

Stevin: 6-05-9

## Verbetervoorstellen bitumineuze voegovergangen

Oktober 2005

ir. R.J.M. Pijpers





## Voorwoord

In opdracht van de Rijkswaterstaat Bouwdienst, contactpersoon de heer J.N. Booij, is een inventarisatie gedaan naar de toepassing van bitumineuze voegovergangen. Dit rapport gaat in op gebruikservaringen, materiaalspecificaties en uitvoeringsinstructies.

Veel informatie is ontleend aan een congres georganiseerd door EMPA-VERRAS in 2005 in Dübendorf. Daarnaast is informatie ingewonnen bij aannemers en de instituten BAST (Duitsland) en ASTRA (Zwitserland). De heer J. Voskuilen van Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, heeft advies uitgebracht tijdens de inventarisatie.

Delft, oktober 2005,

R.J.M. Pijpers



# Inhoudsopgave

1. Inleiding .....	1
1.1 Bitumineuze voegovergangen.....	1
1.2 Doelstelling .....	1
1.3 Opbouw rapport .....	1
2. Gebruikservingen .....	3
2.1 Inleiding.....	3
2.2 Gebruikservingen Nederland .....	3
2.2.1 Nederlandse richtlijn [1] .....	3
2.2.2 Inventarisatie Rijkswaterstaat [15].....	3
2.3 Gebruikservingen buitenland .....	4
2.3.1 Engeland .....	4
2.3.2 Duitsland .....	4
2.3.3 Zwitserland .....	5
2.3.4 Oostenrijk [10] .....	6
2.3.5 EOTA [13] .....	6
2.4 Conclusies.....	7
3. Materiaalspecificaties .....	9
3.1 Inleiding.....	9
3.2 Bitumineuze voeg .....	9
3.2.1 Materiaalbeschrijving/ontwerp .....	9
3.2.2 Testen .....	12
3.3 Bindmiddel .....	13
3.3.1 Materiaalbeschrijving/ontwerp .....	13
3.3.2 Testen .....	13
3.4 Toeslagmateriaal.....	15
3.4.1 Materiaalbeschrijving/ontwerp .....	15
3.4.2 Testen.....	15
3.5 Voegvulling .....	16
3.5.1 Materiaalbeschrijving/ontwerp .....	16
3.5.2 Testen.....	16
3.6 Conclusies.....	16
4. Uitvoeringsinstructies.....	17
4.1 Inleiding.....	17
4.2 EMPA-onderzoek .....	17
4.3 Vergelijking Nederlandse richtlijn en ASTRA-richtlijn .....	18
4.4 Conclusies.....	21
5. Kwaliteitscontrole.....	23
6. Conclusies en aanbevelingen.....	25
6.1 Conclusies.....	25
6.2 Aanbevelingen .....	25

Bronnen

Bijlagen



# 1. Inleiding

In opdracht van Rijkswaterstaat Bouwdienst afdeling Inspectie en Onderhoud Tilburg wordt onderzoek gedaan naar de toepassing van bitumineuze voegovergangen. Dit wordt uitgevoerd in het kader van het project ‘Verbetervoorstellen Enkelvoudige Voegovergangen’ (VEV), opgezet door de Bouwdienst en ondersteund door Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde.

## 1.1 Bitumineuze voegovergangen

Wegens temperatuurverschillen, thermische effecten en o.a. verkeersbelasting moeten brugdelen de mogelijkheid hebben om te bewegen. Voegovergangen maken deze bewegingen, vaak in meerdere dimensies, mogelijk. Zij functioneren als brug in een brugconstructie door het overspannen van de dilatatiespleten. Zo zorgen de voegovergangen voor een continu wegdek, terwijl zij de brugbewegingen faciliteren. Enkelvoudige voegovergangen overspannen spleten tot 80 mm, meervoudige voegovergangen spleten groter dan 80 mm.

Bitumineuze voegovergangen zijn enkelvoudige voegovergangen samengesteld uit gemodificeerd bitumen en toeslagmiddelen (stenen). Bitumineuze voegovergangen hebben in de huidige praktijk een beduidend kortere levensduur (1 tot 5 jaar) dan de ZOAB deklagen (12 tot 16 jaar). Het onderhoud en vervangen brengt hoge kosten met zich mee en levert veel verkeershinder op.

## 1.2 Doelstelling

Het doel van de opdracht is op basis van een inventarisatie van bitumineuze toepassingen, alsmede nationale en internationale normen, materiaalspecificaties, uitvoeringsinstructies en gebruikservaringen, opstellen van verbetervoorstellen en een advies voor mogelijk vervolgonderzoek. Als uitgangspunten worden de bitumineuze voegovergangen uit het overzicht ‘Voegovergangen’ d.d. 27 mei 2004 genomen en gebruikservaringen uit het rapport ‘Inventarisatie enkelvoudige voegovergangen’ van Rijkswaterstaat Bouwdienst. In de opdracht staat dat 5 typen voegovergangen genoemd in het overzicht beschreven moeten worden. Al gauw is tijdens de inventarisatie gebleken dat er van 2 typen nauwelijks informatie voorhanden is en dat er meer typen in Nederland en in het buitenland zijn toegepast.

## 1.3 Opbouw rapport

De opbouw van het rapport is als volgt. In hoofdstuk 2 zullen binnenlandse en buitenlandse gebruikservaringen met bitumineuze voegovergangen worden gepresenteerd. De binnenlandse ervaringen zijn gebaseerd op een inventarisatie van Rijkswaterstaat in 2005. Buitenlandse ervaringen zijn vooral gebaseerd op informatie uit een symposium van EMPA-Verras in Dübendorf in 2005, waar Zwitserse, Duitse en Oostenrijkse kennis rond bitumineuze voegovergangen is uitgewisseld.

Hoofdstuk 3 gaat in op materiaalspecificaties van bitumineuze voegovergangen en voegonderdelen. Op verschillende niveaus zullen specificaties en testmethoden worden aangegeven, van de voegovergang als geheel, van voegvulling, van bindmiddel en toeslagstoffen en overige onderdelen van de voegovergang.

Uitvoeringsinstructies bij inbouw worden in hoofdstuk 4 gepresenteerd. Een belangrijk onderdeel van de toekomstige organisatie rond de voorbereiding, de keuze voor, inbouw en controle van voegovergangen vereist een kwaliteitssysteem, wat in hoofdstuk 5 wordt beschreven.

In hoofdstuk 6 worden conclusies en aanbevelingen gepresenteerd.





## 2. Gebruikservingen

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden nationale en internationale gebruikservaringen met bitumineuze voegovergangen besproken, in par. 2.2 Nederlandse gebruikservaringen en in par. 2.3 buitenlandse.

### 2.2 Gebruikservingen Nederland

Bitumineuze voegovergangen worden in Nederland vanaf midden jaren tachtig toegepast. In 1994 is een Rijkswaterstaat-richtlijn voor ontwerp- en uitvoering van bitumineuze voegovergangen verschenen, naar aanleiding van een aantal schadegevallen aan bitumineuze voegovergangen; de richtlijn wordt in 2.2.1 beschreven. Door Rijkswaterstaat is in 2005 een inventarisatie uitgevoerd naar de kwaliteit van enkelvoudige voegovergangen. De hoofdlijnen uit het rapport 'Inventarisatie van enkelvoudige voegovergangen', waar van belang voor bitumineuze voegovergangen worden in paragraaf 2.2.2 besproken.

#### 2.2.1 Nederlandse richtlijn [1]

Op het moment van het maken van de richtlijnen voor ontwerp en uitvoering van bitumineuze voegovergangen was er nog geen volledig inzicht in de invloed die bepaalde externe factoren op de bitumineuze voegovergangen konden uitvoeren. Bovendien was het lange termijn gedrag van de voeg onbekend. Voorgesteld werd de richtlijnen te gebruiken in combinatie met een hoogwaardig kwaliteitssysteem, om het risico op het ontstaan van problemen te minimaliseren.

Op de volgende punten ontbrak de kennis:

Constructie:

- uiteindelijke levensduur
- optimale breedte/dikte verhouding en eventuele grenzen
- toelaatbare voegbewegingen, ook rekening houdend met vermoeiing
- frequenties van verschillende voegbewegingen en de optredende reksnelheden, dit met het oog op materiaalonderzoek, onder andere naar vermoeiingseigenschappen
- de minimale kruisingshoek waaronder een voegovergang kan worden toegepast
- krachten op de frontwand

Materiaalgebruik:

- het meest geschikte bindmiddel (er worden meerdere typen gemodificeerde bitumen toegepast als bindmiddel voor bitumineuze voegovergangen)
- de testmethoden die het meest in aanmerking komen om nieuwe typen bindmiddelen op hun geschiktheid te beoordelen en daaraan gekoppeld, de eisen die daarbij gesteld moeten worden
- laboratorium- en semi-praktijkproeven waarmee het praktijkgedrag is te voorspellen (spoorvormings- en vermoeiingsweerstand, scheurvormingsweerstand, afschuiving etc.)

#### 2.2.2 Inventarisatie Rijkswaterstaat [15]

In de inventarisatie van Rijkswaterstaat aan enkelvoudige voegovergangen was het aandeel van het type bitumineuze voeg 22% van het totaal aantal onderzochte voegovergangen. Het jaar van inbouw is in 42% van de bitumineuze voegovergangen niet bekend. Vaak is de voeg ter vervanging van het oorspronkelijke type of een bezweken bitumineuze voeg aangebracht. Deze historie is niet geregistreerd evenals in het verleden uitgevoerde reparaties. Dit maakt beoordeling van de prestatie voor dit type op veel punten lastig. Toch is een redelijk overall beeld verkregen van de voorkomende schadebeelden aan de voegovergangen, het aantal beschadigde voegovergangen en de lekkage. Specifiek is de relatie tussen schade aan de voeg en onvoldoende aansluiting aan de verharding onderzocht.

De bitumineuze voegovergangen in de inventarisatie vertonen snel schade; 20% geen schade, 39 % lichte schade, 23% matige schade, 17% ernstige schade. De onderscheiden schadebeelden aan de voegconstructie zijn:

- verzakking van de bitumineuze dorpel
- zichtbaar worden van de afdekplaat aan het oppervlak
- lekkage
- scheurvorming
- verplaatsen van het bitumineuze materiaal (spoorvorming/uitrijden)
- loslaten van de flanken (hechtvlak met aansluitende verharding)
- uitvloeien voegmateriaal bij schampkanten

De meeste schades betreffen combinaties van schadebeelden. Alleen het schadebeeld 'spoorvorming' komt regelmatig als enig schadebeeld voor. Bij de combinaties komen 'verzakking van de dorpel' en 'uitvloeien materiaal aan de schampkanten' minder vaak voor in de gecombineerde schadebeelden en 'scheurvorming' en 'loslaten van de flanken' relatief vaker. Bij ernstige schade is 'spoorvorming' in de meeste gevallen aanwezig, vaak in combinatie met andere schadebeelden. De aansluiting met de verharding voldoet bij 7% niet. Dit is sterk gecorreleerd met ernstige schade en spoorvorming in de voeg. 22% van de voegovergangen vertoont matige tot ernstige lekkage. Het percentage met ernstige lekkage is echter lager dan bij veel andere typen. Bedacht moet worden dat de bitumineuze voegovergangen relatief nieuw zijn in vergelijking met de andere typen. Dat betekent dat bitumineuze voegovergangen al direct na inbouw of enkele jaren daarna ernstige lekkage kunnen vertonen. De bescherming tegen lekkage van bitumineuze voegovergangen is niet optimaal.

