



**Fachbetrieb / Fachverleger für den Einbau
von Kunststoff-Dichtungsbahnen
im Tunnelbau**

**Empfehlungen
der Studiengesellschaft für unterirdische
Verkehrsanlagen e.V. (STUVA) für die Anforderungen an die
Qualifikation und die Aufgaben eines Fachbetriebes /
Fachverlegers**

Stand: Juni 2002 mit Änderungen vom 15.04.2010

1209-KEBE-002-Verleger2

Inhalt

1	Anwendungsbereich	2
2	Begriffe	2
2.1	Bahnenschweißer	2
2.2	Eigenprüfung	3
2.3	Fachbauleitung	3
2.4	Fachbetrieb / Fachverleger	3
2.5	Fremdprüfung	3
2.6	Helfer	4
2.7	Qualitätsmanagement	4
2.8	Qualitätsmanagement-Beauftragter (QM-Beauftragter)	4
2.9	Qualitätsmanagement-Handbuch (QM-Handbuch)	4
2.10	Qualitätsmanagement-Plan (QM-Plan)	5
2.11	Qualitätssicherungs-Plan (QS-Plan)	5
2.12	Qualitätspolitik	5
2.13	Vorarbeiter	5
3	Anforderungen	6
3.1	Allgemeine Anforderungen	6
3.2	Organisatorische Anforderungen	6
3.3	Fachliche Anforderungen	6
3.4	Personelle Anforderungen	7
3.4.1	Allgemeines	7
3.4.2	Fachbauleiter (FBL)	8
3.4.3	Vorarbeiter	9
3.4.4	Bahnenschweißer	9
3.4.5	Helfer	10
3.5	Anforderungen an Untergrund, Einrichtungen und Geräte	10
3.5.1	Anforderungen an den Untergrund	10
3.5.2	Anforderungen an Einrichtungen und Geräte	11
4	Aufgaben des Fachbetriebs / Fachverlegers	14
4.1	Allgemeine Hinweise	14
4.2	Qualitätssicherung	14
4.3	Eigenüberwachung	15
5	Schlussbemerkungen	16
6	Literatur / Normen	16

Anlage 1: Formularwesen

Anlage 2 : Muster 1: Schweißprotokoll für Überlappnähte mit Prüfkanal

Muster 2: Schweißprotokoll für Auftragnähte

Muster 3: Prüfprotokoll für Überlappnähte mit Prüfkanal

Anforderungen an die Qualifikation und die Aufgaben eines Fachbetriebs / Fachverlegers für Abdichtungen aus Kunststoff-Dichtungsbahnen im Tunnelbau

Vorwort

Kunststoff-Dichtungsbahnen werden im Tunnelbau sowohl bei der offenen Bauweise als auch bei der geschlossenen Bauweise seit den 60er Jahren eingesetzt [1]. Im Laufe der Jahre hat sich ein Wechsel der verwendeten Bahnenwerkstoffe vollzogen. So wurden in den 70er und 80er Jahren überwiegend Bahnen aus weichgemachten Polyvinylchlorid (PVC-P) und Ethylen-Copolimerisat Bitumen (ECB) eingesetzt, während seit den 90er Jahren aus Gründen der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes Bahnen auf Basis von Polyolefinen (PE-LD bzw. PE-VLD) verwendet werden [2].

Hierbei ist die Systemauswahl der lose verlegten Kunststoff-Dichtungsbahnen von unterschiedlichen Faktoren, wie z.B. Geologie, Hydrologie, vom Tunnelbauverfahren und von der späteren Nutzung des Tunnelbauwerkes abhängig. Der Wasserdruck und die chemische Zusammensetzung des Wassers und des anstehenden Bodens sind bei der Wahl des Abdichtungssystems von ausschlaggebender Bedeutung. So sind beispielsweise nach [3] bei sehr stark angreifenden Wässern ohne Aufstau 2 mm dicke Kunststoff-Dichtungsbahnen und bei einem Wasserdruck bis 30 mWS 3 mm dicke Bahnen einzusetzen. Nach [5] ist im letzten Fall sogar eine Wasserundurchlässige Betonkonstruktion mit einer doppelagigen Abdichtung aus Kunststoff-Dichtungsbahnen vorzusehen. Generell sind nach [5] bei Druckwasser Abdichtungen aus Kunststoff-Dichtungsbahnen mit Schottabdichtungen in jeder Blockfuge auszubilden. Die hierzu verwendeten Anschlussfugenbänder müssen ein in sich geschlossenes System bilden und sind auf voller Länge wasserdicht mit der Abdichtung aus Kunststoff-Dichtungsbahnen zu verschweißen.

Der Abdichtungserfolg ist neben der fachgerechten Materialwahl im Wesentlichen vom Einbau, damit von der Qualifikation des Fachbetriebes / Fachverlegers abhängig.

Im Folgenden werden die fachlichen Kriterien für die Beurteilung von Fachbetrieben / Fachverlegern für die Verlegung von Kunststoff-Dichtungsbahnen als Abdichtung im Tunnelbau aufgestellt und die Aufgaben des Fachbetriebes / Fachverlegers beschrieben.

Fachbetriebe / Fachverleger, die die nachfolgenden Anforderungen erfüllen, sind grundsätzlich geeignet, eine Tunnelabdichtung aus Kunststoff-Dichtungsbahnen mit den dazugehörigen Fugenbändern (Schottbänder) einzubauen.

