

## 1 Versuchsmaterial; Unterlagen

### 1.1 Versuchsmaterial

Am 16. August 1999 wurde durch den Auftraggeber folgendes Versuchsmaterial für die Stoffprüfungen bzw. Identitätsprüfungen sowie für die Herstellung der Systemprobekörper zur Prüfung eingereicht:

- 6 Sack à ca. 16 kg Tränkmasse „BJ 200 Flexible Bridge Jointing Compound“ (blue label); Batch-No. 15852; Herstellungsdatum: 20-05-99
- 8 Sack à ca. 25 kg Splitt der Körnung 11/16 mm mit der Bezeichnung „KB-FÜ 2:1“
- 1 Rolle Hanfstrick à ca. 5 lfd. m
- 2 Stck. Abdeckstreifen aus Chromstahlblech (V2A) à 1,5 lfd. m mit aufgeschweißten Noppen
- 1 Sack Abstreusplitt ca. 20 kg

### 1.2 Unterlagen

Der BAM wurden folgende Unterlagen seitens des Auftraggebers zur Verfügung gestellt:

- Ausführungsanweisung der Firma Reparatur- und Sanierungstechnik Nordwest AG für Fahrbahnübergänge aus Asphalt nach dem System Thorma Joint® (Stand: 08. Februar 1999) inklusive Prinzipskizzen zur Ausführung
- Händlerbescheinigung und Lieferschein für das Grundmaterial des Abdeckstreifens
- Prüfungszeugnis Nr. M 9211 der Materialprüfanstalt für Nichtmetallische Werkstoffe Clausthal-Zellerfeld vom 25.5.1999 für Basalt-Splitt 11/16 mm aus dem Werk Bramburg/ Adelebsen der Firma Hermann Wegener GmbH & Co KG
- Eignungsbeurteilung Az.: 25/31135/3 vom 18.06.1999 für Mineralstoffe aus dem Werk Bramburg/ Adelebsen aufgrund der Fremdüberwachung nach RG Min-StB
- Angaben zum Abstreusplitt
- Prüfbericht 998036 des Institutes TFB Nyon (Schweiz) über Abstreusplitt 3/6 mm gemäß SN 670130

## 2 Systemaufbau; Varianten

Gegenstand der Grundprüfung ist ein Fahrbahnübergangssystem aus Asphalt nach dem System Thorma Joint® mit der Bezeichnung: „System Thorma®-Joint in der Ausführungsvariante: Abdeckstreifen mit geraden Rändern“. Geprüft wurde dabei eine Systemvariante, die für die Einbindung einer bereits vorhandenen Dichtungsschicht ausgelegt ist. Bei der zur Grundprüfung eingereichten Systemvariante ist insbesondere die Ausführung des als Spaltbrücke verwendeten Abdeckstreifens mit geraden Rändern in einer Dicke von 3 mm und angeschweißten rechteckigen Noppen als Fixiermittel bemerkenswert. Der Aufbau dieses Fahrbahnübergangssystems aus Asphalt und die verwendeten Materialien sind der nachfolgend aufgeführten Tabelle zu entnehmen:

**Tabelle 1: Materialübersicht**

Nr.	Systemteil	Beschreibung
1	Unterfüllung	gedrehter Hanfstrick; getränkt
2	Fugenmasse	Polymerbitumen-Tränkmasse BJ 200
3	Muldenauskleidung	Polymerbitumen-Tränkmasse BJ 200
4	Abdeckstreifen	Edelstahlblech mit geraden Rändern
5	Fixiermittel	am Abdeckstreifen angeschweißte Fixiernoppen
6	Mineralstoffgerüst	Basaltsplitt 11/16 mm
7	Tränkmasse	Polymerbitumen-Tränkmasse BJ 200
8	Oberflächenabschluß	Splitt 3/6 mm gemäß Schweizer Norm

### 3 Probenherstellung

#### 3.1 Materialbeschreibung

In Ergänzung zu den in den Tabellen des Anhangs (Anlage 18 bis 20) aufgeführten Stoffkennwerten werden nachfolgend die gemäß Ausführungsanweisung des Auftraggebers für die Herstellung des zur Grundprüfung eingereichten Fahrbahnübergangssystems aus Asphalt notwendigen Materialien verbal beschrieben.

#### Unterfüllung des Fugenspalt

Der Fugenspalt wird mit Hilfe eines gedrehten und getränkten Hanfstrickes, der einen Durchmesser von etwa 20 mm aufweist, unter Beachtung der vorgesehenen Vergußtiefe verschlossen. Das Unterfüllmaterial wird als Meterware geliefert.