Voor de bitumineuze voegovergangen is geen duidelijk einde levensduur aan te geven. Reparatie is vaak een soort deelvervinging, dus einde levensduur van het betreffende stuk voeg. Er ontstaat een grijs gebied tussen reparatie en vervinging. De analyse van de levensduren is in zekere mate indicatief, omdat van een groot aantal van de voegovergangen het jaar van inbouw onbekend is. Van de meest interessante categorie, voegovergangen met ernstige schade is van slechts 5 van de 36 het jaar van inbouw bekend. De levensduurverwachting is gebaseerd op de categorie voegovergangen waarvan jaar van inbouw bekend is met de leeftijd en de inschatting van de restlevensduur. De levensduurverwachting van de bitumineuze voegovergangen in de rijksweg blijkt erg kort te zijn; 3,5 jaar als alle waarnemingen met bekend jaar van inbouw worden meegenomen. De levensduurverwachting van bitumineuze voegovergangen onder lage verkeersbelasting (zoals provinciale wegen) is gemiddeld ruim 10 jaar

## 2.3 Gebruikservaringen buitenland

De toepassing van de bitumineuze voeg is begonnen in Engeland. In 2005 heeft in Zwitserland een EMPA-VERRAS congres plaatsgevonden waarin onderzoeksinstituten, opdrachtgevers en aannemers betrokken bij voegovergangen ervaringen hebben uitgewisseld rond bitumineuze voegovergangen. In deze paragraaf zullen de belangrijkste opmerkingen en conclusies worden samengevat.

### 2.3.1 Engeland

De grootste toepassing van bitumineuze voegovergangen is in Engeland. Het bekendste merk voegovergang is de Thorma-joint, geleverd door de firma Prismo. Dit type is in de jaren 70 geïntroduceerd en toegepast in Engeland en geïntroduceerd in overige Europese landen en in de jaren tachtig in overige Europese landen toegepast, waaronder Nederland.

### 2.3.2 Duitsland

In 1996 is in Duitsland een inventarisatie gedaan naar bitumineuze voegovergangen [7]. In 20% van de onderzochte voegovergangen (minstens vier jaar oud) werd lichte schade geconstateerd, bij 12% ernstige schade en 7% niet nader te verklaren schade. Meeste schade was te zien in autobanen:

- verdrukking voeg aan rand/spoorvorming
- uitrijden van bitumen
- scheuren

Relaties naar ontwerp of uitvoeringsfouten waren niet te leggen door ontbrekende materiaalspecificaties. Wel is er een relatie gevonden met schade aan voegovergangen bij veelvuldig voorkomend remmend, optrekkend en stilstaand verkeer bij de voegovergang.

In Duitsland en Zwitserland is gewerkt aan richtlijnen voor bitumineuze voegovergangen, wat heeft geleid tot de Zwitserse ASTRA-richtlijn 'Fahrbahnübergänge aus Polymerbitumen' in 1998 en de Duitse 'Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Herstellung von Fahrbahnübergängen aus Polymerbitumen'. Deze voorschriften zijn goed op elkaar afgestemd. De richtlijnen hebben geleid tot verbetering van producten. Een aantal leveranciers heeft testen gedaan en 'Zulassung' ('toelating') gekregen. 'Zulassung' wil zeggen certificering, ofwel goedkeuring voor toetreding op de markt door het voldoen aan landelijke testvoorschriften. Tegenwoordig gelden voor bitumineuze voegovergangen de volgende normen in Duitsland:

- Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Teil 8: Bauwerksausstattung, Abschnitt 2: Fahrbahnübergänge aus Asphalt
- Technischen Lieferbedingungen für die Baustoffe zur Herstellung von Fahrbahnübergängen aus Asphalt, TL-BEL-FÜ, Ausgabe 1998
- Technischen Prüfvorschriften für Fahrbahnübergänge aus Asphalt, TP-BEL-FÜ, Ausgabe 1998

In 2002 is in Duitsland de Güfa opgericht, een vereniging voor gecertificeerde bitumineuze voegovergangleveranciers. Op de website 'www.guefa-deutschland.de' is informatie te vinden.

### 2.3.3 Zwitserland

De eerste ervaringen met bitumineuze voegovergangen zijn midden jaren tachtig opgedaan. In eerste instantie leken de voegovergangen prima te functioneren, snel in te bouwen en bovendien geluidsarm. De oorsprong van het opstellen van richtlijnen ligt in het feit dat er zeer veel schadegevallen ontstonden aan bitumineuze voegovergangen.

Enkele schadebeelden zijn:

- een overvulling aan bitumineuze massa bij inbouw, waardoor in de zomer door verkeersbelasting massa is uitgereden (meegesleept in rijrichting);
- het verschuiven van voegvulling;
- scheuren en falende verbindingen tussen toeslagstoffen en bitumen;
- scheuren en falende aanhechting tussen voegovergang en grensvlakken.

In opdracht van ASTRA en 'Tiefbauamt Nidwalden' zijn 18 bitumineuze voegovergangen onderzocht gedurende 5 jaar door de EMPA [9]. Het doel van het onderzoek was inzicht te krijgen in de wijze waarop de voegovergangen werden ingebouwd en welke materialen er werden gebruikt. Bovendien konden op basis van dit onderzoek aanbevelingen worden gedaan voor de ASTRA richtlijn 1998. In 1996 zijn de voegovergangen ingebouwd.

Tijdens de evaluatie bleek dat 3 voegovergangen geheel vervangen dienden te worden. Oorzaken voor de schaden aan de constructies waren een te grote dilatatieopening, een slechte kwaliteit van gehele voegvulling en een slechte verhitting bij inbouw. Bij de levering van het bindmiddel zijn er middels 'gelpermeationschromotografie'-testen uitgevoerd aan het bindmiddel in de originele verpakking. Gebleken is dat het polymeergehalte van het bindmiddel inhomogeen verdeeld was over de inhoud van de verpakking. Deze inhomogeniteit heeft een grote uitwerking op de kwaliteit van de voegovergang. Goed roeren van het bindmiddel in de roerketel biedt een oplossing tegen deze ontmenning; bovendien gaat goed roeren lokale oververhitting tegen.

Bovendien is gebleken dat de kwaliteit van bitumineuze massa zeer uiteenlopend is, zelfs bij dezelfde levering van dezelfde leverancier. Daarom wordt geadviseerd een strengere kwaliteitscontrole uit voeren voor inbouw van het materiaal. Vóór 1998 ontbraken normen en beproevingsvoorschriften voor materialen

en inbouw van bitumineuze voegovergangen, vervolgens kwamen er steeds meer leveranciers en inbouwende aannemers en meer schadegevallen. Leveranciers kenden hun producten en waren goed op de hoogte van systeemgrenzen maar opdrachtgevers onvoldoende en daarnaast hadden opdrachtgevers geen goede afnamecontrole. Bij het maken van de richtlijnen in Duitsland en Zwitserland in 1998 zijn de volgende doelen gesteld:

- levensduur van bit. voegovergangen te verlengen minimaal tot levensduur van asfalt
- eenheid in begrippen te krijgen
- definitie van invloedsgroten en waarden voor afstemming van voeg in bepaalde situatie
- vastleggen van eisen voor materialen en opbouw
- voorschriften voor proeven en controle

Na het invoeren van een kwaliteitssysteem van 'toelating' en interne controle bij inbouw en het doen van controletesten door de opdrachtgever wordt een beduidend betere kwaliteit van bitumineuze voegovergangen geconstateerd in Zwitserland. De richtlijnen hebben geleid tot verbetering van producten. Een aantal leveranciers heeft proeven gedaan en 'toelating' gekregen. Er zijn echter nog wel schadegevallen gebeven. Opgemerkt dient te worden dat bevoegdheden, verantwoordelijkheden bij 'nationalstrassenbau' goed bekend zijn, maar bij ingenieursbureaus onbekend zijn; bovendien zijn invloedsgrootten en marges te weinig bekend [12].

De ASTRA richtlijn uit 1998 is de afgelopen jaren herzien en zal in 2005 verschijnen. Een van de redenen voor de herziening is het feit dat de richtlijn slechts tot 2003 geldig was. Bovendien heeft de EMPA enkele bitumineuze voegovergangen gemonitord en op basis van dit onderzoek voorstellen gedaan voor de nieuwe richtlijn.

De volgende extra eisen zijn in de nieuwe regeling opgenomen:

- inbouw bij gemiddelde temperatuur, niet in zomer, niet in winter
- goede bouwplanning, niet te voor verkeer openstellen
- beschermingsoverkapping (indien noodzakelijk door weersomstandigheden)
- inbouw niet verhinderen door overig bouwverkeer.

Bovendien zijn de bevoegdheden van de verschillende projectdeelnemers in een extra hoofdstuk van de nieuwe richtlijn beter gespecificeerd.

### **2.3.4 Oostenrijk [10]**

Sinds 1987 worden in Oostenrijk bitumineuze voegovergangen ingebouwd. De eerste leverancier van voegovergangen was de firma Colas, met de Thorma joint. Eind jaren tachtig is in Oostenrijk de RVS 15.45 norm voor voegovergangen ontwikkeld, waarin richtlijnen staan voor bitumineuze voegovergangen. De actuele norm RVS 15.45 bevat naast testvoorschriften een kwaliteitssysteem door kwaliteitsbewaking van de producent en het product. Het systeem voldoet aan het Europese systeem '1+' [10], waarin naast de toelating van de producent met product aan de markt een 3-4 jarige controle wordt voorgeschreven op het ingebouwde product. Inmiddels is er in Oostenrijk ook gewerkt aan afstemming van richtlijnen en hebben leveranciers 'toelating' gekregen.

### **2.3.5 EOTA [13]**

In Europees verband stelt de EOTA (European Organisation for Technical Approvals) richtlijnen op voor voegovergangen. Ook voor bitumineuze voegovergangen worden regels opgesteld. Met name vragen rond proefopstellingen, toleranties en beoordelingscriteria dienen nader vastgesteld en geharmoniseerd te worden.

## 2.4 Conclusies

Er zijn in het verleden veel schaden geconstateerd aan bitumineuze voegovergangen. Dit blijkt uit binnenlandse en buitenlandse inventarisaties. In Duitsland, Zwitserland en Oostenrijk zijn richtlijnen opgesteld voor voegovergangen met daaraan gekoppeld een kwaliteitssysteem vóór inbouw, tijdens inbouw en regelingen van verantwoordelijkheden. Dit systeem blijkt minder schadegevallen op te leveren.



## 3. Materiaalspecificaties

### 3.1 Inleiding

Op verschillende niveaus zijn normen en testmethoden ontwikkeld om de kwaliteit van bitumineuze voegovergangen te beproeven. De verschillende testniveaus zijn:

- Voegovergang totaal
- Voegvulling (bindmiddel + toeslagstoffen)
- Bindmiddel
- Toeslagstoffen
- Overige onderdelen

In de volgende paragrafen zullen voor deze onderdelen globaal een materiaalbeschrijving worden gegeven en worden testen besproken die aan het betreffende onderdeel kunnen worden uitgevoerd.