1 Anwendungsbereich

Die Anforderungen an den fachgerechten Einbau einer Tunnelabdichtung aus Kunststoff-Dichtungsbahnen mit den dazugehörigen Fugenbändern (Schottbänder) sind für Eisenbahntunnel in der Richtlinie 853.0010 [5] der DB Netz AG: „Eisenbahntunnel planen, bauen und instandhalten, Abdichtung und Entwässerung“ (Entwurf August 2000) und für Straßentunnel in der ZTV-ING [3] „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten“ der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach und dort im Teil 5: Tunnelbau, Abschnitt 5: Abdichtung (Entwurf Juni 2001) beschrieben. Bei dem Einbau eines doppellagigen Abdichtungssystems aus Kunststoff-Dichtungsbahnen sind außerdem die „Empfehlungen Doppeldichtung Tunnel – EDT“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT) [6] zu berücksichtigen.

Die Schweißtechnischen Anforderungen an die Qualifikation des Personals und an deren Ausrüstung sind in den Richtlinien des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik e.V. DVS 2212, Teil 3 [7] und DVS 2225, Teil 5 [z. Z. in Bearbeitung] erläutert.

Die nachfolgenden Anforderungen gelten für die Beurteilung der Qualifikation eines Fachbetriebes / Fachverlegers für Tunnelabdichtungen aus Kunststoff-Dichtungsbahnen einschließlich der dazugehörigen Fugenbänder (Schottbänder).

2 Begriffe

2.1 Bahnenschweißer

Der Bahnenschweißer ist ein speziell ausgebildeter Mitarbeiter des Fachbetriebes / Fachverlegers, der eine Ausbildung zum Kunststoffschweißer erfolgreich abge-

geschlossen hat und im Besitz einer entsprechenden Prüfungsbescheinigung nach DVS 2212, Teil 3 [7] ist. Die Anforderungen an die Qualifikation eines Bahnschweißers sind im einzelnen in Kapitel 3.4.4 beschrieben.

2.2 Eigenprüfung

Die Eigenprüfung dient der Sicherung der vereinbarten Qualität beim Einbau einer Tunnelabdichtung aus Kunststoff-Dichtungsbahnen und Schottfugenbändern. Sie beinhaltet im wesentlichen die Kontrollmaßnahmen auf der Baustelle. Die Einzelheiten der Eigenprüfung sind im QM-Handbuch (vgl. 2.9) des Fachbetriebes / Fachverlegers aufgeführt. Vor Ort wird die Eigenprüfung im allgemeinen durch den Vorarbeiter durchgeführt.

2.3 Fachbauleitung

Die Fachbauleitung ist das Leitungsorgan des Fachbetriebes / Fachverlegers für das jeweilige Tunnelbauvorhaben. Der Fachbauleiter (FBL) ist ein Mitarbeiter des Fachbetriebes / Fachverlegers, der die Fachbauleitung verantwortlich wahrnimmt. Ein Fachbauleiter muss nicht ständig auf der Baustelle sein, sondern kann maximal 3 verschiedene Tunnelbaustellen bzw. auf Großprojekten 6 Einbaustellen betreuen. Die Anforderungen an den Fachbauleiter sind im einzelnen in Kapitel 3.4.2 aufgelistet.

2.4 Fachbetrieb / Fachverleger

Der Fachbetrieb / Fachverleger für Tunnelabdichtungen aus Kunststoff-Dichtungsbahnen mit den zugehörigen Fugenbändern wird vom Arbeitskreis Tunnel Abdichtung (AK TA) e.V. entsprechend den nachstehenden Empfehlungen anerkannt. Die Erfüllung dieser Empfehlungen wird durch die Vergabe einer Urkunde und eines Überwachungszeichens bescheinigt. Die Geltungsdauer dieser Bescheinigung beträgt vier Jahre.

2.5 Fremdprüfung

Im Rahmen der vorliegenden Empfehlungen ist die Fremdprüfung auf die Überwachung der Verlegearbeiten auf der Baustelle begrenzt. Sie wird durch ein unabhängiges Institut oder Ingenieurbüro entsprechend den Richtlinien des Fremdprüferkreises für Anforderungen an die Qualifikation und die Aufgaben einer fremdprüfenden Stelle (noch vom Fremdprüferkreis zu erstellen) durchgeführt.

2.6 Helfer

Der Helfer ist ein Mitarbeiter des Fachbetriebes / Fachverlegers, der bei der Verlegung der Kunststoff-Dichtungsbahnen auf der Baustelle behilflich ist. Da er i.d.R. nicht die Qualifikation eines Bahnenschweißers besitzt, darf er nicht für Schweiß- bzw. Fügearbeiten von Kunststoff-Dichtungsbahnen und Fugenbändern (Schottbänder) eingesetzt werden. Die Anforderungen an die Qualifikation eines Helfers werden in Kapitel 3.4.5 erläutert.

2.7 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement (QM) umfasst alle Tätigkeiten des Gesamtmanagements, die im Rahmen des QM-Systems die Qualitätspolitik, die Ziele und die Verantwortungen festlegen. Hierzu werden die Mittel des Qualitätsmanagements wie Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung, Qualitätsdarlegung und Qualitätsverbesserung eingesetzt.

Ein Fachbetrieb / Fachverleger für die Verlegung von Tunnelabdichtungen muss sein QM-System beschreiben. Ferner sind ein QM-Handbuch (vgl. 2.9) und ein QM-Plan (vgl. 2.10), sowie QS-Pläne (vgl. 2.11) aufzustellen und ein QM-Beauftragter (vgl. 2.8) zu benennen.