#### Fugenmasse

Als Fugenmasse zum Verfüllen des abgestellten Fugenspalt wird eine gemäß TL-BEL-FÜ fremdüberwachte Polymerbitumen-Tränkmasse mit der Bezeichnung „BJ200 Flexible Bridge Jointing Compound“ (blue label) der Firma Prismo Limited verwendet. Dabei handelt es sich um ein polymermodifiziertes und gefülltes Bitumen, das werkseitig verpackt in Säcken zu je etwa 15 l Inhalt geliefert wird. Neben löslichem Bindemittel sind in diesem Produkt auch anorganische und unlösliche organische Füllstoffe enthalten. Zur optischen Kennzeichnung des Produkts ist im Abschnitt „Fotodokumentation der Ausgangsmaterialien“ des Anhangs (Anlage 5) die Abbildung einer Mikroskopaufnahme in einem Fluoreszenz-Auflichtmikroskop mit 250-facher Vergrößerung dargestellt. Art und äußere Beschaffenheit sind in der nachfolgenden Tabelle 2 beschrieben. Weitere Kennwerte sind im Anhang zusammengestellt.

**Tabelle 2: Art und äußere Beschaffenheit von „BJ200 Flexible Bridge Jointing Compound“**

Art	polymermodifiziertes Bitumen, gefüllt
Geruch	beim Erhitzen schwach aromatisch
Farbe, Glanz	schwarz, stumpf
Konsistenz	bei Raumtemperatur knetbar, stark rückfedernd
Beschaffenheit der Oberfläche	gleichmäßig, glatt

**Muldenauskleidung**

Zur Auskleidung der Flanken und des Bodens der Fahrbahnübergangsmulde wird ebenfalls „BJ200 Flexible Bridge Jointing Compound“ (blue label) verwendet. Hierzu wird auf die o.a. Ausführungen verwiesen.

**Abdeckstreifen**

Über dem gefüllten Fugenspalt wird als Spaltbrücke ein starrer Abdeckstreifen aus Edelstahl V2A (Chromstahlblech) mit der Werkstoffnummer 1.4301 mit metallisch glatt ausgeführter Oberfläche und geraden Seitenrändern in die Muldenauskleidung eingebettet. Das Material wird für die Standardausführung des Fahrbahnübergangssystems mit den Abmessungen B: 150 mm und D: 3 mm in Abschnitten zu 1,5 m Länge geliefert und eingebaut (siehe Abbildung 4 der Anlage 6).

**Fixiermittel**

Die Fixierung des Abdeckstreifens über dem Fugenspalt erfolgt mittig mit Hilfe von rechteckigen Noppen aus Edelstahl V2A (L: 30 mm; B: 15 mm; D: 3 mm), die an den Abdeckstreifen angeschweißt worden sind (siehe Abbildung 4 der Anlage 6).

**Muldenfüllung**

Zur Füllung der Mulde wird am Einbauort lagenweise im Tränkverfahren ein Asphalt als Dicht- und Dehnelement der Fahrbahnübergangskonstruktion aus Asphalt hergestellt. Beim verwendeten Mineralstoffgerüst für den Asphalt der Muldenfüllung kommt ein mehrfach gebrochener und gesäuberter Basalt-Edelsplitt der Körnung 11/16 mm mit der Bezeichnung „KB-FÜ 2:1“ zur Anwendung, der speziell für die Herstellung von Fahrbahnübergängen aus Asphalt im Asphaltsplitt-Werk Anderten der Firma Kemna Bau aufbereitet wird. Der verwendete Splitt ist aufgrund von Röntgenbeugungsanalysen, naßchemischer Analysen sowie weiterer Stoffprüfungen unter Berücksichtigung der zulässigen Toleranzen identisch mit dem gemäß Aktenzeichen BAM-Az VII.1/25995/1 grundgeprüften sowie gemäß Aktenzeichen BAM-Az.:VII.1/25995/5 fremdüberwachten Material. Aus diesem Grund entsprechen die im Anhang aufgeführten Kennwerte des Splitts für die Muldenfüllung den im Rahmen der Grundprüfung ermittelten Untersuchungsergebnissen. Das Splittmaterial ist fotografisch im Abschnitt „Fotodokumentation der Ausgangsstoffe“ (Anlage 6) des Anhangs dargestellt. Vor dem Einbau wird der Splitt mit dem polymermodifizierten und gefüllten Bitumen „BJ200 Flexible Bridge Jointing Compound“ (blue label) vorumhüllt. Die nach dem lagenweisen Vorlegen und Verdichten verbleibenden Hohlräume des Mineralstoffgerüsts werden mit dem als Tränkmasse dienenden „BJ200 Flexible Bridge Jointing Compound“ (blue label) gefüllt, so daß eine homogene Asphaltfüllung entsteht.

**Oberflächenabschluß**

Die Anpassung der Oberfläche des Asphaltes der Muldenfüllung an die Oberfläche der angrenzenden Fahrbahnflächen erfolgt mit vorumhüllten Splitt der Körnung 3/6 mm gemäß Schweizer Norm SN 670 130 durch Abstreuen von Hand. Bei der verwendeten Gesteinsart handelt es sich um ein Konglomerat aus Sedimenten und metamorphen Gesteinen. Zur Vorumhüllung des Splitts wurde Straßenbaubitumen der Spezifikation B 80/100 gemäß der Schweizer Norm verwendet.