### 3.2 Bitumineuze voeg

#### 3.2.1 Materiaalbeschrijving/ontwerp

##### Norm voegovergangen

- In Nederland dienen voegovergangen te voldoen aan functionele eisen en minimale levensduren.
- Indien risico's verwacht worden, kunnen meer gespecificeerde eisen gesteld worden.
- Als referentie dienen het modelbestek variabel onderhoud asfaltverhardingen (juli 2005), zie bijlage VII en concept-NBD norm 'Eisen voor enkelvoudige voegovergangen'.

##### Samenvatting Nederlandse richtlijnen ontwerp bitumineuze voegovergangen [1]

- Wanneer een aanzienlijke zetting van de stootplaat wordt verwacht, moet de voeg worden uitgebreid tot 100 mm voorbij de achterzijde van de frontwand
- De bitumineuze voegovergang moet in de schamkant worden doorgezet om de waterdichtheid te handhaven.
- Bij een zoab-deklaag dient ook in de bitumineuze voegovergangen een gootconstructie te worden aangebracht om overtollig water af te voeren. De dikte van de voeg moet gehandhaafd blijven.
- Specificaties van zaken die de uitvoering betreffen worden door de aannemer vastgesteld.

##### Advies EMPA

- Enige dagen droog voor inbouw; anders holle ruimten gevuld met water, die in de winter kunnen opvriezen.
- Aan brugrand gelijke breedte aanhouden; anders slechte hechting aan beton.
- Waterdichte afsluiting zo realiseren dat geen waterindringing kan ontstaan tussen voegbodem en stalen afdekplaat.

##### Nieuwe ASTRA Richtlijn

- Bij aannemersselectie wordt een kwaliteitsplan gevraagd; kwaliteitsbewaking van uitvoering en product wordt zo gewaarborgd.
- Samenvatting maken 'projectspecificaties' op A4, voorbeeld zie bijlage III.
- In geval afgeweken wordt van voorgeschreven systeemparemeters moet aangetoond worden dat product schadevrij zal blijven.
- Bij plaatsen met remmend en optrekkend verkeer, filegevoelige plekken of plekken met veel stilstaand verkeer moet vastgesteld worden of toepassing van bitumineuze voegovergangen aanvaardbaar is.
- Afdichtingsprofielen garanderen tijdens gebruik geen waterdichte afsluiting; waterdichtheid moet door het gehele voegovergangssysteem gewaarborgd zijn.
- Afdichtmiddel moet gefixeerd worden (mag niet aanhechten aan staalplaat). Dit kan van elkaar gescheiden worden door een onthechtende doek (een anti-hechtslab)

Tabel 3.1 geeft een vergelijking van afmetingen van bitumineuze voegovergangen. Figuur 3.1 illustreert deze waarden en geeft Nederlandse en buitenlandse termen voor de voegonderdelen.

Tabel 3.1, vergelijking afmetingen bitumineuze voegovergangen

	Nederland	Zwitserland	EMPA	Oostenrijk
Breedte B [mm]	$300 < B < 500$	$500 (+50, -30)$	$< 500$	$< 700$
Hoogte H [mm]	$50 < h < 100$	$70 < h < 160 (+2, -5)$	$70 < h < 160$	$> 80$
Dilatatie horizontaal [mm]	$2 * 15$	$+25, -12.5$		
Dilatatie verticaal [mm]	2.4	5		
Dilatatie dwarsrichting [mm]	12			
Kruisingshoek	$45^\circ$	Breedte $< 550, 25^\circ$		
Helling	$< 4\%$			
Holle ruimte aangrenzende dekken		$< 3\%$	$< 6\%$	
Breedte b		$b > a$		
Voegopening a [mm]		$10 < x < 60$		
Hoogteverschil betonnen ondergrond		$\pm 10\%$ van a tolerantie		

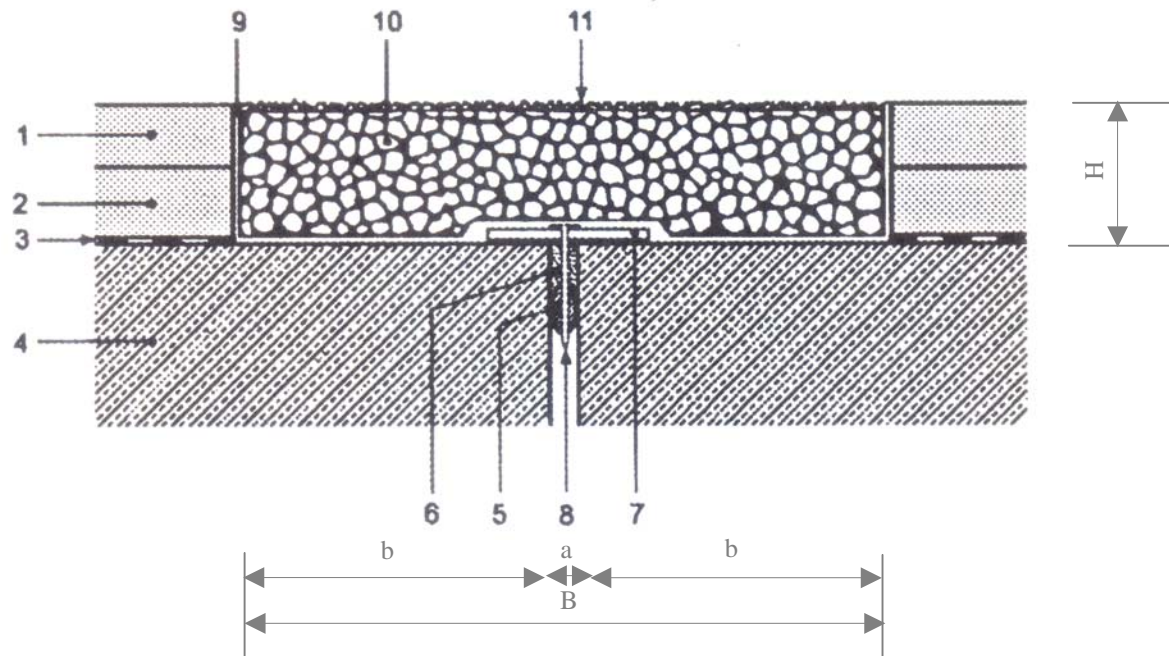


Fig. 3.1 Overzicht van benamingen onderdelen bitumineuze voeg [14]

	Nederlands	Duits	Engels
1	Asfalt-laag [ZOAB, DAB]	Asphalt-Deckschicht	Asphalt surfacing
2	Asfalt-laag [DAB]	Asphalt-Schutzschicht	Asphalt surfacing
3	n.v.t.	Dichtungsschicht	Waterproofing system
4	Brugdek	Brückenplatte	Bridge deck
5	Rugvulling	Unterfüllstoff	Backer rod/Caulking
6	Voegvulling	Fugenverguss	Compound
7	Afdichtprofiel	Abdeckstreifen	Gap plate
8	Fixeerpen	Fixierstift	Locating pin
9	Voegrand	Muldenauskleidung	Joint edge
10	Voegvulling	Muldenfüllung	Joint Compound
11	Oppervlaktebehandeling	Oberflächenabschluss	Topping



Tabel 3.2 presenteert Nederlandse en buitenlandse leveranciers van voegovergangen. Waar mogelijk is informatie gegeven over gebruikte materialen en voegafmetingen. De grijs gemarkeerde bitumineuze voegovergangstypen zijn Nederlandse uitvoeringen. Ook al zijn de typen afwijkend van de reguliere bitumineuze voegovergangen, voor de volledigheid zijn de typen Silent-Joint en EASY-joint opgenomen in de tabel. Deze typen zijn uitgevoerd met stalen veren voor een optimale verdeling van spanningen in de voeg. Deze types zijn zeer recente innovaties en zullen daarom nader onderzocht moeten worden. In de bijlage VI is een referentielijst te vinden van enkele Nederlandse bitumineuze voegovergangen.

**Tabel 3.2, Overzicht bitumineuze voegovergangen en leveranciers**

Firma	Systeemaam	Bindmiddel	Toeslagstof	Afdekplaat	Dil.	B	B min	B max	H max	H max
Aydogan Sanierungstechnik GmbH Bünsdorf	AFA-BIT-Verfahren	AFA-BIT	Porphyrit-Edelsplitt (SteinbruchbetriebeRammelsbach GmbH)							
Lafrentz Braunschweig	BITU-JOINT	BIGUMA BR I	Edelsplitt (Gabbro-SteinbruchBad Harzburg)							
Deutsche Asphalte/o STRABAG AG Köln	DAFÜbit 2000	DAFÜbit-Tränkmasse	DAFÜbit-Splitt 11/16 edelsplitt							
Dieringer & Stark Sanierungs- und Vertriebsgesellschaft mbH Zimmern ob Rottweil	FLEXJOINT BETA	BIGUMA BR I	KB-FÜ 2:1(Hersteller: KEMNA BAU,ASPHALTSPLITT-WERKANDERTEN)	edelstahlkassiert						
MC-Bauchemie Bottrop	Nafutekt Plus	Nafutekt Plus	KB-FÜ 2:1(Hersteller: KEMNA BAU,ASPHALTSPLITT-WERKANDERTEN)							
BITULEIT Leipzig GmbH Leipzig	THORMA JOINT®	BJ 200 Blue Label(Hersteller: PrismoLtd., UK)	KB-FÜ 2:1(Hersteller: KEMNA BAU,ASPHALTSPLITT-WERKANDERTEN)							
KEMNA BAU Andreae GmbH & Co. KG.Pinneberg	THORMA JOINT®	BJ 200 Blue Label(Hersteller: PrismoLtd., UK)	KB-FÜ 2:1(Hersteller: KEMNA BAU,ASPHALTSPLITT-WERKANDERTEN)							
BDS Bitumen Dichtsysteme GmbH	ESOFUK				30	500	200	600	70	300
Colas GmbH	THORMA JOINT®	BJ 200 Blue Label(Hersteller: PrismoLtd., UK)			30	500	400	700		
Otto Alte-Teigeler GmbH Bohr- undFugentechnikGes.m.b.H	OAT – VILLAJOINT	Villabond EBD	Hartsplitt (Hartsteinwerk AG, Kehrstein)	V2a Staal >3mm of aluminium >6mm	30	500		750		250
Reisner & Wolff Engineering GmbH & Co.KG	POLYFLEX	Polyflex / Feba			30	500	300	700		
RSAG Reparatur- & Sanierungstechnik AG	THORMA JOINT®									
Villas Austria GmbH / Tecton AG	Villajoint									
Freyssinet AG / Aeschlimann AG	VIA-AE-Joint									
Walo Bertschinger AG	WALO joint									
Prismo	Zebrajoint	B82 binder	30 grade sand/mastic filler/ 375 limestone	galvanised steel plate						
Villasyn	Villajoint									
WABO	EXPANDEX									
ASL CONTRACTS	Hotfalt	Hotfalt		aluminium	50					
Freyssinet	Viajoint				20	500			70	150
Smits Neuchatel	Multijoint	Verkalast	Graziet >16	thermisch verzinkt stalen plaat (150-200, 3)	10<x<30		300	500	50	100
Heijmans	Latexfalt	Latexfalt								
Heijmans	Biguma	Biguma								
Imbema Denso	sonor elastmeercompound,			thermisch verzinkt stalen plaat (200-250, 2, 2000-3000)	30	500				
Stelling Vroomshoop	REINAU	REINAU TL/SNV/164-1.2 g/cm3								
Vnn Kessel	Verkalast	Verkalast	Grauwkartsiet							
Brabotech	Sika Dilament	Sika Dilament	Grauwkartsiet	gegalvaniseerd stalen plaat (110x3)						
Schagen										
Trelleborg	B-500 asphaltic plug joint									
Feba	Feba joint	ZIE POLYFLEX		plaat (1.5-6 mm)	20-95	500			100	
BTPS BETA FLEX S										
CIPEC WS										
RCA	Polyjoint									
Colas GmbH	SILENT - JOINT 700				70	700			120	150
Colas GmbH	SILENT - JOINT 900 S				100	900			120	160
Otto Alte-Teigeler GmbH Bohr- undFugentechnikGes.m.b.H.	OAT - Easy - Joint Resa700				70	700			90	140

### 3.2.2 Testen

Testopstellingen voor het gedrag van bitumineuze voegovergangen zijn volop in discussie. In Zwitserland en Duitsland en Oostenrijk zijn testopstellingen beschikbaar. Proeven kunnen niet bij elke temperatuur uitgevoerd worden. De testopstellingen aanwezig in Zwitserland en Duitsland worden in bijlage II geïllustreerd. Tabel 3.3 geeft een overzicht van mogelijk uit te voeren proeven aan totale voegovergangsystemen.