2.8 Qualitätsmanagement-Beauftragter (QM-Beauftragter)

Der Qualitätsmanagement-Beauftragte (QM-Beauftragter) ist ein Mitarbeiter des Fachbetriebes / Fachverlegers, der u.a. verantwortlich ist für die fortwährende Einhaltung der Forderungen des Qualitätsmanagements. Er kann gleichzeitig auch die Aufgaben der Fachbauleitung (vgl. Kap. 2.3) übernehmen.

2.9 Qualitätsmanagement-Handbuch (QM-Handbuch)

Im Qualitätsmanagement-Handbuch (QM-Handbuch) sind alle Vorgehensweisen, Verfahren, Mittel und Verantwortlichkeiten zur Erfüllung der Forderungen des Qualitätsmanagements des Fachbetriebes / Fachverlegers schriftlich festgelegt. Neben den Grundsätzen sind im QM-Handbuch detaillierte Arbeitsanweisungen für jeden Arbeitsschritt beschrieben.

2.10 Qualitätsmanagement-Plan (QM-Plan)

Der Qualitätsmanagement-Plan (QM-Plan) bildet die Grundlage der Qualitätssicherung für das jeweilige Objekt. Hierin sind die Zuständigkeiten, sachlichen Mittel und Tätigkeiten zum Erreichen und zur Kontrolle der erforderlichen Qualitätsmerkmale und der Dokumentationsumfang für alle Beteiligten festgelegt.

2.11 Qualitätssicherungs-Plan (QS-Plan)

Der Qualitätssicherungs-Plan (QS-Plan) für den Einbau der Tunnel-Abdichtung wird bereits in der Planungsphase als Bestandteil der Ausschreibung erarbeitet und nach der Vergabe und einer Probeverlegung / Erstverlegung in Abstimmung mit allen Beteiligten weiter präzisiert und in seine endgültige Form gebracht. Rechtzeitig vor Beginn der Bautätigkeit haben alle Beteiligten vom Qualitätssicherungs-Plan – ggf. nach dessen Genehmigung durch die zuständige Stelle - Kenntnis zu nehmen.

Der QS-Plan dient der Qualitätssicherung auf der Baustelle unter Beteiligung des Fremdprüfers (vgl. 2.5 Fremdprüfung). Hierin sind alle Vorgehensweisen, Prüfungen, Prüfintervalle und Methoden festgelegt. Er regelt die Qualitätslenkung, -überwachung und –kontrolle.

2.12 Qualitätspolitik

Die Qualitätspolitik enthält Absichten und Zielsetzungen der Leitung des Fachbetriebes / Fachverlegers zur Qualität.

2.13 Vorarbeiter

Der Vorarbeiter ist ein Mitarbeiter des Fachbetriebes / Fachverlegers, der ständig auf der Tunnelbaustelle ist. Er leitet vor Ort die aus Bahnenschweißern und Helfern (vergl. 2.1 und 2.6) bestehende Verlegekolonne nach den Anweisungen des Fachbauleiters (FBL).

Sein Zuständigkeitsbereich umfasst neben der Eigenprüfung auf der Baustelle einschließlich zugehöriger Dokumentation, die Zusammenarbeit mit der fremdprüfenden Stelle auf der Baustelle. Ferner ist er für den einwandfreien Zustand der verwendeten Geräte verantwortlich. Die Anforderungen an die Qualifikation eines Vorarbeiters sind in Kapitel 3.4.3 ausführlich beschrieben.

3 Anforderungen

3.1 Allgemeine Anforderungen

Der Fachbetrieb / Fachverleger muss die nachfolgend näher erläuterten organisatorischen, fachlichen, personellen und gerätetechnischen Anforderungen für die Arbeitsvorbereitung und den Einbau von Kunststoff-Dichtungsbahnen als Abdichtung im Tunnelbau sowie für den Einbau von Fugenbändern als Schottbänder erfüllen.

3.2 Organisatorische Anforderungen

Der Fachbetrieb / Fachverleger muss rechtlich identifizierbar und finanziell lebensfähig sein (Freistellungsbescheinigung des Finanzamtes). Er muss ferner eine Betriebshaftpflichtversicherung mit einer Deckungssumme von mind. 1 Mio. € abgeschlossen haben und von seinem Hersteller/Lieferanten eine Produkthaftpflichtversicherung von mindestens 2,5 Mio. € je Einzelfall vorlegen. Weiterhin muss er für seine Beschäftigten Beiträge für die Sozialversicherung abführen. Der Abschluss der genannten Versicherungen ist für jedes Projekt bzw. alle 2 Jahre nachzuweisen.

Der Fachbetrieb / Fachverleger hat ein betriebseigenes Qualitätsmanagement-Handbuch (vgl. 2.9) zu führen, das an den Anforderungen der DIN EN ISO 9000 [14] orientiert ist. Darin sind alle Arbeitsschritte, die qualitätssichernden Maßnahmen und deren Umsetzung zu beschreiben. Ferner sind hierin die Abnahme, Überwachung und die Kalibrierung der für die Qualität relevanten Arbeits- und Prüfgeräte geregelt.

Dieses QM-Handbuch und die Dokumentation der Eigenprüfung mit sämtlichen zugehörigen Zeugnissen, Protokollen und Abnahmebescheinigungen sowie einem Bestandsplan sind für einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren zu archivieren.

