



Merkblatt Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Teil I

Qualitätsmanagement bei Auswahl und Mischen der TRISOPLAST®-Komponenten

Ausgabe 4.9*) vom 26.01.2009
G quadrat Geokunststoffgesellschaft mbH

Adolf-Dembach-Straße 4a
47820 Krefeld

*) mit letzten Änderungen vom 06.07.2012

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

veröffentlicht am 27.09.2012

MERKBLATT

Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Qualitätsmanagement bei Auswahl und Mischen der TRISOPLAST® -Komponenten Teil I
Seite 1

INHALTSVERZEICHNIS

1	VORBEMERKUNGEN	2
2	GRUNDLAGEN UND VERANTWORTLICHKEITEN BEIM QUALITÄTSMANAGEMENT	2
3	QUALITÄTSSICHERUNGSPLAN	5
4	ELEMENTE DES QUALITÄTSMANAGEMENTS	6
4.1	Anforderungen an Komponenten und Mischprozess.....	6
4.2	Prüfung technischer und personeller Voraussetzungen	6
4.3	Prüfung der Komponentenauswahl	8
4.4	Projektunabhängiger Eignungsnachweis	8
4.5	Eigen- und Fremdüberwachung bei der Herstellung des Mischgutes.....	8
4.6	Eigen- und Fremdprüfung bei Einbau (gemäß Teil II).....	9
5	DOKUMENTATION DES QUALITÄTSMANAGEMENTS	9
6	TECHNISCHE BEZUGSDOKUMENTE	10

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 3	Bericht zur Eigenüberwachung bei der Auswahl der Komponenten und bei der Mischung von TRISO- PLAST®

MERKBLATT

Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Qualitätsmanagement bei Auswahl und Mischen der TRISOPLAST® -Komponenten Teil I

Seite 2

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 (2002) 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® 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 „Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®“ ausführlich beschrieben. Auf dieser Grundlage ist der projektbezogene Qualitätsmanagementplan (QM-Plan) zu erstellen.

Das Merkblatt umfasst folgende Teile:

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

2 GRUNDLAGEN UND VERANTWORTLICHKEITEN BEIM QUALITÄTSMANAGEMENT

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 .

MERKBLATT

Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Qualitätsmanagement bei Auswahl und Mischen der TRISOPLAST® -Komponenten Teil I

Seite 3

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 Untersuchun-

MERKBLATT

Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Qualitätsmanagement bei Auswahl und Mischen der TRISOPLAST® -Komponenten Teil I

Seite 4

gen 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 Prüfsertifikaten mitgeteilt wird, ob das Polymer die bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung vertraulich 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.

MERKBLATT

Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Qualitätsmanagement bei Auswahl und Mischen der TRISOPLAST® -Komponenten Teil I

Seite 5

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, Größe der Abdichtungsfläche), der Darstellung der Infrastruktur und eine Charakterisierung der örtlichen Witterungsverhältnisse
- Angaben zum gesamten Abdichtungssystem
- das Abdichtungssystem betreffende Auflagen aus der Zulassung (Planfeststellungsbeschluss bzw. Genehmigungsbescheid).

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 Fremdprüfung Mineralstoffe mit durchgeführt werden.

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

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

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 QSP 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 Anforderungen an Komponenten und Mischprozess

Die Anforderungen an die Auswahl und Prüfung der Komponenten sowie an die Durchführung und Prüfung des Mischprozesses sind in Anhang 3 dokumentiert und einzuhalten.

4.2 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

MERKBLATT

Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Qualitätsmanagement bei Auswahl und Mischen der TRISOPLAST® -Komponenten Teil I

Seite 7

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 erhält von der bauausführenden Firma sowie von den beteiligten Überwachern und Prüfern die vollständige Dokumentation der Einbaudaten und der fachtechnischen Erfahrungen aus der Ausführung.

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 TRISOPLAST® 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® -Qualitätsmanagementmerkblatt genannten Voraussetzungen für die Herstellung des TRISOPLAST® -Mischgutes und der TRISOPLAST® -Dichtung sowie für die Durchführung der Eigenüberwachung (maschinentechnische 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.

4.3 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 des Qualitätsmanagements 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.

4.4 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.

4.5 Eigen- und Fremdüberwachung bei der Herstellung des Mischgutes

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 und die Mischzeiten werden protokolliert und ausgedruckt (Mischprotokolle). Die Eigenüberwachung kontrolliert den qualitätsgerechten Betrieb der Anlage und die Dokumentation und wird dabei durch die Fremdüberwachung überprüft.

4.6 Eigen- und Fremdprüfung bei Einbau (gemäß Teil II)

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 fertig gestellte 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 das Qualitätsmanagement des Dichtungseinbaus nach den Darlegungen in Teil II dieses Merkblattes durchzuführen.