**Tabel 3.3, Specificatie bitumineuze voegovergangstest**

naam proef	doel	richtlijn BAST	ASTRA	Bast- ASTRA	RVS	Normwaarde
Temperatuurwisselingsproef	Vermoeiingsgedrag bij langzaam veranderende horizontale lastwisselingen $-20 < T < 50$	1	1	gelijk	equivalent, ook vertikaal	hor. $>+25, -12.5$ mm
Vermoeingstest	Vermoeiingsgedrag bij snel veranderende horizontale lastwisselingen $T = -20$	2	1	ongelijk	equivalent aan BAST	$>13$ miljoen wisselingen
Adhesieproef	Hechting voegvulling en asfalt $T = -20$	-	-	2 ongelijk	-	$>1.8$ N/mm <sup>2</sup>
Waterdoorlatendheid	Waterdoorlatendheid beproefd door NaCl-oplossing	-	-	-	x	na 8 sec. geen lekkage

In de vijfde kolom is aangegeven of de richtlijnen van BAST en ASTRA gelijke eisen stellen, ongelijke of equivalente eisen met afwijkende aantoonmethoden (gelijk, ongelijk, equivalent).

In Oostenrijk wordt gesteld dat er voor het beschouwen van het vermoeiingsgedrag beter gebruik kan gemaakt worden van overroltesten, met behulp van gesimuleerde vrachtwagenwielen in plaats van dilatietesten/verschuivingen van de voeg zelf, aangezien het gedrag van direct bereden delen maatgevend zal zijn [10]. Daarnaast wordt in Oostenrijk de waterdoorlatendheid van de gehele voeg beproefd door een NaCl-oplossing op de voeg aan te brengen. Binnen 8 sec. mag geen lekkage geconstateerd worden [10].

## 3.3 Bindmiddel

### 3.3.1 Materiaalbeschrijving/ontwerp

Er zijn verschillende soorten bitumina [4]:

1) Zuivere bitumina:

Penetratiebitumen

- penetratiegraden, hoe hoger getal, hoe zachter het bitumen
- veel in weg- en waterbouw

Hard bitumen

- harder, uitgedrukt met letter H en twee getallen, grenzen verwekingspunt ring en kogel
- hoe hoger getal hoe hoger verwekingspunt, hoe harder materiaal; vooral industriële toepassingen

Geblazen bitumen

- in productieproces onder invloed van lucht, 250-300 ° hebben deze een chemische omzetting ondergaan
- niet geschikt in wegenbouw penetratiewaarden te laag, niet te walsen; industriële toepassingen

2) Chemisch- en polymeergemodificeerde bitumina

Deze bitumina zijn mengsels van bitumen met thermoplasten (EVA) of elastomeren (SBS). Oplosbaarheid in bitumen van elastomeren speelt een grote rol; door modificatie worden eigenschappen van bindmiddelen aanzienlijk beter, zoals temperatuurgevoeligheid, elasticiteit en stijfheid. In vergelijking met normaal bitumen, waar dezelfde testen voor worden gebruikt kunnen heel andere penetratie of viscositeit/temperatuur relaties gevonden worden voor polymeergemodificeerd bitumen. Hiervoor ontbreken functionele eisen, gerelateerd aan het gedrag van gemodificeerd bitumen. Langdurige semi-praktijkproeven zijn nodig om technische voordelen aan te tonen.

Bitumen is visco-elastisch; eigenschappen zijn afhankelijk van temperatuur en belastingtijd. Bij hoge temperatuur en lange belastingtijden gedraagt het zich als een vloeistof; bij lage temperaturen en korte belastingtijden als een vaste stof. Er is geen exact smeltpunt te bepalen; bij temperaturen rond het verwekingspunt ontstaat een overgangsgebied tussen vast en vloeibaar, daarbeneden ontstaan netwerkstructuren, daarboven is het een vloeistof.

### 3.3.2 Testen

Bitumineuze bindmiddelen dienen aan zeer veel eisen te voldoen. Testen kunnen uitgevoerd worden om sterkte te beproeven, om de identiteit van het materiaal of verwerkingsmogelijkheden te bepalen. Er zijn nog geen eenduidige afspraken gemaakt welke testen of specificaties verplicht moeten worden gesteld voor bindmiddelen in bitumineuze voegovergangen.

Tabel 3.4 illustreert aan welke specificaties bindmiddelen van bitumineuze voegovergangen kunnen voldoen. Indien een norm van toepassing is wordt deze erbij genoemd. Onderscheid wordt gemaakt tussen Nationale normen, Europese Normen (EN) en Nederlandse normen (NEN). Bovendien staat aangegeven welk onderdeel van de ASTRA- en BAST- en RVS- richtlijn de betreffende proef beschrijven. Daarnaast is aangegeven in hoeverre de BAST-norm en de ASTRA-richtlijn met elkaar overeenkomen. In bijlage IX is een overzicht gegeven van normwaarden en voor verschillende bindmiddelen waarden behorend bij de specificatie. Aangezien er summier informatie is verstrekt door leveranciers is de tabel op veel punten leeg.

Voor gedetailleerde informatie over de specificaties wordt verwezen naar betreffende normen of richtlijnen. In bijlage I staat een overzicht van de Europese normen die van toepassing zijn op bitumineuze voegovergangen.

Tabel 3.4, Specificaties bindmiddel

naam proef	doel	Norm	Euronorm	Ned. Norm	richtlijn BAST	ASTRA	BAST-ASTRA	RVS
voegtype								
info								
Algemene karakterisering					1	1	equivalent	
samenstelling	productidentiteit, eigenschappen, reproduceerbaarheid				2	2		8
levervorm								
leverhoeveelheid [kg]								
opslageisen								
Temperatuur bij aanbrengen	uitvoering	SNV671914				12	ongelijk	
Wachttijd specificaties	uitvoering							
Gelijkmatigheid en fouten	uitvoering							
Tijdstip aanbrengen	uitvoering							
Primer aanbrengen								
Dichtheid bij 25 gr.	algemeen	D70/DIN52004/ÖNORM C9211	ISO 3838	NEN 3943	3	3	equivalent	3
verwekingspunt ring en kogel		ASTM D36/DIN52011/TLbit Fug 82 /ÖNORM C9212	EN1427	NEN 3948	4	-	ongelijk	2
Duktiliteit 25 gr.(Elastische Rückstellung (ERD) bei 25 gr C mittels Duktilität)		ASTM D113, DIN 52013	EN 13880-3/EN 13398		5	-	ongelijk	-
Duktiliteit 0 gr.(Elastische Rückstellung (ERD) bei 0 gr C mittels Duktilität)	Elasticiteit en reïsswiderstand in kou / kegelpenetratie	ASTM D113, DIN 52013	EN 13589		6	4	equivalent	-
Polymeerverdeling in voegvulling	homogeniteit/faseverdeling				7	5	gelijk	-
Hittebestendigheid	weerstand tegen temperatuurschade bij inbouw		EN 12607-3		8	6	ongelijk	-
Mate van ontmenning	verwerkbaarheid	ASTRA, Verfahren anhang M			9	7	gelijk	-
Dynamische Viskositeit	verwerkbaarheid	ASTRA, Verfahren anhang M		NEN 3944 3945, 3946	10	8	equivalent	-
Dynamische kenmerken in gebruiksomgeving	temperatuursafhankelijkheid van mechanische eigenschappen				11	9	ongelijk	-
glasovergangstemperatuur					12	-	ongelijk	-
Vloeilengte 5u, 60 °C	vormvastheid zomer	ASTMD1191	EN 13880-5		13	10	gelijk	-
Polymeertoestand middels Gelpermeationschromotografie	polymeerkaar./fingerprint				-	11	ongelijk	-
Wurzelfestigkeit, auf spezielle Anforderung'		DIN4062			-	-	-	
Bestimmung des löslichen Bindemittelanteils'		DIN 1996-6			-	-	-	1
Kogelvaltest Hermann		TLbitFug 82 / SN 671917			-	-	-	4
Cone Penetration (dmm) (25°C, 150g, 5s)'		BS2499/ÖNORM C9214/TLbitFug 82			-	-	-	5
Ash Content (%)'		DIN 52005			-	-	-	6
Dehnbarkeit und Haftvermögen ohne Vorbehandlung'		TLbitFug 82	EN 13880-13		-	-	-	7
Veiligheidsmarge tegen oververhitting		SNV671915			-	-	-	9
Penetratie naald		TLbitFug 82	EN 1426	NEN 3949	-	-	-	
Bond (5 cycles of 50% extension,-18 C, 3.2mm/h)'		ASTM D1191			-	-	-	
Tensile Adhesion (%)'		ASTM 3406			-	-	-	
Asphalt Compatibility'		ASTM D3405			-	-	-	
Resilience'		D3407			-	-	-	
vlampunt 'cleveland open cup' (c.o.c.)				NEN 3954	-	-	-	

## 3.4 Toeslagmateriaal

### 3.4.1 Materiaalbeschrijving/ontwerp

Het toeslagmateriaal van een bitumineuze voeg bestaat uit steenslag, bv. tweekorrelig, kubusvormig, scherp. Het moet droog en stofvrij zijn voor een goede hechting aan de voeg.

In de praktijk blijken 3 varianten voor het vullen van de voeg toegepast te worden [9]:

1) Hete toeslagstoffen in sleuf gooien en steeds een tot twee m uitbreiden; direct bitumenmassa op toeslagstoffen gieten

Deze methode wordt het meeste toegepast, goede uitbreiding mogelijk in sleuf, problemen bij stoffige toeslagstoffen.

2) Hete toeslagstoffen in mengtrommel vooromhullen met bitumen, direct bitumen op toeslagstoffen gieten  
Goede hechting tussen de sleuf en de toeslagstoffen en bitumen wordt gerealiseerd; er ontstaan echter bij deze methode stornaden. Onder hoge druk of d.m.v. vibreren kan dit opgelost worden.

3) Hete toeslagstoffen helemaal in gat, goed verdelen; daarna pas gieten bitumen

Deze methode is niet praktisch; door afkoelen toeslagstoffen ontstaan holle ruimtes.