3.3 Fachliche Anforderungen

Der Fachbetrieb / Fachverleger muss z.B. durch Angabe von Referenzobjekten nachweisen, dass er mindestens 5 Jahre Erfahrung im Einbau von Kunststoff-Dichtungsbahnen mit Fugenbändern (Schottbänder) als Abdichtung im Tunnelbau besitzt.

3.4 Personelle Anforderungen

3.4.1 Allgemeines

Beim Fachbetrieb / Fachverleger müssen so viele Mitarbeiter mit den entsprechenden Qualifikationen beschäftigt sein, dass auch im Krankheits- oder Urlaubsfall ausreichend qualifiziertes Personal zur Verfügung steht, um die plangemäße Fortführung der Arbeiten sicherzustellen.

Der Fachbetrieb / Fachverleger muss über geschulte Fachleute mit Sachverstand und Erfahrung in der Kunststoff- und Bautechnik, in der kunststofftechnischen Qualitätssicherung und in den Verlegeverfahren bei der Herstellung von Abdichtungen im Tunnelbau verfügen.

Er muss personell in der Lage sein, auf der Grundlage der Ausschreibung ein fachtechnisch einwandfreies Angebot zu erarbeiten und im Hinblick auf die Übereinstimmung mit den jeweiligen in der Ausschreibung näher spezifizierten Anforderungen eine vollständige Leistung zu erbringen. Ferner muss der Fachbetrieb / Fachverleger die Bedeutung festgestellter Mängel im Hinblick auf die spätere Funktionstüchtigkeit der Tunnelabdichtung beurteilen und ggf. nach Abstimmung mit dem Auftraggeber / Fremdprüfer fachgerecht nachbessern können.

Die Qualifikation und Weiterbildung des Personals müssen gewährleistet und entsprechend dokumentiert werden. Die Dokumentation umfasst die Abschnitte:

- Grundausbildung entsprechend dem jeweiligen Einsatzbereich des Mitarbeiters,
- Bewährungszeit in der Praxis,
- Selbstständiger Einsatz im jeweiligen Aufgabenbereich
- Weiterbildungsmaßnahmen.

Der Fachbetrieb / Fachverleger muss einen Qualitätsmanagement-Beauftragten (vgl. 2.8) benennen, der zugleich auch Fachbauleiter sein kann.

Der Fachbauleiter (FBL, vgl. 2.3) darf in Abhängigkeit von der Entfernung und von der Größe der Baustelle maximal 3 Baustellen bzw. bei Großprojekten 6 Einbaustellen betreuen. Hierbei ist sicherzustellen, dass jede Tunnelbaustelle bzw. jede Ein-

baustelle vom Fachbauleiter ausreichend technisch betreut wird. Bei weit auseinanderliegenden Baustellen und / oder großen Tunnelbauprojekten ist zusätzlich ein zweiter Fachbauleiter einzusetzen.

Der Fachbetrieb / Fachverleger muss mindestens 6 geprüfte eigene Bahnenschweißer beschäftigen (pro Baustelle mindestens 2, davon ein Vorarbeiter).

Die erforderliche Qualifikation und die Aufgaben der Einbaumannschaft (Fachbauleiter, Vorarbeiter, Bahnenschweißer und Helfer) werden nachfolgend detailliert beschrieben.

3.4.2 Fachbauleiter (FBL)

Der verantwortliche Fachbauleiter sollte eine abgeschlossene Ingenieursausbildung und eine mindestens 3-jährige praktische Tätigkeit in der Planung oder Ausführung von Abdichtungen im Tunnelbau aus Kunststoff-Dichtungsbahnen und den zugehörigen Fugenbändern nachweisen. Alternativ kann eine mindestens 10 jährige praktische Tätigkeit in der Tunnelabdichtung mit nachweislich ausreichender Qualifikation als Fachbauleiter anerkannt werden.

Der Fachbauleiter muss gegenüber den Mitarbeitern auf der Baustelle (i.d.R. Vorarbeiter, Bahnenschweißer und Helfer) weisungsbefugt sein. Er muss im Besitz einer gültigen Prüfungsbescheinigung nach DVS 2212, Teil 3 [7] sein.

Der Fachbauleiter muss eine vorgelegte Planung fachlich beurteilen und ihre Durchführung anleiten sowie die dafür erforderlichen Verlegepläne erstellen können. Hierbei soll er noch vor der Ausführung auf eventuell vorhandene Planungsfehler hinweisen und Verbesserungsvorschläge zum kunststoffgerechteren Einbau vortragen.

Während der Bauphase verhandelt er mit der Bauleitung und nimmt an den Baubesprechungen teil. Außerdem ist er verantwortlich für die Einhaltung der Termine und die Koordination mit vorlaufenden bzw. nachfolgenden Gewerken.

Ferner ist der Fachbauleiter in Abstimmung mit dem Fremdprüfer dafür verantwortlich, dass der Abdichtungsuntergrund z.B. eine Spritzbetonschale, hinsichtlich der Oberflächenstruktur und –geometrie den gestellten Anforderungen entspricht, so dass die Abdichtung aus Kunststoff-Dichtungsbahnen fachgerecht eingebaut werden kann. Außerdem soll er darauf hinweisen, dass die fertiggestellte Abdichtung z.B. im

Bereich der Tunnelsohle schnell mit einer geeigneten Schutzschicht versehen werden muss.