### 3.2 Probenherstellung für die Stoffprüfungen

Die Herstellung bzw. Gewinnung der Proben für die Stoffuntersuchungen an der Polymerbitumen-Tränkmasse, am Splitt für den Oberflächenabschluß, am Abdeckstreifen sowie zur Überprüfung der Identität des Splittes für die Muldenfüllung erfolgte entsprechend den Regelungen der TP BEL-FÜ. Dazu wurden die gelieferten Ausgangsstoffe herangezogen (siehe hierzu auch Abschnitt 1.1).

Die Proben (Sammelprobe) für die Untersuchung der Polymerbitumen-Tränkmasse wurden im Rahmen der Herstellung von Probekörpern zur Kennzeichnung des Asphalts der Muldenfüllung (siehe hierzu Abschnitt 3.3) bzw. von Systemprobekörpern (siehe Abschnitt 3.4) nach Aufbereitung von 5 Sack der angelieferten werkseitig verpackten Gebinde der Tränkmasse mit der Kennzeichnung

Batch-No.:	15 852
Date of Manufacture:	20/05/99

aus einem indirekt beheizbaren Rührwerkskessel des Fabrikats „Breining Mono - 500“ in einbaufertigem Zustand nach dem Zufallsprinzip gewonnen. Während der ca. 4 Stunden 45 Minuten dauernden Temperierungs-, Homogenisierungs- und Vorhaltephase wurde eine Temperatur von 185 °C nicht überschritten (siehe auch Anlage 1), so daß der Bereich der vom Hersteller empfohlenen Verarbeitungstemperatur (170-190°C) nicht verlassen bzw. die maximale Aufheiztemperatur von 200°C nicht erreicht wurde.

Die gewonnenen Proben der Polymerbitumen-Tränkmasse wurden luft- und lichtdicht verschlossen und bei  $T = 8 \text{ °C}$  bis zur Untersuchung gelagert. Vor Beginn der Untersuchungen an der Tränkmasse erfolgte die Erwärmung und Homogenisierung der Laboratoriumsprobe in einem Behältnis mit minimierter Oberfläche. Zusätzlich wurde die Behälteröffnung zur Vermeidung von Alterungseffekten verschlossen. Anschließend wurden die einzelnen Proben zur Kennzeichnung der Tränkmasse gemäß TL-BEL-FÜ, Tabelle 3, hergestellt.

Die Proben für die Kennzeichnung der Splitte wurden aus den angelieferten werkseitig verpackten Gebinden (Sammelprobe) durch mechanische Probenteilung mit Hilfe eines Lamellenteilers gewonnen. Zur petrographischen Ansprache des Splittes für die Muldenfüllung (Identitätsnachweis) wurde ein Probenteil in einer Schwingmühle aufgemahlen.

### 3.3 Probenherstellung für die Prüfungen des Asphaltes der Muldenfüllung

Die Proben zur Kennzeichnung des Asphalts der Muldenfüllung wurden im Auftrag des Antragstellers von Mitarbeitern der Firma Kemna Bau mit eigenem technischem Gerät (kompletter Einbauzug) am 17.08.1999 in der BAM hergestellt. Die dazu notwendigen Schalungsformen wurden von der BAM zur Verfügung gestellt.

Die Herstellung der zur Gewinnung von Prüfkörpern notwendigen Asphaltplatten (Probefeld) mit den Abmessungen  $L \times B \times H = 700 \times 500 \times 150 \text{ mm}$  erfolgte in einem feuchtigkeitsgeschützten Außenbereich unmittelbar im Eingangsbereich der Prüfhalle 23. Für die äußeren Witterungsbedingungen am 17.08. war Bewölkung mit einsetzendem Nieselregen festzustellen. Zu Beginn der Arbeiten um 8:00 Uhr wurde eine Lufttemperatur von 15 °C und eine relative Luftfeuchte von 88 % gemessen.

Nach dem Einrichten der Gerätetechnik wurde die vorher vollständig entleerte Kammer eines indirekt beheizten Rührwerkskessels des Fabrikats „Breining Mono-500“, die bereits auf etwa 60 °C aufgeheizt war, mit 5 Sack der angelieferten Polymerbitumen-Tränkmasse (Batch-No. 15852) befüllt. Die Tränkmasse wurde innerhalb von etwa 2 Stunden auf die Verarbeitungstemperatur von 180 °C erwärmt. Parallel dazu erfolgte die Aufbereitung des Splittes für den Einbau. Dazu wurde der werksseitig abgepackte Splitt für die Muldenfüllung in einem Freifallmischer des Fabrikats „Lescha SM 145 S“ portionsweise mit einer Heißluftlanze erhitzt, entstaubt und anschließend mit Tränkmasse vorumhüllt.