Door de EMPA [13] wordt geadviseerd de toeslagstoffen tot 200 °C op te warmen, zodat de voegvulling bij 180 °C in de sleuf gegoten kan worden. De temperatuur van de vorige laag dient zodanig te zijn dat lucht eruit kan, maar niet te koud zijn om een goede hechting te realiseren. Voorgesteld wordt een temperatuur van 80-90 °C. De een na laatste laag dient 60-70 °C te zijn. Toepassing van 8/10 steenslag aan bovenkant blijkt gunstig te zijn om stroefheid te garanderen. Toplaag moet slijtvast en UV-licht bestendig zijn.

### 3.4.2 Testen

Europese testmethodes aan toeslagstoffen stemmen beter overeen dan die van bindmiddelen. Tabel 3.5 illustreert aan welke specificaties toeslagstoffen van bitumineuze voegovergangen kunnen voldoen. Indien een norm van toepassing is wordt deze erbij genoemd. In bijlage IX is een overzicht gegeven van eisen en productwaarden. Aangezien er summier informatie is verstrekt door leveranciers is de tabel op veel punten leeg.

Tabel 3.5, Specificaties toeslagmateriaal<sup>1</sup>

naam toeslagmiddel	doel	Norm	Euronorm	BASt	ASTRA	BASt-ASTRA
voegtype						
<b>Soort en uiterlijke beschrijving</b>	algemeen		EN 932-3			1 ongelijk
<b>mineraalstofsoort en zuiverheid</b>	algemeen	SN670710 d		1/2	2	2 equivalent
<b>korrelgrootteverdeling</b>	algemeen		EN 933-1 EN 933-	3	3	3 equivalent
<b>dichtheid, porositeit, wateropname</b>	algemeen		EN 1097-6	4	4	4 equivalent
<b>gehalte holle ruimte</b>	algemeen		EN 1097-3	5	5	5 equivalent
<b>korrelvorm, rondheid</b>	beoordeling korrelconstructie	SN670710 d	EN 933-3/EN 993-4	6	6	6 equivalent
<b>verbrijzelgraad</b>	weerstand tegen korrelverbrijzeling	SN670710 d	EN 1097-2	7	7	7 equivalent
<b>hittebestendigheid</b>	weerstand tegen thermische schade		EN 1367-5	8	8	8 equivalent
<b>stofaandeel</b>	hechting korrels/ bindmiddel				9	
<b>inbouwtemperatuur</b>	temperatuurbewaking				9	
<b>Schlagabtrieffestigheid Los Angeles-Trommel'</b>		ÖN B3128				
<b>dichtheid</b>						
<b>leverhoeveelheid [kg]</b>						
<b>opslageisen</b>						

<sup>1</sup> Nader onderzocht dient te worden of steenslag aan EN13043 moet voldoen (NEN6240)

## 3.5 Voegvulling

### 3.5.1 Materiaalbeschrijving/ontwerp

De voegvulling bestaat uit de combinatie van toeslagstoffen en bitumineus bindmiddel. De mengverhouding van bitumen en toeslagstoffen is zeer belangrijk voor de hechting, elasticiteit, ontstaan van holle ruimtes etc. Bovendien mag de dikte van aan te brengen lagen bij uitvoering niet groter zijn dan 40 mm, omdat anders luchtbelvorming optreedt. Afspuiten met water bij uitvoering dient vermeden te worden.

### 3.5.2 Testen

Enkele testen aan voegvullingen zijn al beschreven in Europese normen. Verschillen in opvatting bestaan nog bij de penetratietest. Door de EMPA [13] wordt gesteld dat in plaats van de voorgeschreven penetratietest beter een spoorvormingstest kan worden uitgevoerd. Hierbij dient de testtemperatuur nog nader vastgesteld te worden. Tabel 3.6 illustreert aan welke specificaties de combinatie van bindmiddel en toeslagstoffen kan voldoen.

**Tabel 3.6, Specificaties voegvulling**

naam proef	doel	Euronorm	richtlijn BAST	ASTRA	BAST-ASTRA	Normwaarde
<b>Uiterlijk en conditie</b>	algemene beschrijving		-	2	ongelijk	-
<b>verhouding toeslagstoffen-bindmiddel</b>	karacterisering		2	3	equivalent	volgens leverancier
<b>dichtheid en % holle ruimte</b>	karacterisering	EN 12697-8	3	4	equivalent	-
<b>scheur-trekkracht bij -20</b>	scheurvastheid in kou	EN 12697-23, Anhang M	4	5	gelijk	>1.8 N/mm <sup>2</sup>
<b>Penetratiediepte</b>	statische vervorming			6	ongelijk	-
<b>Wielspoorproef</b>	statische vervorming	EN 12697-22				
<b>waterdichtheid voeg en waterdichte afsluiting</b>	waterdichtheid 15 bar waterdruk 30 minuten					15 bar waterdruk 30 minuten

Voor fundamenteel onderzoek aan bitumineuze bindmiddelen, toeslagstoffen of gehele voegovergangsconstructies biedt de sectie Weg- en Railbouwkunde, faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen voldoende faciliteiten aan. In bijlage VIII is een overzicht te vinden van mogelijke testmethoden voor bitumineuze voegovergangen die in Nederland uitgevoerd kunnen worden.

## 3.6 Conclusies

Er wordt door de EOTA gewerkt aan harmonisatie van testmethoden aan voegovergangen en onderdelen/materialen van voegovergangen. In de toekomst zullen ook voor de toepassing van bitumineuze voegovergangen CE-markering voor afzonderlijke stoffen gelden. Tot die tijd kunnen Duitse en Zwitserse normen als leidraad genomen worden voor de op dit moment door Rijkswaterstaat in ontwikkeling zijnde Nederlandse norm voor voegovergangen.

## 4. Uitvoeringsinstructies

### 4.1 Inleiding

Schades aan bitumineuze voegovergangen lijken voor een groot aantal gevallen terug te voeren op onachtzame inbouw. In dit hoofdstuk worden resultaten uit EMPA-onderzoek gepresenteerd en worden buitenlandse uitvoeringsrichtlijnen vergeleken met uitvoeringsinstructies volgens de Rijkswaterstaat richtlijn. Opgemerkt dient te worden dat deze richtlijn tegenwoordig niet meer verplicht te volgen is in Nederland, dat er daarom geen uitvoeringsinstructies bij de bouw van bitumineuze voegovergangen gegeven worden en dat er bovendien geen controle-instrumenten zijn. Aannemers wordt gevraagd garanties voor producten te geven. Bij falende constructies binnen de afgesproken termijn dienen de producten door de aannemers gerepareerd te worden.

### 4.2 EMPA-onderzoek

Bij EMPA-onderzoek [9] zijn 5 hoofdoorzaken gevonden voor het falen van bitumineuze voegovergangen door fouten bij inbouw:

- 1) Gebruik maken van een slechte roerketel  
Door gebruik te maken van een roerketel met oliemanteling en een temperatuurmeter verbetert de kwaliteit van de verhitte onderdelen.
- 2) Te hoge temperaturen in ketel  
Om locale oververhitting te voorkomen dient altijd geroerd te worden. De maximale verhittingstemperatuur is productafhankelijk, maar meestal optimaal bij 180 °C. Oververhitting zorgt voor oxidatie van bitumen: het materiaal verouderd, waardoor het bindmiddel minder elastisch wordt.
- 3) Te lange verblijfsduur in ketel  
Het bindmiddel mag niet langer dan 8 uur in de ketel verblijven; elke dag dient de ketel geheel schoongemaakt te worden. De hoeveelheid verhitte massa dient goed afgestemd te worden op het aantal te vullen lagen.
- 4) Te hete toeslagstoffen  
In een silo dienen toeslagstoffen gelijkmatig tot 180 °C opgewarmd te worden. Als de silo zich ver van de in te bouwen voeg bevindt dient een thermowagen de stoffen aan te voeren. Een andere methode is het lokaal opwarmen van toeslagstoffen. Let erop dat met een gasvlam of heteluchtlans het materiaal niet verbrandt. Een heteluchtlans in de roerketel heeft als voordeel dat stof weggeblazen wordt.
- 5) Te lage temperatuur toeslagstoffen  
Geen goede homogene verdeling van steenslag en slechte hechting.

In sommige gevallen is voor de hechting van het bindmiddel aan het beton een primer gebruikt. Toepassing hiervan is niet noodzakelijk volgens een hechtingsmeting van ASTRA-richtlijn paragraaf 3.3.2. Indien toch een primer wordt toegepast moet men deze goed laten drogen alvorens de voegovergang te vullen met bitumineuze massa, anders kan zelfs een negatief effect worden bereikt.

### 4.3 Vergelijking Nederlandse richtlijn en ASTRA-richtlijn

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de uitvoeringsinstructies volgens de nieuwe ASTRA-richtlijn, de Nederlandse richtlijn en punten uit uitvoeringsinstructies van aannemers, waar deze afwijken van of een toelichting bieden op de richtlijnen. Als er een x staat genoteerd komen teksten overeen. De uitvoeringsinstructies zijn vergeleken met de Rijkswaterstaat richtlijn. Op hoofdlijnen komen de instructies overeen, op sommige punten gelden afwijkingen. In bijlage X is een totaaloverzicht te vinden van de uitvoeringsinstructies die aangevraagd zijn bij leveranciers van bitumineuze voegovergangen.

#### Vorbereiding


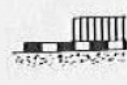

ASTRA	Nederlandse richtlijn	Overig
Uitvoeringsinstructie moet op bouwplaats aanwezig zijn in taal van opdrachtgever en opdrachtnemer.		
Alle bouwmaterialen moeten op de bouwplaats beschermd zijn tegen hitte en vocht		
In elke bouwfase dient oppervlaktewater afgevoerd te worden		
Bouwfases direct na elkaar laten volgen		
De randen van de open voeg moeten vast, ruw, schoon en droog zijn en bovendien parallel aan elkaar lopen		
Hechtsterkte van betononderlaag en asfaltlagen moeten minstens 1.0 N/mm <sup>2</sup> zijn. Wijze, omvang en tijdstip van deze proef is tussen opdrachtnemer en opdrachtgever te regelen. Kosten van deze proef zijn ten laste van de opdrachtgever. Indien niet aan de eisen wordt voldaan dienen verdere afspraken tussen opdrachtnemer en opdrachtgever nader afgestemd te worden.		
De randen van de open voeg dienen voor de inbouw van de voegvulling verwarmd te worden		
Dit kan voorzichtig met heteluchtlanzen gerealiseerd worden		
Slechts bij droog weer of bij het nemen van bijzondere maatregelen (overkapping) mag de voegvulling ingebouwd worden.		
De temperatuur bij inbouw boven de 5°C liggen en minsten 3°C boven het dauwpunt liggen	De gewenste weersomstandigheden gaan uit naar een periode waarin de dilatatievoeg een 'neutraal' punt in zijn bewegingspatroon inneemt (een brugdektemperatuur van 10 °C) de ondergrondtemperatuur dient minimaal 5 °C te zijn.	
De opdrachtnemer dient de uitvoering volgens het inbouwprotocol van bijlage V te documenteren en te overhandigen aan de opdrachtgever		