Bei auftretenden Differenzen, die die Bauleitung oder der Fremdprüfer nicht sofort mit der Verlegekolonne klären kann, ist er der verantwortliche Ansprechpartner des Fachbetriebs / Fachverlegers.

3.4.3 Vorarbeiter

Nach mindestens 3 Jahren erfolgreicher Arbeit als Bahnenschweißer darf dieser als Vorarbeiter eingesetzt werden. Außer dem Besitz einer gültigen Prüfungsbescheinigung nach DVS 2212, Teil 3 [7] ist keine weitergehende Qualifikation erforderlich. Der Vorarbeiter ist ständig auf der Baustelle und leitet die Verlegekolonne nach den Anweisungen des Fachbauleiters.

Im Rahmen der Eigenprüfung übernimmt er im Regelfall die Protokollführung (wie z.B. die Dokumentation der baubegleitenden Prüfungen und das Führen des Bautagebuchs). Ferner ist er zuständig für den einwandfreien Zustand der Geräte auf der Baustelle.

3.4.4 Bahnenschweißer

Die Qualifikation eines Bahnenschweißers ist mindestens durch die abgeschlossene Ausbildung zum Kunststoffschweißer gemäß DVS Richtlinie 2212-3 „Prüfung von Kunststoffschweißern; Prüfgruppe III; Bahnen im Erd- und Wasserbau“ [7] nachzuweisen (z.B. Prüfung durch SKZ oder ÖKI). In Abhängigkeit vom jeweilig verwendeten Bahnenmaterial sind unterschiedliche Mindestprüfungen erforderlich. So ist beispielsweise für PE-HD Bahnenmaterial eine Prüfung entsprechend den Untergruppen III-1, III-2 und III-3 i.d.R. ausreichend.

Die Aus- und Weiterbildung ist durch Vorlage von Prüfbescheinigungen nach DVS 2212 [7] zu belegen. Die jährlich erforderliche Wiederholungsprüfung ist in den entsprechenden Übersichtsblättern des Schweißerpasses einzutragen. Die Unterlagen sind auf der Baustelle zumindest in Kopie vorzuhalten. Schweißungen auf der Baustelle dürfen nur von geprüften, namentlich benannten Kunststoffschweißern ausgeführt werden.

Der Bahnenschweißer ist für das fachgerechte Ausrichten und Verschweißen der Kunststoff-Dichtungsbahnen zuständig und außerdem für die Kontrolle der Geräte und Maschinen, sowie der angelieferten Materialien. Bei einem Maschinendefekt muss er die notwendigen Maßnahmen zur Behebung veranlassen. Außerdem hat er die Vorschriften zur Arbeitssicherheit und die Vorgaben der Qualitätssicherung zu beachten.

3.4.5 Helfer

Die Helfer sind zuständig für den Transport und die ordnungsgemäße Lagerung der Kunststoff-Dichtungsbahnen und der Schottbänder auf der Baustelle. Die Helfer sind vom Fachbauleiter unter Berücksichtigung der Besonderheiten des jeweiligen Tunnelbauvorhabens in ihre Aufgaben (z.B. Lagerung, Transport, Ausrichten der Geotextil- und Dichtungsbahnen sowie der Fugenbänder, Installation der Geotextilien, Arbeitssicherheit) einzuweisen. Der Umfang der Einweisung wie z.B. Name des Teilnehmers, Dauer und Datum ist im Rahmen der Eigenprüfung zu dokumentieren.

3.5 Anforderungen an Untergrund, Einrichtungen und Geräte

3.5.1 Anforderungen an den Untergrund

Der Abdichtungsuntergrund, i.d.R. eine Spritzbetonschale, muss im einzelnen folgende Anforderungen erfüllen [3, 5 und 6]:

Beispiele:

- Der Abdichtungsuntergrund muss eine ausreichende Festigkeit und Formbeständigkeit zur Aufnahme der Abdichtung aus Kunststoff-Dichtungsbahnen aufweisen. Eventuell vorhandene lose Bestandteile sind vorher zu entfernen.
- Verunreinigungen sind zu entfernen.
- Kehlen und Kanten sind mit einem Mindestradius von 20 cm auszurunden.
- Vorstehende Einbauteile wie z.B. Ankerköpfe sind entweder zu entfernen oder mit einer Ausgleichsschicht zu versehen.

- Der Abdichtungsuntergrund ist ggf. durch das Aufbringen von Ausgleichsschichten so eben auszubilden, dass die ausbruchbedingten Vertiefungen höchstens 10 % des gegenseitigen Abstandes der betreffenden Hoch- und Tiefpunkte betragen.
- Die Abdichtung aus Kunststoff-Dichtungsbahnen muss sich möglichst spannungsfrei und ohne Beschädigung vollflächig am Abdichtungsuntergrund anlegen können.
- Starke Wasserzutritte, die den Einbau der Abdichtung behindern, sind durch geeignete Maßnahmen vorab zu fassen und abzuleiten. Eine Ansammlung von Wasser im Arbeitsbereich ist unzulässig.

Der Fachbetrieb / Fachverleger muss die Vorbereitung des Abdichtungsuntergrundes und dessen Eignung für den Einbau einer Abdichtung aus Kunststoff-Dichtungsbahnen vor dem Beginn der Verlegearbeiten prüfen und die Erfüllung der abdichtungstechnischen Anforderungen an den Abdichtungsuntergrund durch ein Protokoll bestätigen.