Während der Herstellung wurden die Arbeitsabläufe durch Mitarbeiter der BAM protokolliert. Insbesondere wurden die Temperaturverläufe während der Aufheiz- und Vorhaltephase für die Polymerbitumen-Tränkmasse und den Splitt wiederholt stichpunktartig kontrolliert. Dazu wurde in Abständen die Temperatur der Polymerbitumen-Tränkmasse unmittelbar bei der Entnahme aus dem Rührwerkskessel gemessen, während die Temperatur des Splittes nach Entnahme aus dem zur Aufbereitung verwendeten Freifallmischer bzw. unmittelbar vor dem Einbau ermittelt wurde. Zur Temperaturmessung wurden digitale Meßgeräte der BAM genutzt. Die Protokolle über den Temperaturverlauf während der Herstellung der Probekörper sowie über den Ablauf des Herstellungsprozesses sind im Anhang (siehe Anlage 1 und 2) detailliert aufgeführt. Nach dem Abkühlen wurden die Asphaltplatten in Streifen mit den Maßen 500 x 150 x 65 mm geschnitten, aus denen mit Hilfe einer wassergekühlten Bohreinrichtung kreiszylindrische Probekörper mit  $\varnothing$  101 mm und h: 65 mm gewonnen wurden.

Die Herstellung der Asphaltplatten ist exemplarisch mit den Abbildungen 5 bis 12 im Anhang belegt. Ein Protokoll über den Ablauf der Herstellung der Asphaltplatten ist ebenfalls im Anhang aufgeführt.

### **3.4 Probenherstellung für die Systemprüfungen**

Die für die Prüfung der Funktionsfähigkeit und Dauerhaftigkeit des gesamten Fahrbahnübergangsystems notwendigen Systemprobekörper wurden von Mitarbeitern der Firma Kemna Bau im Auftrag des Antragstellers mit eigenem technischem Gerät (kompletter Einbauzug) ebenfalls am 17.08.1999 unter Baustellenbedingungen in einem feuchtigkeits- und windgeschützten Außenbereich der Prüfhalle 23 in der BAM hergestellt. Bezüglich der Vorbereitungen zum Einbau, den Witterungsbedingungen und der Protokollierung wird deshalb auf die entsprechenden Ausführungen im Abschnitt 3.3. verwiesen. Die zur Herstellung von drei Systemprobekörpern benötigten und gemäß TP BEL-FÜ vorbereiteten und vorbehandelten Betongrundplatten wurden von der BAM zur Verfügung gestellt. Desweiteren kamen spezielle Schalungsformen der BAM zur Anwendung.

Im Anhang (siehe dazu Anlage 2) sind der Temperaturverlauf der Ausgangsstoffe sowie der prinzipielle Ablauf zur Herstellung der Systemprobekörper beschrieben.

Vor der Durchführung der Funktionsprüfungen wurden die fertigen Systemprobekörper äußerlich auf Fehlstellen und Inhomogenitäten untersucht. Im Ergebnis dieser Untersuchungen konnten optisch keine Fehlstellen bezüglich der Homogenität des Asphalts der Muldenfüllung sowie der Haftung an den Flanken festgestellt werden, so daß die Systemprobekörper für die Funktionsprüfungen eingesetzt werden konnten. Die Herstellung der Systemprobekörper ist fotodokumentarisch mit den Abbildungen 13 bis 25 im Anhang belegt.

### **3.5 Auftrags- und Verarbeitungsverfahren bei der Herstellung des Fahrbahnübergangsystems aus Asphalt**

#### **Fugenunterfüllung**

Ein Abstellen des Fugenspalt in vertikaler Richtung - und damit eine Begrenzung des Fugenvergußes auf die vorgesehene Vergußtiefe - erfolgte durch den Einbau eines gedrehten und getränkten Hanfstrickes als Unterfüllstoff. Dabei wird der Unterfüllstoff von Hand in die Fuge eingedrückt und dort durch Klemmwirkung gehalten

#### **Fugenverguß**

Das Schließen der abgestellten Fuge erfolgte durch Verguß mit heißer Polymerbitumen-Tränkmass aus einem 2 l Handeimer mit Gießtülle.

#### **Auskleiden der Mulde**

Für die Auskleidung der Muldenflanken und des Muldenbodens sowie die Einbettung des Abdeckstreifens wurde jeweils heiße Polymerbitumen-Tränkmass aus einem 2 l Handeimer mit Gießtülle vorgelegt, die mit Hilfe eines Gummischiebers auf dem Boden gleichmäßig verteilt wurde und mit einem Spachtel zur vollständigen Auskleidung an den Muldenflanken hochgezogen wurde.