**Voorbehandeling**

ASTRA	Nederlandse richtlijn	Overig
De ligging van de dilatatiespleet en de zaagsnedes dienen gemarkeerd te worden op het asfalt (met smetlijnen)	x	
Er zijn drie varianten mogelijk voor de aansluiting van de voegvulling, verschillend voor nieuwbouw of vervanging, zie fig. 4.1.	var. 1, waterdicht membraan niet van toepassing	
De afdichting kan tot aan de voegrand of tot in de voeg gelegd worden		
Bij de tweede mogelijkheid dient voor inbouw van het nieuwe wegdek een flexibele scheidingslaag aangebracht te worden		
Voegspleet met olievrije druklucht zuiveren of met stofzuiger reinigen		
Hechtvlakken dienen schoongemaakt te worden en opgeruwd te worden d.m.v. gritstralen. Droog maken met warme hogedruklans (1000 °C / lichtsnelheid 550 m/s)	x	Voorbehandelen door zandstralen ter verbetering van hechting is aan te bevelen
Eventuele onvlakheden dienen te worden uitgevuld met een speciaal daarvoor bestemde mortel. Het soort mortel is afhankelijk van de voorgeschreven werksnelheid.	Beschadigd beton stralen of behandelen met naaldbikhamer, daarna met de juiste mortel repareren: - de mortel moet dezelfde trekkracht op kunnen nemen als het constructiebeton - de mortel moet hittebestendig en krimparm zijn - aan te brengen laagdikte minimaal 5 mm (korrel daarmee in overeenstemming) - zie ook cur aanbevelingen 24 en 27	

**Figuur 4.1, Illustratie alternatieve inbouwmethoden volgens ASTRA [2]**

Variante	Schema	Kommentar	Anwendung
Variante 1		Durchschneiden der Abdichtung an der Muldenflanke	Neubau oder Erhaltung
Variante 2		Vollständiges Freilegen der Abdichtung und Einbinden des Anschlussstreifens in die Muldenfüllung	Nur Neubau
Variante 3		Teilweises Freilegen der Abdichtung und Einbinden des Anschlussstreifens in die Muldenfüllung	Nur Erhaltung

**Inbouw**

ASTRA	Nederlandse richtlijn	Overig
Afdichten van dilatatiespleet met afdichtprofiel	Hittebestendig; let op: de plaat goed centreren; eventuele rubbernokken mogen niet in de dilatatievoeg klem komen te zitten.	
Bekleden van voegpleet met bitumen		
Boven dilatatiespleet corrosiebestendige afdichtplaat leggen	(aan schampkant mag alu)	
Mogelijk weefsel aan te brengen op plaat	Het applicatiebedrijf kan een anti-hechtslab gebruiken zodat de staalplaat zich minder star in de voegmassa gedraagt. Deze anti-hechtslab wordt op de afdichtstrip aangebracht. Op de hechtvlakken en op de afdichtingplaat of op de anti-hechtslab wordt gemodificeerde bitumen aangebracht	
		In indirect verhitte roerketel met thermostatische sturing en motoraangedreven roersysteem wordt de voegvulling bereid
De verhitte voegvulling mag maximaal 8 uur in de roerketel verblijven		
Na iedere werkdag dient de ketel gelegeerd te worden; resten mogen niet hergebruikt worden		
Temperaturen dienen bij kritieke plekken permanent gecontroleerd en genoteerd te worden	Bij aanleg van de voegovergang moeten doorvoerbuizen van KPN en Nutsbedrijven die net onder de voegovergang liggen, afdoende tegen de hoge temperatuur van het voegmateriaal beschermd worden.	
	Steensoort en zeefmaat worden volgens systeemvoorschrift bepaald aan de hand van de gekozen laagdikte.	Toeslagstoffen dienen gelijkmatig verhit te worden
Verstoffing van de verhitte toeslagstof mag de waarden van tabel 2.1 in bijlage 3 [ASTRA-RICHTLIJN] niet overschrijden	Stenen moeten vet- vuil- en stofvrij zijn.	
De bereidingstemperatuur en de inbouwtemperatuur van bindmiddel en toeslagstof zijn te bepalen volgens de leverancier	De verwerkingstemperatuur kiezen volgens het systeemvoorschrift. (gelijke temperatuurmeters gebruiken).	
	Er wordt al dan niet met gemodificeerd bitumen omhuld mineraalaggregaat aangebracht in één of meerdere lagen. Iedere laag wordt gepenetreerd met bitumen.	De maximaal toegestane dikte per laag is 40 mm

ASTRA	Nederlandse richtlijn	Overig
De laatst aan te brengen laag is de oppervlaktebehandeling. Deze laag mag pas na het afkoelen van de voegvulling tot 50 °C aangebracht worden. Het preciese temperatuurverloop dient vastgelegd te zijn in de uitvoeringsinstructie.	De laatste laag bestaat uit een mengsel van stenen omhuld met gemodificeerd bitumen. Laagdikte en de verhouding stenen/bitumen aanhouden volgens het systeemvoorschrift. De mengverhouding in volumedelen aangeven.	
	watergekoelde trilplaat of lichte wals	Verdichten
		Apply premix layer
opwarmen met gasbrander, daarna instrooien	Zodra de voegovergang is afgekoeld, wordt ze zo spoedig mogelijk weer opgewarmd en nagepenetreerd. Direct na het napenetreren wordt de toplaag ingestrooid. Een niet ronde korrel van 1.5 tot 4 mm gebruiken. Het materiaal volgens systeemvoorschrift voorverwarmen en inwalsen.	
Na afkoeling mag geen schadelijke overschot van voegvulling aan de oppervlakte liggen		x, T<50
		Bij aanleg per 50 mm voegdikte een overhoogte van 1 mm toepassen ter compensatie van op te treden krimp.
		Bij overlaging van het wegdek mag de voeg niet dikker worden dan 125 mm om de dikte/breedteverhouding niet teveel te verstoren.

## 4.4 Conclusies

Op dit moment ontbreken in Nederland uitvoeringsinstructies bij inbouw van bitumineuze voegovergangen. De Nederlandse richtlijn voor bitumineuze voegovergangen is niet meer verplicht te gebruiken; aannemers dragen op basis van functionele eisen oplossingen aan en bieden voor hun product garanties. Uit deze inventarisatie is gebleken dat het moeilijk is vanuit aannemers informatie te verkrijgen over toegepaste bitumineuze voegovergangen, materiaalspecificaties en uitvoeringsinstructies. Het is raadzaam in de toekomstige norm voor voegovergangen op te nemen dat er tijdens de uitvoering door de aannemers een uitvoeringsinstructie beschikbaar is.



## 5. Kwaliteitscontrole

Door een verbeterde kwaliteitscontrole is in Zwitserland en Duitsland reeds bewezen dat het aantal schadegevallen van voegovergangen afneemt.

In de nieuwe ASTRA-richtlijn zijn de volgende stappen opgenomen voor een kwaliteitsplan in de projectvoorbereiding, de uitvoering en de oplevering [5/12], zie ook bijlage V voor verantwoordelijkheden:

### 1) Projectvoorbereiding

- Opstellen van projectspecificaties

- Nieuwbouw of renovatie?; dilatatie; verkeersvolume; klimaat; bouwfasen; mechanisch gedrag.
- Keuze voor type voegovergang; samenstelling, opbouw. Moet in grotere samenwerking tussen opdrachtgever en ingenieursbureau tot stand komen
- In bijlage III is een voorbeeld te vinden van een projectspecificatieblad

- Alleen systemen toelaten met 'toelating';

- Testen aan bindmiddel, toeslagstoffen, voegvulling en voegovergangssysteem

- ASTRA-richtlijn bij alle bruggen toepassen

### 2) Uitvoering

- Bouw voegovergang volgens uitvoeringsinstructies

- Algemene informatie over in te bouwen systeem
- Definitie van systeemcomponenten
- Gedetailleerde beschrijving van inbouwfasen
- Uitvoeringsinstructie voor bewaking inbouwend personeel en controle-instrument voor bouwleiding

- Gebruik maken van inbouwprotocol

- Protocol van alle kwaliteitsrelevante arbeidsprocessen
- Protocol van randvoorwaarden, bv. weersomstandigheden
- In bijlage V is een voorbeeld te vinden van een inbouwprotocol

- alleen opdragen aan specialistische bouwbedrijven met iso 9001 of iso 9002 en gekwalificeerd personeel

### 3) Kwaliteitsbewaking bij en na oplevering

- Materiaaltesten bij oplevering
- Resultaten van interne controle volgens keuringsplan
- Garanties

In tabel 4.1 staan binnenlandse en buitenlandse leveranciers/aannemers van bitumineuze voegovergangen. In de tabel is aangegeven welke leveranciers gecertificeerd zijn. In Duitsland geldt certificering volgens de TL-BEL-Fü, in Zwitserland volgens ASTRA en in Oostenrijk volgens RVS 15.45.

Tabel 4.1, Gecertificeerde en niet-gecertificeerde bitumineuze voegovergangen leveranciers/aannemers

Firma	Systeemnaam	Datum uitvoeringsaanwijzing	Einddatum	Certificering
Aydogan Sanierungstechnik GmbH Bünsdorf	AFA-BIT-Verfahren	Juni 2004	31.08.2009	TL-BEL-Fu
Lafrentz Braunschweig	BITU-JOINT	7.09.2004	31.10.2009	TL-BEL-Fu
Deutsche Asphalt/o STRABAG AGKöln	DAFÜbit 2000	10.08.2001	30.09.2006	TL-BEL-Fu
Dieringer & Stark Sanierungs und VertriebsgesellschaftmbH Zimmern ob Rottweil	FLEXJOINT BETA	mei-02	30.03.2008	TL-BEL-Fu
MC-Bauchemie Bottrop	Nafutekt Plus	apr-02	30.04.2007	TL-BEL-Fu
BITULEIT LeipzigGmbHLeipzig	THORMA JOINT®	1.07.2001	31.08.2006	TL-BEL-Fu
KEMNA BAU AndreaeGmbH. & Co. KG.Pinneberg	THORMA JOINT®	7.12.2000	31.01.2006	TL-BEL-Fu
BDS Bitumen Dichtsysteme GmbH	ESOFUK	31 okt. 01	-	RVS 15.45
Colas GmbH	THORMA JOINT®	30. Okt. 01	-	RVS 15.45
Otto Alte-Teigeler GmbH Bohr- undFugentechnikGes.m.b.H.	OAT – VILLAJOINT	31. Okt. 01	-	RVS 15.45
Reisner&Wolff EngineeringGmbH&Co.KG	POLYFLEX	18. Feb. 05	18. Feb. 10	RVS 15.45
RSAG Reparatur- & Sanierungstechnik AG	THORMA JOINT®			Astra
Villas Austria GmbH /Tecton AG	Villajoint			Astra
Freyssinet AG / Aeschlimann AG	VIA-AE-Joint			Astra
Walo Bertschinger AG	WALO joint			Astra
Prismo	Zebrajoint			
Villasyn	Villajoint			
WABO	EXPANDEX			
ASL CONTRACTS	Hotfalt			Dep. St. BA26/94, BD33/94
Freyssinet	Viajoint			SETRA
Smits Neuchatel	Multijoint			
Heijmans	Latexfalt			
Heijmans	Biguma			
Klaruw	THORMA JOINT®			
Imbema Denso	sonor elastmeercompound,			
Stelling Vroomshoop	REINAU			
Vnn Kessel	Verkalast			
Brabotech	Sika Dilament			
Schagen				
Trelleborg	B-500 asphaltic plug joint			
Feba	Feba joint			
BTPS BETA FLEX S				
CIPEC WS				
RCA	Polyjoint			
Colas GmbH	SILENT - JOINT 700	30. Sep. 03	-	RVS 15.45
Colas GmbH	SILENT - JOINT 900 S	17. Feb. 05	-	RVS 15.45
Otto Alte-Teigeler GmbH Bohr- undFugentechnikGes.m.b.H.	OAT - Easy - Joint Resa700	8. Dez. 04	9. Dez. 09	RVS 15.45

## 6. Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

Er werden en worden veel schaden geconstateerd aan bitumineuze voegovergangen. Dit blijkt uit binnenlandse en buitenlandse inventarisaties. In Duitsland, Zwitserland en Oostenrijk zijn richtlijnen opgesteld voor voegovergangen met daaraan gekoppeld kwaliteitssysteem van proeven voor inbouw, tijdens inbouw en regelingen van verantwoordelijkheden. Dit systeem blijkt minder schadegevallen op te leveren.