3.5.2 Anforderungen an Einrichtungen und Geräte

Der Fachbetrieb / Fachverleger muss mit einer ausreichenden Anzahl geeigneter Geräte für Transport, Verlegung, Fügung und Baustellenprüfung der Kunststoff-Dichtungsbahnen und der Schottbänder ausgestattet sein, um eine dauerhaft funktionierende Abdichtung im Tunnelbau entsprechend den gültigen Regelwerken erstellen zu können. Die Ausstattung muss vom Umfang her so ausgelegt sein, dass beim Einbau der Abdichtung keine den Bauablauf unangemessenen beeinträchtigenden Verzögerungen auftreten. Bei Ausfall eines Gerätes muss schnellstmöglich Ersatz z.B. aus dem firmeneigenen Lager bereitgestellt werden.

Für den **Material- und Personentransport** sind pro Einbaumannschaft geeignete Fahrzeuge vorzusehen. Hierbei ist zu beachten, dass diese Fahrzeuge für den Einsatz im Tunnel mit einem Dieselmotor ausgestattet sein müssen.

Für das **Verlegen von Kunststoff-Dichtungsbahnen und geotextilen Schutzlagen sowie den zugehörigen Fugenbändern (Schottbänder)** muss der Fachbetrieb / Fachverleger an jedem Einbauort, d.h. in der Firste und ggf. auch in der Sohle ein

geeignetes Verlegegerüst vorhalten. Dieses Verlegegerüst muss durch einen Prüfstatiker geprüft und freigegeben sein sowie den Sicherheitsbestimmungen entsprechen. Das Gerüst muss die profilgetreue Verlegung, die fachgerechte Befestigung und die kontinuierliche Verschweißung der Kunststoff-Dichtungsbahnen ermöglichen. Außerdem müssen die Fugenbänder sowohl miteinander als auch mit der Kunststoff-Dichtungsbahn wasserdicht verschweißt werden können.

Außerdem muss der Fachbetrieb / Fachverleger mit entsprechenden Geräten zur Anbringung der Befestigungselemente für die geotextile Schutzlage und die Kunststoff-Dichtungsbahnen ausgestattet sein. Diese Befestigungselemente werden i.d.R. mit Bolzensetzgeräten angeschossen. Die Befestigungselemente sind so zu gestalten, dass eine Beschädigung der Kunststoff-Dichtungsbahn hierdurch sicher vermieden wird. Die Anzahl der erforderlichen Befestigungselemente richtet sich im wesentlichen nach der Lage des Einbaubereiches (Sohle, Ulme und First). Es ist durch die Anordnung der Befestigungselemente sicherzustellen, dass die Kunststoff-Dichtungsbahn beim Betonieren der Innenschale möglichst wenig auf Zug beansprucht wird. Nähere Angaben zur Ausbildung und zur Mindestanzahl der Befestigungselemente finden sich in [3 und 5].

Für das **Fügen von Kunststoff-Dichtungsbahnen als Abdichtung im Tunnelbau** muss der Fachbetrieb / Fachverleger für jede auszuführende Nahtart (z.B. Auftragsnaht oder Doppelnah mit Prüfkanal, manuell ausgeführte Warmgas-Heftnaht) mindestens 10 einsatzbereite Bahnenschweißgeräte vorhalten. Die Auftragsnähte z.B. beim Verschweißen des Schottbandes mit der Kunststoff-Dichtungsbahn im Bereich der Blockfuge sind als mindestens 30 mm breite Vollnaht mit Warmgas- bzw. Extrusions-Schweißgeräten herzustellen. Jede Einzelnaht einer Doppelschweißnaht ist mindestens 15 mm breit mit Heizkeilschweißmaschinen auszuführen. Der zwischen den Einzelnähten liegende Prüfkanal soll je nach Bahnenmaterial eine Breite von ca. 10 mm bis 15 mm aufweisen. Für das Verschweißen der Schottbänder sind auf der Baustelle spezielle Schweißvorrichtungen vorzuhalten.

Von den 10 Schweißgeräten des Fachbetriebs / Fachverlegers dient jeweils ein Gerät als baustellenübergreifendes Reserve-Gerät. Außerdem sind pro Baustelle je 3 Geräte, hiervon eines als baustelleninternes Reserve-Gerät, vorzusehen.

Neben den Bahnschweißgeräten muss ein Fachbetrieb / Fachverleger mindestens je 4 Warmgas- und Extrusions-Schweißgeräte und 4 Schweißvorrichtungen für das Verschweißen von Fugenbändern vorhalten. Hierbei ist pro Baustelle je ein Gerät vorzusehen. Jeweils ein weiteres Gerät dient als baustellenübergreifendes Reservegerät.

Eine elektronische Aufzeichnung der Schweißparameter ist bei den Schweißgeräten für Kunststoff-Dichtungsbahnen im Tunnelbau nicht erforderlich.

Neben dem üblichen Reinigungszubehör wie z.B. Schwämme und Besen erfolgt die Vorbereitung der Schweißnähte im wesentlichen mit Ziehklingen, Fräsern und Handschleifmaschinen.