#### **Füllen der Mulde**

Der Einbau des Asphalts der Muldenfüllung erfolgte lagenweise im Tränkverfahren. Dabei wurde in jeder Lage zuerst bereits mit Polymerbitumen-Tränkmass vorumhüllter erhitzter Splitt mit einer Schaufel gleichmäßig vorgelegt und dann mit Hilfe eines Stampfwerkzeuges verdichtet. Die Hohlräume dieser Lage des Mineralstoffgerüsts wurden nachfolgend mit Polymerbitumen-Tränkmass aus einem 2 l Handeimer mit Gießtülle verfüllt. Dementsprechend erfolgte nach Einhaltung ca. 15-20 minütiger Wartezeiten der weitere lagenweise Einbau bis zur Muldenoberkante. In der obersten Lage wird die Polymerbitumen-Tränkmass im Überschuß aufgebracht.

#### **Abstreuen der Oberfläche**

Der Oberflächenabschluß wurde auf der letzten Lage Asphalt der Muldenfüllung durch Abstreuerung im Überschuß mit vorumhüllten Abstreusplitt hergestellt. Die Abstreuerung erfolgte von Hand in einen vorgelegten Film aus Polymerbitumen-Tränkmass. Der Abstreusplitt wird dann mit einem leichten Verdichtungsgerät angedrückt. Nach dem Abkühlen wird der überschüssige Abstreusplitt entfernt.

## 4 Prüfungen

Die Prüfungen erfolgten gemäß der „Technische Prüfvorschriften für Fahrbahnübergänge aus Asphalt (TP BEL-FÜ)“ in der Ausgabe 1998. Es wurden Stoff- und Funktionsprüfungen durchgeführt. Ziel der Untersuchungen ist der Nachweis der Funktionsfähigkeit und Dauerhaftigkeit des eingereichten Fahrbahnübergangssystems aus Asphalt sowie die Ermittlung identifizierender Stoffkennwerte als Grundlage für die Gütesicherung der Ausgangsstoffe.

### 4.1 Stoffprüfungen

Zur Ermittlung chemischer, physikalischer und technologischer Kennwerte der Ausgangsstoffe bzw. zum Identitätsnachweis wurden die Tränkmasse, der Splitt für die Muldenfüllung, der Abdeckstreifen sowie der Splitt für den Oberflächenabschluß entsprechend Abschnitt 2.1 der TP BEL-FÜ untersucht. Zum einen wird damit überprüft, ob die verwendeten Stoffe grundsätzlich für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sind, desweiteren dienen die Kennwerte als identifizierender „Fingerabdruck“ der Ausgangsstoffe. Diese bzw. vom Antragsteller angegebene Nennwerte sind Grundlage für einen späteren Übereinstimmungsnachweis im Rahmen der Güteüberwachung. Weiterhin wird der Asphalt der Muldenfüllung gemäß Abschnitt 2.2 der TP BEL-FÜ untersucht. Die Ergebnisse sind in der Tabelle A1 im Anhang aufgelistet. Bezüglich der dort aufgeführten Kennwerte sind die im Abschnitt „Vorbemerkungen“ getroffenen Aussagen zu berücksichtigen.

### 4.2 Prüfungen des Fahrbahnübergangssystems

Funktionsfähigkeit und Dauerhaftigkeit des kompletten Fahrbahnübergangssystems wurden mittels eines Temperaturwechselfersuches und eines Schwingversuches an jeweils separaten Segmenten des in Regelausführung ausgeführten Fahrbahnübergangssystems gemäß Abschnitt 3 der TP BEL-FÜ untersucht. Die entsprechenden Ergebnisse sind in der Tabelle A2 im Anhang aufgeführt. Der für die Untersuchungen eingesetzte Versuchsstand ist mit einem eingebauten Systemprobekörper in der Abbildung 26 des Anhangs dargestellt.

## 5 Bewertung der Ergebnisse

Zur Bewertung der erreichten Prüfungsergebnisse werden die Anforderungen der TL BEL-FÜ herangezogen.

### 5.1 Bewertung der Ergebnisse der Stoffpüfungen

Bei der verwendeten Tränkmassse handelt es sich um ein polymermodifiziertes Bitumen mit anorganischen und organischen Füllstoffen. Es besteht aus 88,1 M.-% löslichem Bindemittel (PmB), 9,6 M.-% unlöslichen organischen Füllstoffen (Gummischrot) und 2,3 M.-% anorganischen Füllstoffen (Gesteinsmehl). Eine optische Begutachtung der im Herstellungsprozeß erreichten Polymerverteilung läßt eine Zuordnung entsprechend Darstellung VIII bis IX gemäß Vergleichsbildreihe nach TP BEL-St zu (siehe Anlage 5 im Anhang), womit eine ausreichend homogene Verteilung nachgewiesen ist.