Er wordt door de EOTA gewerkt aan harmonisatie van testmethoden aan voegovergangen en onderdelen/materialen van voegovergangen. In de toekomst zullen ook voor de toepassing van bitumineuze voegovergangen CE-markering voor afzonderlijke stoffen gelden. Tot die tijd kunnen Duitse en Zwitserse normen als leidraad genomen worden voor de op dit moment door Rijkswaterstaat in ontwikkeling zijnde Nederlandse norm voor voegovergangen.

Op dit moment ontbreken in Nederland uitvoeringsinstructies bij inbouw van bitumineuze voegovergangen. De Nederlandse richtlijn voor bitumineuze voegovergangen wordt nauwelijks gebruikt; aannemers dragen op basis van functionele eisen oplossingen aan en bieden voor hun product garanties. Het is opmerkelijk dat er een richtlijn is voor voegovergangen, maar dat informatie vanuit aannemers en leveranciers nauwelijks verstrekt wordt en dat tegelijkertijd de kwaliteit van een groot aantal voegen te wensen overlaat. Uit onderhavige inventarisatie is gebleken dat het moeilijk is vanuit aannemers informatie te verkrijgen is over toegepaste bitumineuze voegovergangen, materiaalspecificaties en uitvoeringsinstructies. Het is raadzaam in de toekomstige norm voor bitumineuze voegovergangen op te nemen dat er tijdens de uitvoering door de aannemers een uitvoeringsinstructie beschikbaar is en dat aannemers aantonen dat hun producten aan kwaliteitseisen voldoen.

In het algemeen geldt dat het nuttig is bij oplevering van bitumineuze voegovergangen meer gegevens te registreren. Er moet vastgelegd worden wie, wat, waar, hoe heeft ingebouwd, zodat op latere termijn zowel voor onderhoudsinspecties als voor inventarisaties meer informatie over de voegovergangen beschikbaar is. Voorbeelden van formulieren voor het registreren van projectspecificaties en inbouwprotocollen kunnen wederom uit Duitse en Zwitserse richtlijnen gehaald worden.

### 6.2 Aanbevelingen

- Eis uitvoeringsinstructies en kwaliteitsplan van aannemer;
- Verwerk aandachtspunten van deze inventarisatie in de norm voor enkelvoudige voegovergangen, onderdeel bitumineuze voegovergangen;
- Verbeter registratie bij oplevering; dit ten bate van onderhoud- en beheersplannen;
- Onderzoek de relevantie van testmethodes; bovendien kan geïnventariseerd worden welke testopstellingen in Nederland beschikbaar zijn (TU Delft, Intron, etc.);
- Ontwikkel labproeven en semi-praktijkproeven om een goede inschatting te maken van de levensduur in de praktijk;
- Test de geluidsreductie van bitumineuze voegen volgens meetspecificaties rapport ‘meetbare geluidseisen en geluidarme oplossingen’ (TU Delft; Pijpers, 2005);
- Achterhaal van reeds ingebouwde bitumineuze voegovergangen informatie, jaar van inbouw, leverancier, materiaalspecificatie; maak een database met gegevens over bitumineuze voegovergangen, schades, levensduren, etc.
- Inventariseer de effecten van de toepassing van uitvoeringsinstructies en inbouwcontrole te inventariseren;

- Houd nieuwe ontwikkelingen op het gebied van bitumineuze voegovergangen, zoals de Silent-Joint bij;
- In deze inventarisatie is weinig informatie beschikbaar gesteld vanuit Engeland; aangezien de verwachte kennis omtrent bitumineuze voegovergangen hoog is, is het raadzaam dieper in te gaan op de Engelse gebruikservaringen en ontwikkelingen.



## Bronnen

- [1] Pijnenborgh, A.J., Ivens, P.A., Richtlijn voor ontwerp en uitvoering 'Bitumineuze Voegovergangen'; Min. V&W: Doesburg en de Deugd bv, Amstelveen, 1994
- [2] ASTRA richtlijn Fahrbaanübergänge aus Polymerbitumen, 1998 (internetuitgave)
- [3] Bast richtlijn ZTV-BEL-FÜ
- [4] Lubbers, H.E., Bitumen in de weg- en waterbouw: NABIT; Gouda 1985
- [5] Donzel, M., Fahrbaanübergänge aus Polymerbitumen; neue Entwicklungen und Revision der ASTRA-Richtlinie: EMPA-VERRAS; Dübendorf, 2005
- [6] Gut, M., Schweizer Erfahrungen aus der Sicht des Bauherrn: EMPA-VERRAS; Dübendorf, 2005
- [7] Wruck, R., Erfahrungen und Stand der Technik in Deutschland aus der Sicht des Bauherrn: EMPA-VERRAS; Dübendorf, 2005
- [8] Delacroix, D., Erfahrungen aus der Sicht der Schweizer Interessengemeinschaft Fahrbaanübergänge aus Polymerbitumen: EMPA-VERRAS; Dübendorf, 2005
- [9] Hean, S., Partl, M.N., Analyse des Praxisverhaltens von vier Fahrbaanübergangs-Systeme an 18 Objekten in der Schweiz – Erkenntnisse und Empfehlungen für die Praxis: EMPA-VERRAS; Dübendorf, 2005
- [10] Gallai, G., Situation in Österreich: EMPA-VERRAS; Dübendorf, 2005
- [11] Recknagel, C., Stand der Prüftechnik; Bewährung und Erfahrungen in Deutschland: EMPA-VERRAS; Dübendorf, 2005
- [12] Lehmann, P., Die neue ASTRA-Richtlinie für Fahrbaanübergänge aus Polymerbitumen – Was ist anders? : EMPA-VERRAS; Dübendorf, 2005
- [13] Partl, M.N., Die Richtlinie und Europa: EMPA-VERRAS; Dübendorf, 2005
- [14] Wruck, R. Fahrbaanübergänge aus Asphalt: BAST Heft B36; Bergisch Gladbach, 2002
- [15] Klatter, L., Inventarisatie enkelvoudige voegen: Rijkswaterstaat Bouwdienst, 2005



# Bijlagen

## Bijlage I, Overzicht Europese normen

### Bindmiddel

ISO 3838	Ruwe aardolie en vloeibare of vaste aardolieproducten - Bepaling van de dichtheid of relatieve dichtheid - Methode met pyknometer met stop met capillair, en met pyknometer met twee capillairen met maatverdeling
EN 1426	Bepaling van de penetratie - Cone penetration test
EN 1427	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van het verwekingspunt - Ring- en kogelmethode
EN13880-3	Warm aangebrachte voegafdichtingsmaterialen - Deel 3: Beproevingmethoden voor de bepaling van de kogelpenetratie en terugvering
EN13398	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van het elastisch herstel van gemodificeerd bitumen
EN13589	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van de trekeigenschappen van gemodificeerd bitumen door de kracht-duktiliteit-methode
EN12607-3	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van de weerstand tegen verharding onder de invloed van warmte en lucht - Deel 3: RFT-methode
EN13880-5	Warm aangebrachte voegafdichtingsmiddelen - Deel 5: Beproevingmethode voor de bepaling van de vloeiveerstand
EN12697-1	Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 1: Gehalte aan oplosbaar bindmiddel

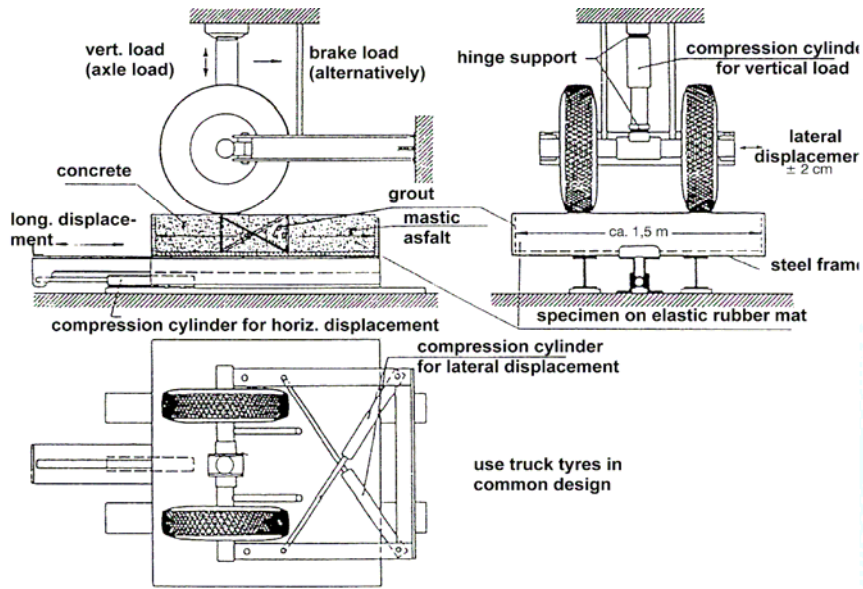
### Toeslagmateriaal

EN 932-3	Beproevingmethoden voor algemene eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 3: Procedure en terminologie voor een vereenvoudigde petrografische beschrijving
EN 933-1	Beproevingmethoden voor geometrische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 1: Bepaling van de korrelgrootteverdeling - Zeefmethode
EN 933-2	Beproevingmethoden voor geometrische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 2: Bepaling van de korrelverdeling - Controlezeven, nominale afmetingen van de openingen
EN 1097-6	Beproevingmethoden voor de bepaling van mechanische en fysische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 6: Bepaling van de deeltjesdichtheid en de wateropname
EN 1097-3	Beproevingmethoden voor de bepaling van mechanische en fysische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 3: Bepaling van de dichtheid van onverdicht materiaal en het gehalte aan holle ruimten
EN 933-3	Beproevingmethoden voor geometrische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 3: Bepaling van korrelvorm - Vlakheidsindex
EN 933-4	Beproevingmethoden voor geometrische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 4: Bepaling van de korrelvorm - Korrelvormgetal
EN 1097-2	Beproevingmethoden voor de bepaling van mechanische en fysische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 2: Methoden voor de bepaling van de weerstand tegen verbrijzeling
EN 1367-5	Beproevingmethoden voor de thermische eigenschappen en verwerking van toeslagmaterialen - Deel 5: Bepaling van de weerstand tegen kortstondige verhitting

