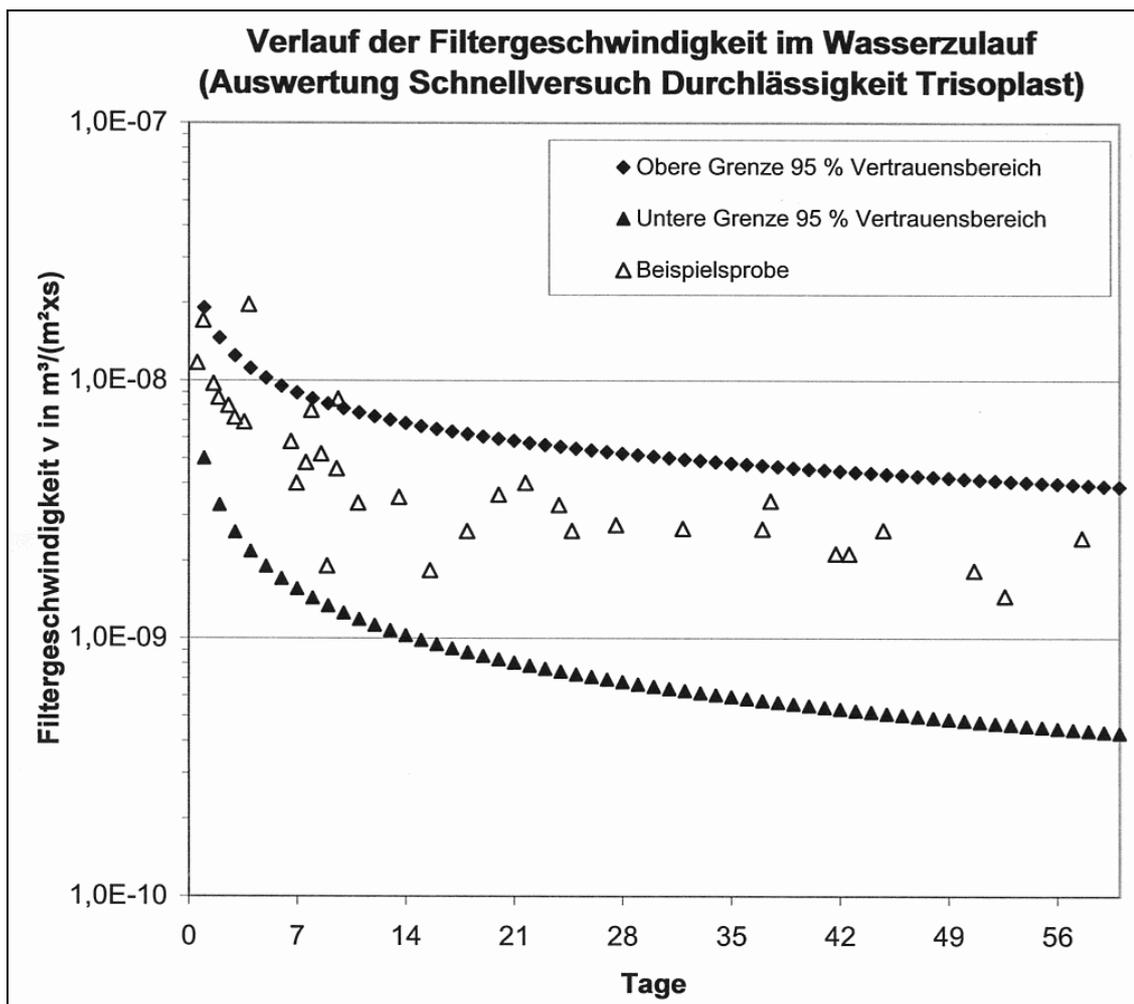
- Für die Durchführung der Schnellversuche gelten die gleichen Anforderungen wie bei den Langläufern mit dem Unterschied, dass sie nicht bis zum Erreichen des stationären Zustandes durchgeführt werden müssen, dessen Erreichen folglich auch nicht zu dokumentieren ist.
- Die Raumtemperatur soll während der Versuchsdurchführung zwischen 17 °C und 23 °C liegen, da die dem Auswertungsverfahren zugrunde liegenden Vergleichswerte in dieser Temperaturspanne bestimmt wurden.
- Ausgewertet werden die zwischen dem 10. und 30. Versuchstag nach Beginn der Aufsättigung im Wasserzulauf der Probe gemessenen Filtergeschwindigkeit v (Durchströmung der Probe von unten nach oben). Der Auswertung liegt folgender statistischer Zusammenhang (95 % Vertrauensbereich) zwischen der gemessenen Filtergeschwindigkeit v und der gesättigten Wasserdurchlässigkeit im stationären Zustand k_f zugrunde:
 - Obere Grenze des 95 %-VB:
 $v = 1,91 \cdot 10^{-8} / t^{0,39} \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{s})$ entsprechend $k_f = 2,0 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$
 - Mittelwert:
 $v = 1,12 \cdot 10^{-8} / t^{0,49} \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{s})$ entsprechend $k_f = 1,7 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$
 - Untere Grenze des 95 %-VB:
 $v = 5,00 \cdot 10^{-9} / t^{0,6} \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{s})$ entsprechend $k_f = 1,3 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$