Im Ergebnis der Untersuchungen im Oszillationsrheometer wird die Glasübergangstemperatur bei  $-20,0\text{ °C}$  detektiert; der Schmelzpunkt des kristallinen Bereiches liegt bei  $+110\text{ °C}$ . Damit ist ein ausreichend großer Gebrauchstemperaturbereich vorhanden. Der Erweichungspunkt mit Ring und Kugel wurde im Mittel zu  $+90\text{ °C}$  festgestellt. Die Tränkmassse zeigt im Ergebnis rheometrischer Untersuchungen für den praxisrelevanten Temperatureinsatzbereich ausgeprägtes visko-elastisches Verhalten, wobei zwischen  $0\text{ °C}$  und  $+80\text{ °C}$  ein ausgewogenes Verhältnis zwischen viskosem und elastischem Verhalten besteht (Anlage 24). Die Elastizität der Tränkmassse bei  $25\text{ °C}$  ist durch ein Rückstellvermögen von 53 % entsprechend ASTM D 5329 – 96 gekennzeichnet. Die Tränkmassse ist bei Temperaturen bis  $60\text{ °C}$  standfest und zeigt gemäß DIN 1996-16 keine Entmischungsneigung. Die dynamische Viskosität bei Verarbeitungstemperatur ( $180\text{ °C}$ ) beträgt  $8,05\text{ Pa s}$ .

Nach Hitzeeinwirkung ist nur eine geringe Gewichtsabnahme der Tränkmassse von 0,17 M.-% festzustellen. Die elastische Rückstellung des Materials wird nach der Hitzebeanspruchung entsprechend Abschnitt 2.1.1.8 der Technischen Prüfvorschriften um 4,8 % (absolut) reduziert, so daß die Polymerbitumen-Tränkmassse den verarbeitungsbedingten Anforderungen gerecht wird. Jedoch wird an dieser Stelle nochmals auf die Bedeutung der Einhaltung der vorgegebenen Temperierzeiten und Verarbeitungstemperaturen der Tränkmassse für ein regelgerechtes Produkt hingewiesen.

Die untersuchte Polymerbitumen-Tränkmassse entspricht von ihrem Aufbau und Eigenschaften her unter Berücksichtigung der zulässigen Toleranzen dem gemäß BAM-Az.: VII.1/25995/1 grundgeprüften und gemäß BAM-Az.: VII.1/26010/5 fremdüberwachten Produkt und damit den Anforderungen der TL-BEL-FÜ.

Der Splitt für das Mineralstoffgerüst der Muldenfüllung zeichnet sich durch gedrungene Kornform und hohe mechanische Festigkeit aus; Eigenschaften, die für diesen Anwendungsfall von besonderer Bedeutung sind. Zur Anwendung gelangt hierbei ein Edelsplitt der Korngruppe 11/16 mit geringem Über- und Unterkornanteil. Ergebnisse der Röntgenbeugungsanalyse sowie naßchemischer Untersuchungen weisen den Splitt der Muldenfüllung als Basalt aus. Der verwendete Splitt entspricht unter Berücksichtigung der zulässigen Toleranzen dem mit BAM-Az.: VII.1/25995/1 grundgeprüften und gemäß BAM-Az.: VII.1/25995/5 fremdüberwachten Material und damit den Anforderungen der TL-BEL-FÜ.



Der für den Oberflächenabschluß verwendete Splitt der Körnung 3/6 mm gemäß Schweizer Norm SN 670 130 ist durch petrographische Untersuchungen als Konglomerat aus Sedimenten und metamorphen Gesteinen ausgewiesen. Er entspricht nicht den Anforderungen der TL-BEL-FÜ. Es wird darauf hingewiesen, die für den Bundesfernstraßenbereich geforderte Körnung 2/5 mm zu verwenden.

Der Asphalt der Muldenfüllung besitzt eine ausreichend hohe Zugfestigkeit, er ist mit einem Hohlraumvolumen von 2 Vol.-% als wasserundurchlässig einzustufen und besitzt einen ausreichend festen Haftverbund an den Flanken und auf dem Boden der Mulde. Das Splitt/Tränkmass-Verhältnis beträgt 3,9 : 1 und entspricht damit den Anforderungen.

Bei dem Abdeckstreifen aus 3 Millimeter dickem Chromstahlblech mit geraden Seitenrändern handelt es sich um ein relativ starres Material, das den Bewegungen des Fugenspalt nicht folgen kann. Der Abdeckstreifen gleitet auf der vorbehandelten Betonoberfläche hin und her, und überbrückt so den Fugenspalt auf seiner Oberseite.

Soweit bisher in der TL BEL-FÜ Anforderungen an die Stoffkennwerte gestellt sind, werden diese bis auf den Überkornanteil des Abstreusplittes erfüllt. Zusammen mit den übrigen Kennwerten, welche noch nicht mit Anforderungen belegt sind, ist die Datenbasis für den Nachweis der Identität der geprüften Ausgangsstoffe gegeben. Die Stoffkennwerte für die Polymerbitumen-Tränkmass sowie den Splitt für die Muldenfüllung entsprechen den Ergebnissen der Grundprüfung (BAM-Az.: VII.1/25995/1) sowie der Fremdüberwachung (BAM-Az.: VII.1/26010/5 bzw. VII.1/25995/5).