5 DOKUMENTATION DES QUALITÄTSMANAGEMENTS

Die Ergebnisse der Eigen- und Fremdüberwachung sowie der Eigen- und Fremdprüfung werden gemäß den Vorgaben der Teile I und II des vorliegenden Merkblattes Qualitätsmanagement 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 Qualitätsmanagement 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 Qualitätsmanagement 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

MERKBLATT

Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Qualitätsmanagement bei Auswahl und Mischen der TRISOPLAST® -Komponenten Teil I

Seite 12

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 Qualitätsmanagement 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

MERKBLATT

Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Qualitätsmanagement bei Auswahl und Mischen der TRISOPLAST®-Komponenten Teil I

Seite 13

DIN 18 130 –TX/ZY 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-TX/ZY 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

MERKBLATT

Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Qualitätsmanagement bei Auswahl und Mischen der TRISOPLAST® -Komponenten Teil I

Seite 14

- 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-TX/ZY 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.

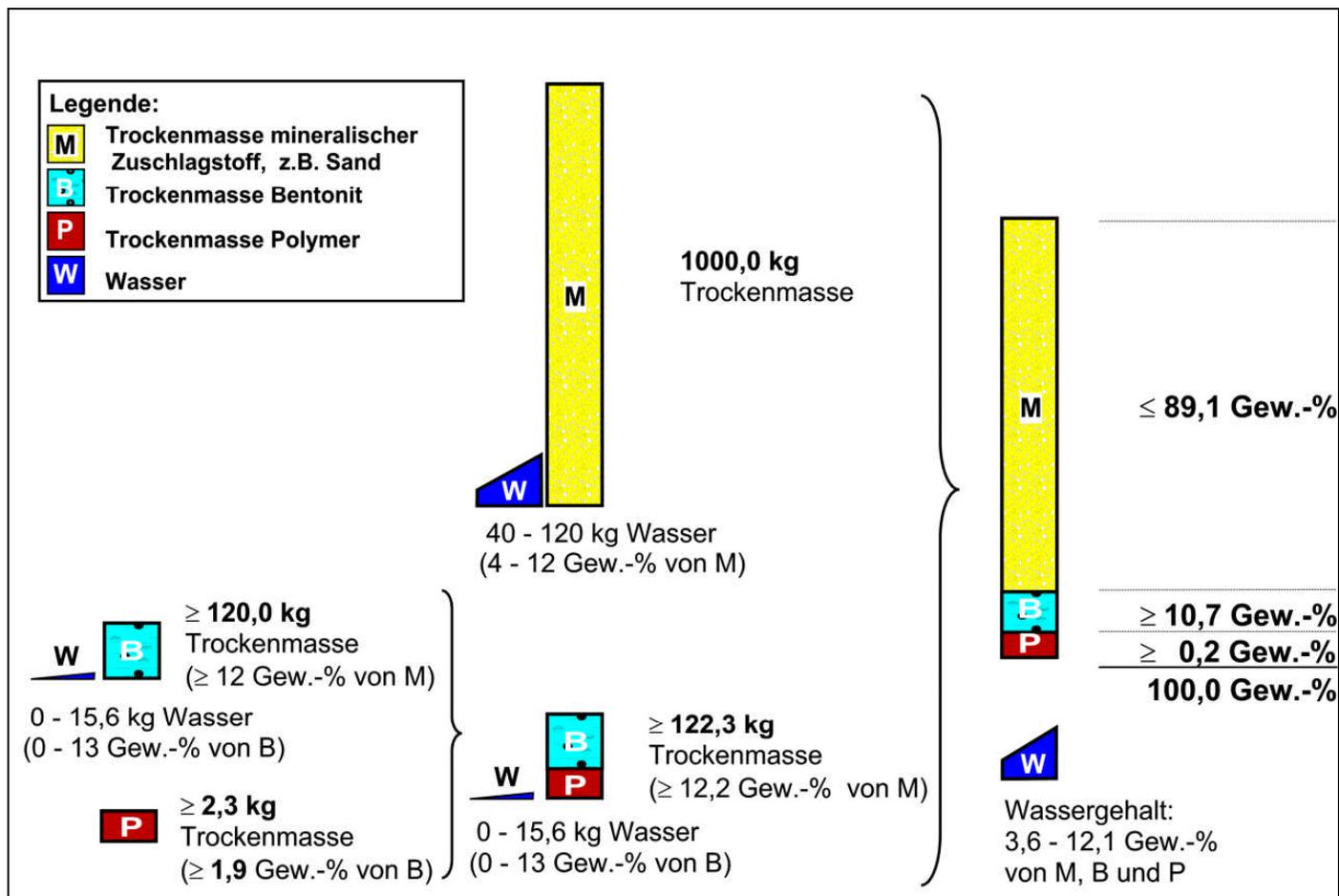
MERKBLATT

Qualitätsmanagement bei Abdichtungen aus TRISOPLAST®

Zusammensetzung von TRISOPLAST®

Teil I Anhang 1

Seite 1



Beispielrechnung für die Mischanweisung

Die Wassergehalte von Sand und Bentonit können im Einzelfall variieren. Um den erforderlichen Mindestgehalt an Bentonit-Polymergemisch im fertigen TRISOPLAST® -Mischgut 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 (s. Nr. 1.2 der Eignungsbeurteilung). Die einzelnen Massen der Zuschlagstoffe sind daher gemäß nachfolgender Beispielrechnung (hier auf eine Nachkommastelle gerundet) jeweils projektspezifisch zu ermitteln:

Die in diesem Beispiel vorhandenen Zuschlagstoffe besitzen folgende Wassergehalte (w)

- Sand $w_S = 4,0$ Gew.-%
- Bentonit $w_B = 10,0$ Gew.-%
- Polymer $w_P = 0,0$ Gew.-% (fix)

Der optimale Wassergehalt (w_{opt}) ergibt sich aus dem Konformitätsnachweis. Er liegt in diesem Beispiel bei $w_{opt} = 8,0$ Gew.-%.

In diesem Beispiel wird von einer erforderlichen Überdosierung T-Mix (\ddot{u}) von 0,8 % bezogen auf die Trockenmasse des Sandes (T_S) ausgegangen. Bezogen auf eine Trockenmasse des Sandes von $T_S = 1000$ kg errechnet sich die erforderliche Masse der Überdosierung des T-Mix zu (1)

$$\ddot{U} = T_S \cdot \ddot{u}_f = 1000,0 \text{ kg} \cdot 0,008 = 8,0 \text{ kg}$$

Diese Überdosierung setzt sich zu 98,1 % aus Bentonit und 1,9 % aus Polymer zusammen (s. vorstehende Abbildung). Die erforderlichen Trockenmassen errechnen sich wie folgt: (2)

- Überdosierung Bentonit $\ddot{U}_B = \ddot{U} \cdot 0,981 = 8,0 \text{ kg} \cdot 0,981 = 7,8 \text{ kg}$
- Überdosierung Polymer $\ddot{U}_P = \ddot{U} \cdot 0,019 = 8,0 \text{ kg} \cdot 0,019 = 0,2 \text{ kg}$

Gemäß vorstehender Abbildung werden folgende Trockenmassen (T) benötigt:

- Sand $T_S = 1000,0$ kg
- Bentonit $T_B = 120,0$ kg
- Polymer $T_P = 2,3$ kg

Hierzu sind die Trockenmassen der erforderlichen Überdosierung hinzuzurechnen (3)

- Sand $T_S = 1000,0$ kg
- Bentonit $T_B = T_B + \ddot{U}_B = 120,0 \text{ kg} + 7,8 \text{ kg} = 127,8 \text{ kg}$
- Polymer $T_P = T_P + \ddot{U}_P = 2,3 \text{ kg} + 0,2 \text{ kg} = 2,5 \text{ kg}$
- Summe Trockenmasse $T_{ges} = 1130,3 \text{ kg}$

Für die Einwaage (E) in die Mischanlage ist zu den Trockenmassen daher die jeweils im Zuschlagstoff enthaltene Wassermenge hinzuzurechnen: (4)

- **Sand** $E_S = T_S + T_S \cdot w_S = 1000,0 \text{ kg} + 1000,0 \text{ kg} \cdot 0,04 =$ **1040,0 kg**
- **Bentonit** $E_B = T_B + T_B \cdot w_B = 127,8 \text{ kg} + 127,8 \text{ kg} \cdot 0,10 =$ **140,6 kg**
- **Polymer** $E_P = T_P + T_P \cdot w_P = 2,5 \text{ kg} + 2,5 \text{ kg} \cdot 0,00 =$ **2,5 kg**

Der optimale Wassergehalt liegt in diesem Beispiel laut Konformitätsnachweis bei 8 Gew.-%. Damit errechnet sich der Gesamtwasserbedarf des Trisoplast-Mischgutes wie folgt: (5)

- Gesamtwasserbedarf $W_{\text{ges}} = T_{\text{ges}} \cdot w_{\text{opt}} = 1130,3 \text{ kg} \cdot 0,08 = 90,4 \text{ kg}$

Für die Ermittlung der erforderlichen Wasserzugabe (W) ist die im Sand und im Bentonit bereits enthaltene Wassermenge vom Gesamtwasserbedarf abzuziehen: (6)

- $W = W_{\text{ges}} - (T_S \cdot w_S + T_B \cdot w_B) =$
 $= 90,4 \text{ kg} - (1000,0 \text{ kg} \cdot 0,04 + 127,8 \text{ kg} \cdot 0,10) =$ **37,6 kg**

Somit ergibt sich für die Einwaage folgende Rezeptur:

- **Sand** $E_S =$ **1040,0 kg**
 - **Bentonit** $E_B =$ **140,6 kg**
 - **Polymer** $E_P =$ **2,5 kg**
 - **Wasserzugabe** $W =$ **37,6 kg**
- } T-Mix $E_T = 143,1 \text{ kg}$

Zur Berechnung der genauen Einwaagen gemäß vorstehender Beispielrechnung stellt der Lizenznehmer, Firma G², eine Excel-Tabelle zur Verfügung.