wobei t in Tagen seit Beginn der Aufsättigung eingesetzt wird, um v in $\text{m}^3/(\text{m}^2\text{s})$ zu erhalten.

In der nachfolgenden Grafik sind die obere und die untere Grenze des Vertrauensbereichs der Filtergeschwindigkeit für die ersten rund 2 Monate der Versuchsdurchführung aufgetragen.

Bei der Schnellauswertung werden nun die im Versuch erfassten Messwerte der in die

Probe eingetretenen Wassermenge Q in m^3/m^2 bezogen auf die dafür erforderliche Zeit t in s mit $v = AQ/At$ als abschnittsweise Filtergeschwindigkeiten berechnet und im gleichen Diagramm grafisch dargestellt (siehe die Werte der Beispielsprobe).



Bewertet werden nun die Messwerte zwischen dem 10. und dem 30. Tag nach Beginn der Aufsättigung. Vor dem 10. Tag kann der Verlauf der Messwerte noch sehr unruhig sein. Zwischen dem 10. und 30. Tag müssen die Messwerte von v unter der oberen Grenze des 95 %-VB liegen, damit die maximal zulässige Wasserdurchlässigkeit von $k_f \leq 3 \cdot 10^{-11}$ m/s zuverlässig unterschritten wird⁴. Überschreitungen der oberen Grenze bzw. Unterschreitung der unteren Grenze ab dem 10. Aufsättigungs-

⁴ Der Erwartungswert des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f liegt dann mit 5% Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als $1,7 \cdot 10^{-11}$ m/s.

tag deuten auf Material-, Einbau- oder Versuchsfehler hin, die näher zu untersuchen sind. Die Aufsättigung sollte in diesen Fällen ggf. bis zur Sättigung der Proben und Messung des k_f -Wertes weiterlaufen. Unterschreitungen der unteren Grenze des 95 %-VB können im Einzelfall auftreten. Häufige Unterschreitungen deuten auf Fehler in der Versuchsdurchführung hin (zu hohe Seitendrücke, verstopfte Filtersteine o.ä.).

Eingangskontrolle von TRISOPLAST®-Mischgut

Parameter	Untersuchungsmethode	Probenanzahl ¹⁾	Sollwerte
Identitätsnachweis mittels Lieferschein			
Sämtliche Prüfdokumente über die Eingangskontrolle des verwendeten Bentonits und Polymers gemäß Anlage 1 des Teils I des QM-Merkblatts und sämtliche Mischprotokolle			
Probenahme gemäß DIN EN 932-1			
Bentonitgehalt	gemäß Anhang 2.1	3/750 t	≥ 10,7 Gew.-% (bezogen auf Trockenmasse TRISOPLAST®)
Wassergehalt	DIN 18 121-1 (1998) oder DIN 18 121-2 (1989)	3/750 t	nach Vorgabe QMP
Qualität der Durchmischung	gemäß Anhang 2.3	1/750 t	nach Vorgabe QMP
Identifikation des Polymers ²⁾	Lieferscheinkontrolle	kontinuierlich	