## **5.2 Bewertung der Ergebnisse der Systemprüfungen**

### **5.2.1 Temperaturwechselversuch**

Im Verlauf des Temperaturwechselversuches gemäß TP BEL-FÜ Abschnitt 3.5 hat das geprüfte Fahrbahnübergangssystem aus Asphalt seine Verformbarkeit gegenüber langsam ablaufenden Deformationen entsprechend den Anforderungen nachgewiesen. Der während des Versuchs in Abhängigkeit von der Fugenspaltänderung sowie der entsprechenden Temperatur aufgezeichnete Verlauf der Rückstellkräfte an den Flanken (siehe Anlage 28) durchläuft eine Schleife. Demnach wird bezogen auf die Länge des Probekörpers für eine Fugenaufweitung von 20 um 25 Millimeter auf 45 Millimeter eine maximale Zugkraft von +13,7 kN pro 21 cm Länge notwendig. Damit der mit dem Probekörper dargestellte Ausschnitt des Fahrbahnübergangssystems aus Asphalt um das vorgeschriebene Maß von 12,5 mm bezogen auf die Ausgangsfugenspaltweite gestaucht werden kann, ist eine maximale Druckkraft von -2,0 kN pro 21 cm Länge erforderlich.

Aus dem Kurvenverlauf wird visko-elastisches Systemverhalten ersichtlich. Es wird deutlich, daß die plastischen Deformationen einen relativ großen Anteil an der Gesamtdeformation ausmachen. Um aus dem Dehn- bzw. Stauchzustand in die Ausgangslage zurückzukehren, sind aufgrund des Systemverhaltens Druck- bzw. Zugkräfte notwendig.

Im Ergebnis des Temperaturwechselversuchs kann man feststellen, daß der hierzu untersuchte Systemprobekörper die Funktionsfähigkeit und Dauerhaftigkeit gegenüber langsam ablaufenden horizontalen Verschiebungen zwischen +25 mm (Dehnung) und -12,5 mm (Stauchung) bezogen auf die Ausgangsfugenweite bei kontinuierlicher und

synchroner Temperierung im Bereich  $-20\text{ °C} < T < +50\text{ °C}$  ohne erkennbare Beeinträchtigung des Haftverbundes sowie der Wasserundurchlässigkeit nachgewiesen hat. Die Verformungen in horizontaler Richtung werden durch Umlagerung der Splittkörner bei ständigem Korn-zu-Korn-Druck ermöglicht, so daß das Material den Bewegungen des Tragwerkes ohne Ablösungen folgen kann.

### 5.2.2 Schwingversuch

Das untersuchte Fahrbahnübergangssystem ist bei  $-20\text{ °C}$  in der Lage,  $1,3 \cdot 10^6$  Fugenspaltöffnungen von maximal 0,67 mm Millimetern schadensfrei zu widerstehen. Die aufgenommenen Kraft-Fugenspaltänderungs-Diagramme (exemplarisch dargestellt in den Anlagen 30 und 31) zeigen für das System unter dynamischer Beanspruchung selbst bei  $-20\text{ °C}$  visko-elastisches Verhalten (Hysteresekurven). Aufgrund des in den Kraft-Fugenspaltänderungs-Diagrammen aufgezeichneten visko-elastischen Verhaltens treten bei der schnellen dynamischen Deformation plastische Verformungen auf, die sich nicht mehr elastisch zurückstellen. Als Maximalwerte zur Umsetzung der vorgegebenen Verformungen wurden für die Verschiebungsklasse 1 (Wegamplitude 0,67 mm) Kräfte zwischen  $+37,1\text{ kN}$  pro 21 cm und  $-23,2\text{ kN}$  pro 21 cm nach etwa 270 000 Lastspielen und  $+22,3\text{ kN}$  bzw.  $-15,8\text{ kN}$  pro 21 cm Länge nach etwa  $1,23 \cdot 10^6$  Fugenspaltöffnungen aufgezeichnet. Mit zunehmender Lastspielanzahl nimmt der Anteil an dissipierter Energie im Verhältnis zur aufgewendeten Energie (relative Dämpfung) zu. Das bedeutet, daß bei einer Temperatur von  $-20\text{ °C}$  auch nach  $1,3 \cdot 10^6$  Lastwechseln Spannungen aufgrund viskosen Verhaltens abgebaut werden. Die Zunahme des Verlustfaktors  $\tan \delta$  bzw. des Phasenverschiebungswinkels  $\delta$  zeigt eine Veränderung der vormals ausgeglichenen visko-elastischen Materialeigenschaften zu überwiegend viskosem Verhalten hin an.