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

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

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 ± 3) °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 Lieferung 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 Analysergebnisse 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 ± 5) °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_f) 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_{z_b} 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 H₂SO₄ (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 Zuschlagstoff, 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 _{b_f}	Feuchteinwaage TRISOPLAST®:	5,32 g
w _{z_b}	Wassergehalt TRISOPLAST® in Prozent der Trockenmasse:	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.-%

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

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

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

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

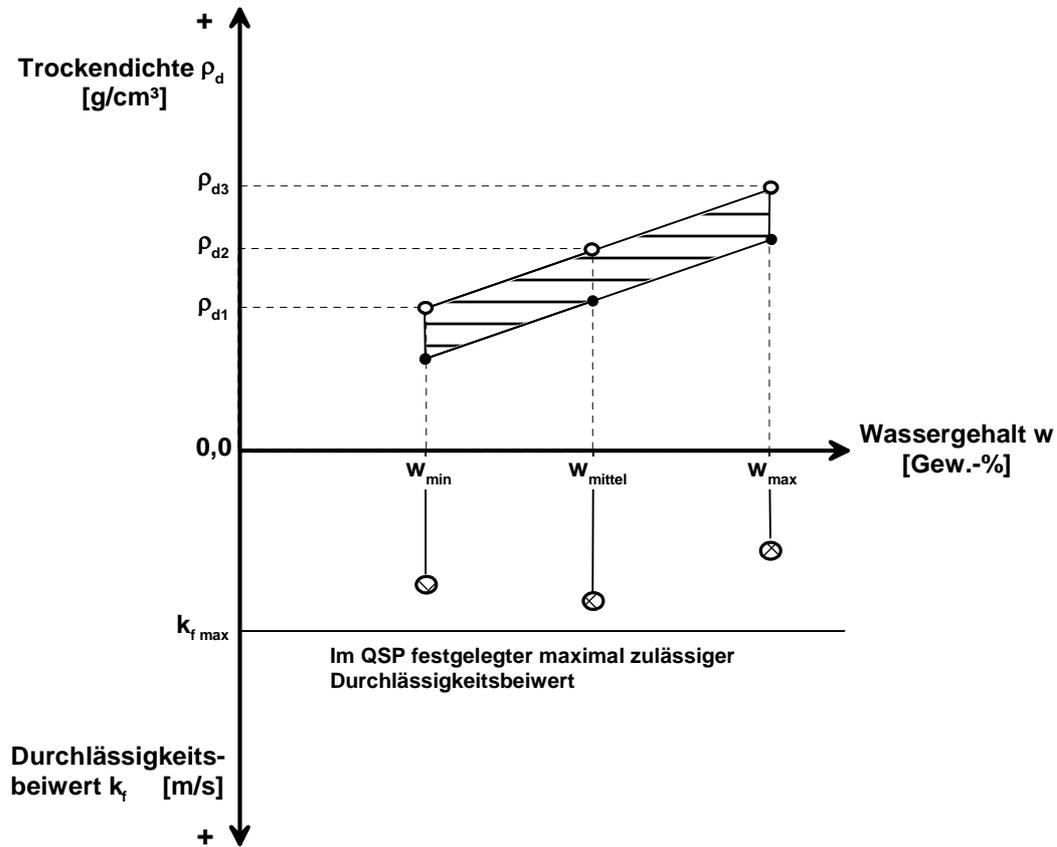
Die Untersuchungsergebnisse werden in der Form, wie sie in der Beispielsgrafik am Ende dieses Anhangs dargestellt ist, graphisch aufgetragen. Sofern die Proben bei den genannten Wassergehalten und Trockendichten die geforderte Dichtwirkung erzielen, kann der in der Beispielsgrafik schraffierte Bereich 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 $\rho_{d\min} \geq 87$ % 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 QSP die zulässige Spanne der Einbauwassergehalte und die erforderliche Mindesttrockendichte nach Einbau der TRISOPLAST® -Dichtung zu definieren. Auf der Grundlage der im QSP 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 erzielte 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 33² für Untersuchungen an körnigen Dichtungsschichten Test E „Mix quality of sand-bentonite“ quantifiziert.

1 Prinzip

Aus einer Charge TRISOPLAST® -Mischgut werden 6 repräsentative Proben³ 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.

² 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.

³ 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.-%