¹⁾ Die Probenanzahl gilt gleichermaßen für Eigen- und Fremdprüfer

²⁾ Mit der Lieferung des Polymers werden ein Identitätsnachweis und Prüfzeugnis für jede Charge vorgelegt. Die Eigenschaften des gelieferten Polymers werden von einem autorisierten Prüfinstitut überwacht. Pro 1.000 kg Polymer nimmt Firma G² eine Probe (mindestens eine Probe je Bigbag) und verwahrt diese mindestens zwei Jahre. Die Beprobung und die Untersuchung erfolgen nach dem in Teil I Anhang 3 Abschnitt 3.3.1 aufgeführten Umfang.

Versuchsfeld: Prüfumfang des Auflagers

Parameter	Untersuchungsmethode	Probenanzahl	Sollwerte
Schichtdicke	direkte Schichtdickenmessung	mindestens 3 Messungen	nach Vorgabe der Genehmigung
Wassergehalt	DIN 18 121-1 (1998) oder DIN 18 121-2 (1989)	mindestens 3 Prüfungen	nach Vorgabe Fremdprüfer für den QMP
Korngrößenverteilung	DIN 18 123 (1996)	mindestens 3 Untersuchungen	Sieblinienband nach Nr. 2.1.5 Größtkorn \leq 32 mm mit Überkorn \leq 5 Masse-% bis maximal 45 mm
Gehalt an organischer Substanz	DIN 18 128 (1990)	mindestens 3 Untersuchungen	nach Vorgabe Deponieverwertungsordnung
Tragfähigkeit	Lastplattendruckversuch E-DIN 18 134 (1999)	mindestens 2 Untersuchungen	$E_{v2} \geq 30 \text{ MN/m}^2$
Oberflächenebenheit	4-m-Richtscheit, in alle Richtungen als direkte Messung	Kontinuierlich	$\leq 2 \text{ cm}$
Störstoffe	visuell	Kontinuierlich	Störstoffe $> 10 \text{ mm}$, > 5 Masse-% sind nicht zulässig
Suffosionssicherheit	Nach DAVIDENKOFF (1976)	mindestens 3 Prüfungen der oberen 10 cm-Schicht des Auflagers	Einzelnachweis erforderlich

Versuchsfeld: Prüfumfang der TRISOPLAST®-Dichtung

Parameter	Untersuchungsmethode	Probenanzahl ¹⁾	Sollwerte
Bentonit-Gehalt	gemäß Anhang 2.1	1/50 m ²	≥ 10,7 Gew.-% (bezogen auf Trockenmasse TRISOPLAST®)
Schichtdicke	gemäß Anhang 10	1/50 m ²	≥ 8 cm
Wassergehalt	DIN 18 121-1 (1998) oder DIN 18 121-2 (1989)	1/50 m ²	nach Vorgabe QMP
Trockendichte nach Verdichtung	DIN 18 125-2 (1999)	1/50 m ²	nach Vorgabe QMP
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert	DIN 18 130-TX / ZY (1998)	1/50m ² bzw. mind. 3/Feld	≤ 3 x 10 ⁻¹¹ m/s ²⁾
Oberflächenebenheit	4-m-Richtscheit, direkte Messung in alle Richtungen	Kontinuierlich	nach Vorgabe QMP

¹⁾ Die Probenanzahl gilt gleichermaßen für Eigen- und Fremdprüfer
²⁾ Hinsichtlich der Versuchsdurchführung siehe QM Teil II Anhang 2.5