Für die **Baustellenprüfung** sind im einzelnen folgende Geräte und Einrichtungen erforderlich:

- Längen- und Dickenmessgeräte für die Überprüfung der angelieferten Kunststoff-Dichtungsbahnen und der Fugenbänder,
- Vakuumprüfgerät mit den zugehörigen Prüfglocken sowie schaumbildendes, vom Rohstoff- bzw. Bahnenhersteller freigegebenes Netzmittel für die Prüfung von Auftrags- und Flachnähten ohne Prüfkanal,
- Druckprüfgerät mit Kompressor für die Prüfung der Doppelnähte mit Prüfkanal,
- Schäl-Versuchseinrichtung mit motorisch betriebener Abzugseinrichtung und kontinuierlicher Schälgeschwindigkeit von 50 mm/min.
- Reißnadel: Bei der Reißnadelprüfung ist eine Reißnadel oder ein anderes geeignetes Werkzeug an der Schweißnahtkante entlangzuführen.

Von den durchgeführten Prüfungen sind Protokolle anzufertigen, die in die Baustellendokumentation aufgenommen werden müssen.

Die Arbeitsanweisungen müssen kontinuierlich fortgeschrieben werden, so dass sie immer auf dem neuesten Stand sind. Sie müssen auf der Baustelle für den betreffenden Personenkreis leicht verfügbar sein.

4 Aufgaben des Fachbetriebs / Fachverlegers

4.1 Allgemeine Hinweise

Grundlage für die Arbeit des Fachbetriebs / Fachverlegers ist eine detaillierte Leistungsbeschreibung. Sie soll im wesentlichen folgende Bestimmungen berücksichtigen:

- DIN-Normen, z.B. DIN 9000 bis 9004 [14 bis 18],
- Richtlinien, wie z.B. DVS-Richtlinien [7 bis 11], ZTV-ING der BAST [3], Ril 853.0010 der DB AG [5], Verlegerichtlinien des Bahnenherstellers,
- Richtlinie für die Zulassung von Kunststoff-Dichtungsbahnen als Abdichtung im Tunnelbau (muss noch erarbeitet werden),
- Empfehlungen Doppeldichtung Tunnel – EDT [6] bei doppellagiger Abdichtung,
- Auflagen wie z.B. Genehmigungsaufgaben oder Auflagen des Bahnenherstellers

jeweils in der neusten, gültigen Ausgabe.

Die vom Fachbetrieb / Fachverleger auszuführende Tunnelabdichtung aus Kunststoff-Dichtungsbahnen einschließlich der Schottbänder muss alle Leistungsmerkmale, Verlegepläne und Qualitätsmanagementmaßnahmen, die dieses Gewerk betreffen, berücksichtigen. Die dazu nötigen Auskünfte und Beschreibungen von Randbedingungen sind, soweit sie nicht projektspezifisch beschrieben werden müssen, in QM-Handbüchern z.B. als Arbeits- und Transportanweisungen, Sicherheitsmaßnahmen (Brandschutz), Lagerplatzanforderungen zusammenzufassen. Diese sind den jeweils hiervon Betroffenen zur Kenntnis zu bringen oder zur Verfügung zu stellen. Detail- und Verlegepläne sind zu erstellen.

4.2 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung beim Einbau von Kunststoff-Dichtungsbahnen als Abdichtung sowie beim Einbau der Fugenbänder als Abschottung im Tunnelbau erfordert neben der Eigenprüfung auf der Baustelle eine genaue Festlegung und Dokumentation so-

wohl der gewünschten Qualität als auch der vor Ort erzielten Qualität. Zu den Aufgaben eines Fachbetriebs / Fachverlegers gehört :

- Die projektbezogene Dokumentation nach [3] mit Beschreibung und Erläuterung der Baumaßnahme, des Bauverfahrens und des Bauablaufes, sowie bei Bedarf die Erstellung eines Verlegeplans,
- die namentliche Benennung eines Qualitätsmanagement-Beauftragten (vgl. 2.8),
- die Dokumentation der verwendeten Werkstoffe, Einbauteile und Baubehelfe (genaue Bezeichnung, Datenblätter, Übereinstimmungsnachweis der Stoffe, Nummern der eingebauten Rollen und Einbaudatum),
- die Zusammenstellung der Grundprüfzeugnisse und ggf. die Ergebnisse der Eignungsprüfung,
- die Durchführung der Eigenüberwachung einschließlich Auswertung und Dokumentation der Prüfergebnisse,
- die Aufnahme der gültigen Überwachungsurkunde (Kopie) in die Dokumentation der Baufirma und des Fremdprüfers,
- die Dokumentation der Ergebnisse der Fremdprüfung, der Kontrollprüfungen, der werkseigenen Produktionskontrolle. Der genaue Umfang der erforderlichen Prüfungen, die Fristen und die Häufigkeiten sind in den einschlägigen Richtlinien, wie z.B. in [3 bis 5] festgelegt.

Der Fachbetrieb / Fachverleger hat die hierzu notwendigen Anordnungen aufzustellen und zu befolgen.

4.3 Eigenüberwachung

Der Fachbetrieb / Fachverleger hat im Rahmen der Eigenüberwachung auf der Baustelle nachzuweisen, dass die Abdichtung aus Kunststoff-Dichtungsbahnen einschließlich der Fugenbänder fachgerecht eingebaut wurde. Neben dem eigentlichen Einbau umfasst dies auch die Bereiche Lieferung und Lagerung.