Zugleich zeigt jedoch der wachsende Anteil dissipierter Energie eine zunehmende Ermüdung des Systems unter dynamischer Beanspruchung an. Bezüglich des Ermüdungsverhaltens ist festzustellen, daß nach etwa 270 000 Lastwechseln eine deutliche und stetige Abnahme der Federsteifigkeit des Systems einsetzt. Nach  $1,3 \cdot 10^6$  Fugenspaltöffnungen beträgt der Abfall der Federsteifigkeit 50 % (Anlage 32). Damit ist der Grenzwert gemäß TL-BEL-FÜ, Tabelle 3, für den zulässigen relativen Abfall der Federsteifigkeit infolge dynamischer Beanspruchung erreicht. Der weitere Verlauf der Steifigkeitswerte über die geforderte dynamische Beanspruchung von  $1,3 \cdot 10^6$  Lastwechseln hinaus macht deutlich, daß - bezogen auf die entsprechenden Anforderungen der TL-BEL-FÜ - das geprüfte Fahrbahnübergangssystem keine weitere Nutzungsreserve gegenüber dynamischer Beanspruchung aufweist. Die Ursachen für den deutlich ausgeprägten kontinuierlichen Abfall der Federsteifigkeit lassen sich in erster Linie durch die Kerbwirkung an den Rändern des verwendeten Abdeckstreifens erklären (hier: Edelstahlblech mit geradem Rand; Dicke: 3 mm), an dessen Enden die größten Zug- und Schubspannungen bei Dehnbeanspruchungen auftreten. Diese Beanspruchungen sollten durch den Antragsteller konstruktiv z.B. durch spannungsverteilende Maßnahmen abgemindert werden, die im Ergebnis ein günstigeres Ermüdungsverhalten erwarten lassen.

Im Ergebnis des Schwingversuches gemäß TP BEL-FÜ Abschnitt 3.5 hat das untersuchte Fahrbahnübergangssystem seine Funktionsfähigkeit und Dauerhaftigkeit gegenüber wiederholt schnell ablaufenden dynamischen Belastungen, wie sie durch diesen Versuch simuliert werden, nachgewiesen. Die entsprechenden Anforderungen der TL BEL-FÜ werden ohne äußerlich erkennbare Beeinträchtigung des Haftverbundes sowie der Wasserundurchlässigkeit erfüllt.

## 6 Zusammenfassung

Aufgrund der in den durchgeführten Untersuchungen erreichten Stoff- und Funktionswerte kann zusammenfassend folgendes festgestellt werden:

Das zur Grundprüfung eingereichte Fahrbahnübergangssystem aus Asphalt mit der Bezeichnung „System Thorma® - Joint in der Ausführungsvariante: Abdeckstreifen mit geraden Rändern“ mit dem Aufbau:

Fugenunterfüllung:	gedrehter und getränkter Hanfstrick
Fugenverguß:	Polymerbitumen-Tränkmasse BJ 200 (blue label)
Muldenauskleidung:	Polymerbitumen-Tränkmasse BJ 200 (blue label)
Abdeckstreifen:	Chromstahlblech (V2A) mit geraden Seitenrändern, Gesamtbreite: 150 mm, Dicke: 3 mm
Fixiermittel:	mit angeschweißten Noppen als Fixiermittel
Asphalt der Muldenfüllung:	Im Tränkverfahren hergestellte 3-lagige Asphaltenschicht aus vorumhüllten Basalt-Edelsplitt „KB-FÜ 2:1“ der Lieferkörnung 11/16 mm, Werk Bramburg/Adeleben, und Polymerbitumen-Tränkmasse mit der Handelsbezeichnung „BJ 200 Flexible Bridge Jointing Compound“ (blue label) der Firma Prismo Ltd.
Oberflächenabschluß:	vorumhüllter-Splitt der Lieferkörnung 3/6 mm gemäß Schweizer Norm

erfüllt die Anforderungen der ZTV-BEL-FÜ (Ausgabe 1998) an Fahrbahnübergangssysteme aus Asphalt für maximale Fugenbewegungen von +25 Millimeter Fugenaufweitung und -12,5 Millimeter Fugenverengung weitestgehend. Auf die Verwendung anforderungsgerechter Körnung des Abstreusplittes wird nochmals hingewiesen. Zur Verbesserung des Ermüdungsverhaltens werden konstruktive Maßnahmen angeregt.

**Besonderer Hinweis:** Das Zeugnis gilt nur für Produkte, die mit den hier beschriebenen Materialien identisch sind. Ein Nachweis kann anhand der in der BAM im Zusammenhang mit den beschriebenen Untersuchungen aufgenommenen und hinterlegten Kennwerte erfolgen. Desweiteren ist die Gültigkeit des Zeugnisses an den im Abschnitt 2 beschriebenen Systemaufbau sowie die im Abschnitt 3 beschriebene Art der Herstellung gebunden.

**Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)  
12200 Berlin, 26. Januar 2001**

**Fachgruppe VII.1  
„Baustoffe“**

Im Auftrag



Dr.-Ing. E.-J. Vater

**Laboratorium VII.13  
"Bituminöse Baustoffe und Abdichtungstechnik"**

Im Auftrag



Dipl.-Ing. Ch. Recknagel

Verteiler:

1. bis 2. Ausfertigung: Antragsteller
3. Ausfertigung: BAM - VII.13