Prüfumfang des Auflagers

Parameter	Untersuchungsmethode	Häufigkeit min:	Sollwerte
Schichtdicke	geodätische Vermessung ggf. in Verbindung mit GPS	1/500 m ²	nach Vorgabe der Genehmigung/QMP
Wassergehalt	DIN 18 121-1 (1998) oder DIN 18 121-2 (1989)	1/1.000 m ² ,	nach Vorgabe QMP
Korngrößenverteilung	DIN 18 123 (1996)	1/1.000 m ² ,	Sieblinienband nach Nr. 2.1.5 Größtkorn ≤ 32 mm mit Überkorn ≤ 5 Masse-% bis maximal 45 mm
Gehalt an organischer Substanz	DIN 18 128 (1990)	1/1.000 m ²	nach Vorgabe QMP
pH-Wert	DIN ISO 10 390 (1997)	1/10.000 m ²	pH ≤ 12
Tragfähigkeit	Lastplattendruckversuch E-DIN 18 134 (1999)	1/1.000 m ² jedoch mind.3 je Bauabschnitt	Ev ₂ ≥ 30 MN/m ²
Oberflächenebenheit	4-m-Richtscheit, direkte Messung in alle Richtungen	Kontinuierlich	≤ 2 cm
Fremdkörper	visuell	Kontinuierlich	Störstoffe > 10 mm, > 5 Masse-% sind nicht zulässig
Suffosionssicherheit	Nach DAVIDENKOFF (1976)	1/1.000 m ²	Einzelnachweis erforderlich

Prüfumfang der TRISOPLAST® -Dichtung

Parameter	Untersuchungsmethode	Probenanzahl ¹⁾	Sollwerte
Bentonit-Gehalt	gemäß Anhang 2.1	1/500 m ²	≥ 10,7 Gew.-% (bezogen auf Trockenmasse Trisoplast®)
Schichtdicke	gemäß Anhang 10	1/100 m ²	≥ 8 cm
Wassergehalt	DIN 18 121-1 (1998) oder DIN 18 121-2 (1989)	1/500 m ²	nach Vorgabe QMP
Trockendichte nach Verdichtung	DIN 18 125-2 (1999)	1/500 m ²	nach Vorgabe QMP
Oberflächenebenheit	4-m-Richtscheit, direkte Messung in alle Richtungen	Kontinuierlich	nach Vorgabe QMP
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert	DIN 18 130- TX/ZY (1998)	1/10.000 m ² ²⁾	≤ 3 x 10 ⁻¹¹ m/s ²⁾

¹⁾ Die Probenanzahl gilt für den Eigenprüfer oder Fremdprüfer (mindestens 3 Prüfungen pro Parameter)

²⁾ siehe Hinweise QM Teil II Anhang 2.5

Protokoll der Einweisung in den Umgang und den Einbau von Trisoplast®

Bauvorhaben: _____

Baufirma / Anwender: _____

Einweisung durch: G quadrat Geokunststoffgesellschaft mbH

Ort: _____ Tag der Einweisung: _____

Inhalte der Unterweisung:

- Abgrenzung der Verantwortlichkeiten zwischen der Firma G², dem Hersteller des einbaufertigen Dichtmaterials Trisoplast, der Baufirma, der Eigenprüfung, der Fremdprüfung und der zuständigen Behörde.
- "Merkblatt Qualitätssicherung bei Abdichtungen aus Trisoplast":
Teil I: Qualitätsmanagement bei Auswahl und Mischen der Trisoplast -
Komponenten,
Teil II: Qualitätsmanagement beim Einbau von Trisoplast,
(Ablauf der Qualitätssicherung, Abgrenzung zwischen Überwachung an der Mischanlage und Überwachung am Einbauort, Maßnahmen bei Abweichungen vom Qualitätsmanagementplan...).
- Sicherstellung der Qualität der Trisoplast® Ausgangsstoffe durch die Firma G² gegenüber der Baufirma/Fremdprüfung/Eigenprüfung anhand von Nachweisen zu: Chargennummern, Lieferscheinen, Werkszeugnissen und vorzuhaltenden Proben der T-Mix-Chargen.
- Transport und Lagerung des Trisoplast-Mischgutes (Transport von der Mischanlage zum Zwischenlager, Vorteile einer vor-Ort-Mischanlage, empfohlene maximale Schütthöhe, Schutz vor Austrocknung des Trisoplast, Vernässung und Verschmutzung, ...)
- Umgang mit dem Trisoplast-Mischgut (Verladung und Transport vom Zwischenlager zum Einbauort, Sichtung des Materials auf Unregelmäßigkeiten und Verunreinigungen, ...)
- Anforderungen an das Dichtungsaufleger gemäß Anlage zum QM-Plan „Anforderungen an das Aufleger für Trisoplast“ (Materialanforderungen, Anforderungen an den Einbau, Mindest-Tragfähigkeit, Befahrbarkeit, Ebenheit, Einfluss der Witterung, Oberflächenbeschaffenheit – Kiesnester, Überkorn -, ggf. Gasdurchlässigkeit, ...).
- Einbau von Trisoplast (Nachweis der Einbautechnologie im Versuchsfeld, Ermittlung der notwendigen Schütthöhe, Erläuterung der Probleme verschiedener Einbauverfahren,

Problematik Wassergehalt, Erläuterung „Rissefreiheit“ und Vermeidung von Rissen, Anschluss an Gasbrunnen,...).