Jede Lieferung ist auf Vollständigkeit, Unversehrtheit und Übereinstimmung mit der Bestellung bzw. Ausschreibung z.B. anhand des Lieferscheins zu überprüfen. Die Kunststoff-Dichtungsbahn und die Fugenbänder sind im aufgerollten Zustand und im späteren Einbauzustand dauerhaft und zweifelsfrei zu kennzeichnen, um eine einfache Überprüfung z.B. im Rahmen der Eigenüberwachung zu ermöglichen und um Verwechslungen auszuschließen.

Die Ausführenden sind über die Vorschriften des Bahnenherstellers für den Transport und die Lagerung der Kunststoff-Dichtungsbahnen und der Fugenbänder zu unterrichten. Diese Vorschriften müssen auf der Baustelle vorliegen und von den Ausführenden beachtet werden.

Beim Einbau der Kunststoff-Dichtungsbahnen und der Fugenbänder umfasst die Eigenüberwachung im wesentlichen das lückenlose Führen von Schweiß- und Prüfprotokollen in Anlehnung an die Richtlinie DVS 2225 Teil 4 [12] (vgl. Muster in Anhang; nach Verabschiedung gemäß Teil 5 [13]).

5 Schlussbemerkungen

Der Erfahrungsaustausch und die Weiterbildung sind für die Beschäftigten eines Fachbetriebes / Fachverlegers besonders wichtig, da der Einbau der Tunnelabdichtung aus Kunststoff-Dichtungsbahnen mit den zugehörigen Fugenbändern (Schottbänder) selbst einen entscheidenden Beitrag zur jeweils auf der Baustelle erzielten Qualität der Abdichtung leistet. Bei der Erstellung und Überarbeitung von Normen, Regelwerken und Merkblättern müssen die Erfahrungen und Kenntnisse der Fachbetriebe / Fachverleger in enger Abstimmung mit den Fremdprüfern und ggf. auch mit den Bahnenherstellern berücksichtigt werden.

6 Literatur / Normen

- [1] Schockemöhle, B. / Heimbecher, F.: Stand der Erfahrungen mit druckwasserhaltenden Tunnelabdichtungen in Deutschland; Bauingenieur 74 (1999), Heft 2, S. 67 – 72
- [2] Haack, A.: Abdichtung von Tunnelauskleidungen mit wasserundurchlässigem Beton, Fugenbändern oder Kunststoff-Dichtungsbahnen; Vorträge der DBV-Arbeitstagungen Tunnelschalen – Planung, Bemessung und Ausführung; 1995 in Duisburg und München, 1996 in Berlin, S. 55 – 59

- [3] ZTV-ING Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil 5: Tunnelbau, Abschnitt 5: Abdichtung; Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach; Entwurf Juni 2001
- [4] Ril 835.9101: Bauwerke abdichten; Hinweise für die Abdichtung von Ingenieurbauwerken (AIB); DB Netz AG; Juli 1999
- [5] Ril 853.0010: Eisenbahntunnel planen, bauen und instandhalten, Abdichtung und Entwässerung; DB Netz AG; Entwurf August 2000
- [6] Empfehlungen Doppeldichtung Tunnel – EDT; Herausgeber: Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), 1997, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- [7] Richtlinie DVS 2212-3: 1994-10 Prüfung von Kunststoffschweißern; Prüfgruppe III; Bahnen im Erd- und Wasserbau; Deutscher Verband für Schweißtechnik e.V.
- [8] Entwurf der Richtlinie DVS 2213: 1995-09 Kunststoffschweißfachmann, Prüfung
- [9] Richtlinie DVS 2225-1: 1991-02 Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau – Schweißen, Kleben, Vulkanisieren; Deutscher Verband für Schweißtechnik e.V.
- [10] Richtlinie DVS 2225-2: 1992-08 Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau – Baustellenprüfungen; Deutscher Verband für Schweißtechnik e.V.
- [11] Richtlinie DVS 2225-3: 1993-02 (Gelbdruck) Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau – Anforderungen an Schweißmaschinen und Schweißgeräte; Deutscher Verband für Schweißtechnik e.V.
- [12] Richtlinie DVS 2225-4: 1995-02 (Gelbdruck) Schweißen von Dichtungsbahnen aus Polyethylen (PE) für die Abdichtung von Deponien und Altlasten; Deutscher Verband für Schweißtechnik e.V.; z. Zt. in Überarbeitung
- [13] Richtlinie DVS 2225-5: Schweißen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Tunnelbau; in Bearbeitung; Stand Sept. 2001

- [14] DIN ISO 9000: 1994 Leitfaden zur Auswahl und Anwendung der Normen zu Qualitätsmanagement, Elementen eines Qualitätssicherungssystems und zu Qualitätssicherungs-Nachweisstufen
- [15] DIN ISO 9001: 1994 Qualitätssicherungssysteme, Qualitätssicherungs-Nachweisstufe für Entwicklung, Produktion, Montage und Kundendienst
- [16] DIN ISO 9002: 1994 Qualitätssicherungssysteme, Qualitätssicherungs-Nachweisstufe für Produktion und Montage
- [17] DIN ISO 9003: 1994 Qualitätssicherungssysteme, Qualitätssicherungs-Nachweisstufe für Endprüfungen
- [18] DIN ISO 9004:1994 Qualitätsmanagement und Elemente eines Qualitätssicherungssystems, Leitfaden

Anlage 1: Formularwesen

Anlage 2: Muster 1: Schweißprotokoll für Überlappnähte mit Prüfkanal

Muster 2: Schweißprotokoll für Auftragnähte

Muster 3: Prüfprotokoll für Überlappnähte mit Prüfkanal