- Sicherung von verdichtetem und unverdichtetem Trisoplast (Schutz vor Austrocknung und Vernässung, Herstellung der Anschlussbereiche, Verbot des direkten Befahrens der fertig gestellten Dichtung, Verhinderung von schädigenden Einwirkungen aus der Aufbringung weiterer Schichten des Oberflächenabdichtungssystems).
- Vermeidung von Walz- und Scherrissen (Wahl des Verdichtungsgerätes, Verdichtung mit angepasster Geschwindigkeit, Vermeidung von Fahrtrichtungsänderungen auf der Dichtung, erste Verdichtung an Böschungen grundsätzlich von unten nach oben, ...).
- Einfluss der Witterungsverhältnisse auf die Trisoplast-Dichtung während des Bauablaufes (Vernässungs- und Austrocknungsrisiken bei verschiedenen Wetterlagen, Austrocknung der Oberfläche bei starker Sonneneinstrahlung und bei Wind, ...).
- Durchführung von Nachbesserungs- bzw. Reparaturarbeiten bei Schadensfällen (Witterungseinflüsse, Fahrspuren...)/Einbaufehlern/ Schichtdickenkontroll-Löchern/ Unterschreitung der Mindestdicke.
- Einweisung in die Durchführung der Schichtdickenmessung gem. Anlage zum Qualitätsmanagementplan.

Verantwortliche Mitarbeiter der Bauausführung, Funktion:

_____	_____
_____	_____
_____	_____

Einweiser der Firma G²:

_____	_____
-------	-------

Durchführung der Schichtdickenmessung

- Jegliches Einstechen/Einstecken von Gegenständen jeder Art (z.B. Meterstab) in die fertige Dichtung ist unzulässig.
- Die Häufigkeit der Schichtdickenmessung ist in Abhängigkeit von der Einbautechnik und vom Zustand des Auflagers im Qualitätsmanagementplan festzuschreiben, mindestens jedoch in dem im QM Teil II Anlage 8 genannten Umfang durchzuführen.
- Die Dicke der Trisoplast- Dichtung ist durch Aufgraben und direktes Messen mittels Meterstab oder Schieblehre senkrecht zur Einbauebene auf 1 mm exakt zu ermitteln. Das Aufgraben der Dichtung mit einer z.B. Maurerkelle darf nur bis zur Oberkante der Auflagerschicht (Tragschicht) erfolgen. Die Schichttrennung muss eindeutig erkennbar sein (Farbunterschiede beachten).
- Über die Aufgrabung ist ein Lineal zu legen, von dessen Unterseite aus die Schichtdicke der Dichtung zu ermitteln ist.
- Die Schichtdickenmessung muss gleichzeitig von Fremd- und Eigenprüfung im Beisein der Bau-Ausführenden Firma erfolgen.
- Es ist die tatsächlich ermittelte Schichtstärke zu dokumentieren auch vor durchgeführten Nachbesserungen.
- Jede Aufgrabungsstelle ist nach der Kontrolle sofort mit frischem Trisoplast-Mischgut sorgfältig zu verschließen und mittels geeignetem Gerät (Handstampfer, Fäustel o.ä.) zu verdichten. Hierbei ist zu beachten, dass die Aufgrabungsstellen in Schichtstärke und Verdichtung dem umgebenden Bereich und somit den projektspezifisch vorgeschriebenen Anforderungen entsprechen. Die Ränder der Aufgrabungsstellen dürfen nicht angetrocknet sein.
- Risse, Gleitfugen und Unebenheiten nach dem Verdichten der Reparaturstelle sind auszuschließen.