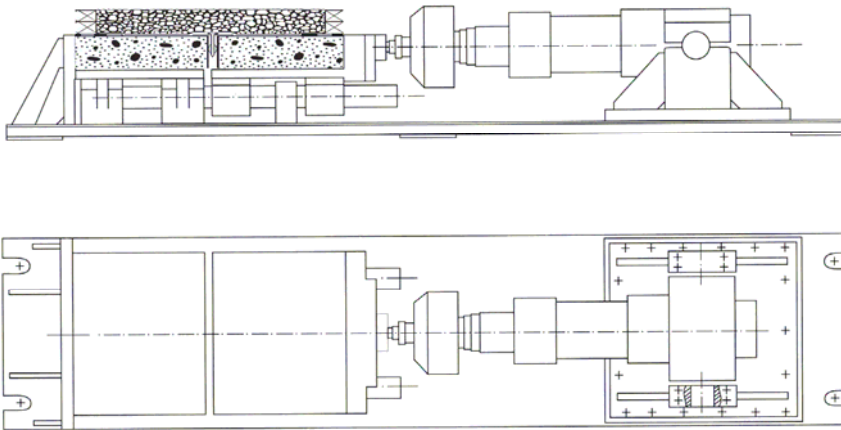
### Voegvulling (bitumineus bindmiddel + toeslagmateriaal)

EN 12697-23	Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 23: Bepaling van de splijttreksterkte van bitumineuze proefstukken
EN 12697-8	Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 8: Bepaling van het gehalte aan poriën in bitumineuze materialen
EN 12697-22	Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 22: Wielspoorproef

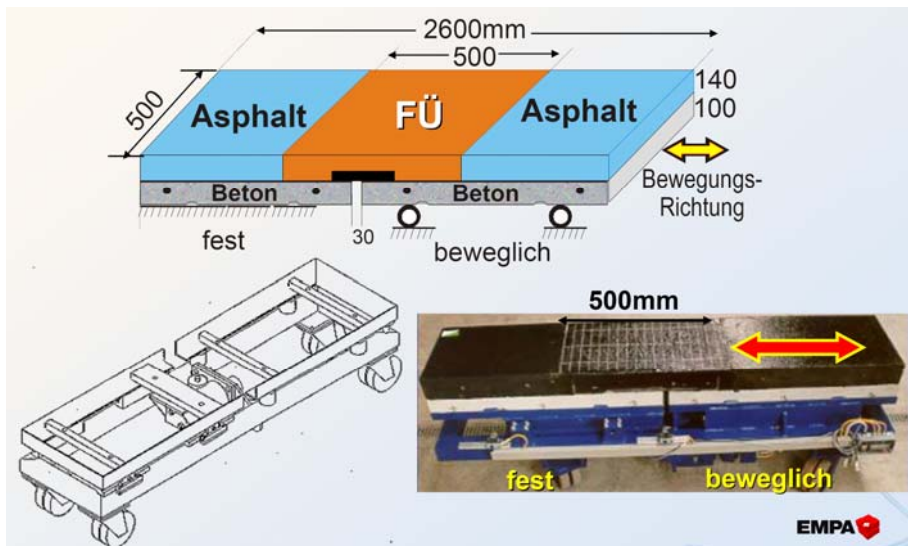
## Bijlage II, Illustraties testopstellingen [13]



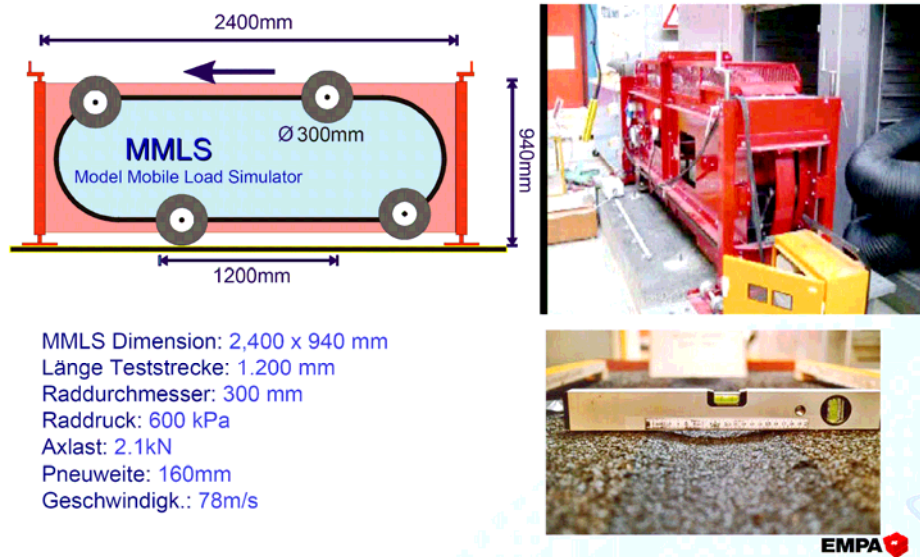
Overroltest, TU München



BAM, dilatatie test



BAM: Joint Movement Simulator



Model Mobile Load Simulator

## Bijlage III, Formulier projectspecificatie (objectdata) [ASTRA]

<b>FORMULAR OBJEKTDATEN</b>	
<b>1. Auftraggeber</b>	Tiefbauamt Nidwalden Breitenhaus, 6370 Stans Tel: 041 618 72 02 Fax: 041 618 72 25 Kontaktperson: XY E-Mail: info@nw.ch
<b>2. Projektverfasser</b>	CES BAUINGENIEUR AG Güterstrasse 3, 6060 Sarnen Tel: 041 666 70 30 Fax: 041 666 70 31 Kontaktperson: XY E-Mail: info.sarnen@cesag.ch
<b>3. Objektspezifikation</b>	Objektname: _____ Bezeichnung Fahrbahnübergang: _____
<b>4. Geometrie</b>	Resultierendes Gefälle: <input type="checkbox"/> ≤ 6 % <input type="checkbox"/> > 6 % <input type="checkbox"/> effektiv % Breite des Fugenspaltes bei mittlerer Ortstemperatur: ca. mm Gesamtdicke der Beläge im Fahrbahnbereich inkl. Standspur: maximal mm, minimal mm Gesamtdicke der Beläge im Gehwegbereich: maximal mm, minimal mm
<b>5. Verkehrscharakteristiken pro Fahrrichtung</b>	Verkehrsfrequenzen: <input type="checkbox"/> klein DTV < 1'000 <input type="checkbox"/> mittel 1'000 < DTV < 20'000 <input type="checkbox"/> gross DTV > 20'000 Lastwagenanteil: <input type="checkbox"/> klein < 5 % <input type="checkbox"/> mittel 5 % < LW-Anteil < 15 % <input type="checkbox"/> gross > 15 % Mech. Beanspruchung: <input type="checkbox"/> Normale Verkehrslasten <input type="checkbox"/> Standspur <input type="checkbox"/> Gehwegbereich <input type="checkbox"/> Regelmässige Brems- und Anfahrkräfte <input type="checkbox"/> Bushaltestelle <input type="checkbox"/> Lichtsignalanlage
<b>6. Objektbezogene Einflussgrössen</b>	Einflusslänge der Bewegungen: L = _____ m Bewegungen bei mittlerer Ortstemperatur von _____ ° C: horizontaler Dehnweg _____ mm, horizontaler Stauchweg _____ mm, vertikaler Versatz _____ mm
<b>7. Bestehende Materialien</b>	Angrenzende Beläge: <input type="checkbox"/> Asphaltbeton mit Hohlraumgehalt < 6 Vol. % <input type="checkbox"/> Gussasphalt <input type="checkbox"/> Beton Muldenboden: <input type="checkbox"/> Beton <input type="checkbox"/> Mörtelgrundierung Abdichtung: <input type="checkbox"/> PBD <input type="checkbox"/> Gussasphalt <input type="checkbox"/> Flüssigkunststoff <input type="checkbox"/> Mastix <input type="checkbox"/> keine
<b>8. Ausführungsbedingungen</b>	Ausführungstermin: <input type="checkbox"/> April bis Mai <input type="checkbox"/> Juni bis August <input type="checkbox"/> September bis November <input type="checkbox"/> Einbau unter Verkehr: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Einbau in Etappen: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Einhausung vorgesehen: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
<b>9. Unterschrift zum Objektformular</b>	Datum ..... Unterschrift Projektverfasser .....

## Bijlage IV, Formulier inbouwprotocol [ASTRA]

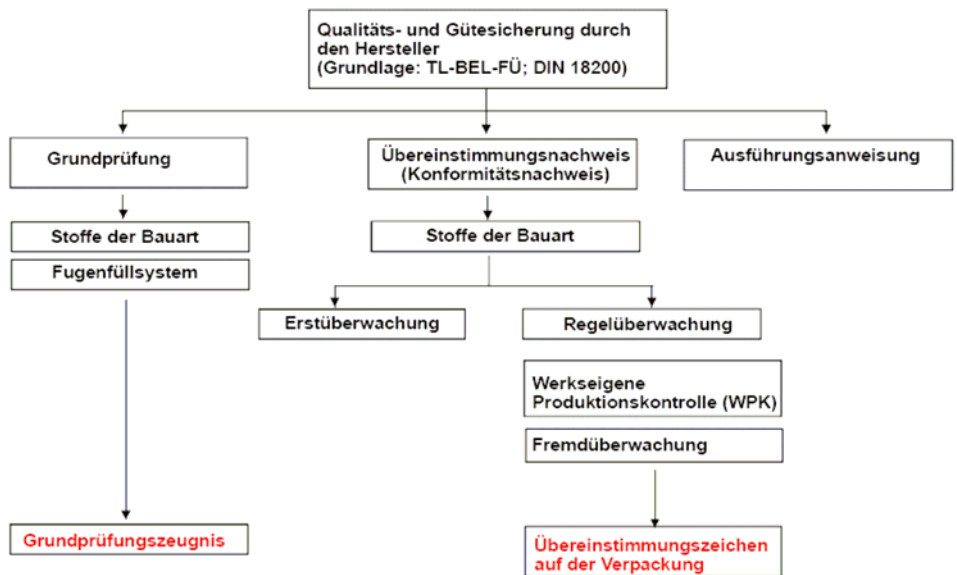
LOGO	<b>Einbauprotokoll Fahrbahnübergänge aus Polymerbitumen</b>		<b>1/2</b>
Objektbezeichnung _____	Ort _____	Baustellen Nr. _____	
Systemname _____	Ausführungsanweisung vom _____	Massnahme <input type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Erhaltung	
Polier _____	Bauführer _____	Datum _____	
<b>1. Arbeitsetappe</b>			
1.1 Bauteil _____ 1.2 <input type="checkbox"/> Normalspur 1.3 <input type="checkbox"/> Überholspur 1.4 <input type="checkbox"/> Standspur 1.5 <input type="checkbox"/> Gehweg			
<b>2. Witterung</b>			
2.1 <input type="checkbox"/> schön 2.2 <input type="checkbox"/> bewölkt 2.3 <input type="checkbox"/> bedeckt 2.4 <input type="checkbox"/> neblig 2.5 <input type="checkbox"/> _____ 2.6 Einhausung <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
2.7 <input type="checkbox"/> Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit siehe Aufzeichnungen Thermohydrograf 2.8 Bemerkungen _____			
<b>3. Materialien für Fahrbahnübergänge aus Polymerbitumen</b>			
3.1 Tränkmasse TM 3.2 Zuschlagsstoffe ZS <input type="checkbox"/> 11/16 % <input type="checkbox"/> 16/22 % <input type="checkbox"/> roh <input type="checkbox"/> vorumhüllt			
Chargen-Nr. _____ Lieferant _____ 3.3 Oberflächenabschluss <input type="checkbox"/> Sand <input type="checkbox"/> Splitt 3.4 Haftvermittler <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
3.5 Dichtungsprofil Glaswollzopf D = _____ mm / Moosgummi D = _____ mm 3.6 Abdeckstreifen Material _____ Breite _____ mm Dicke _____ mm			
<b>4. Herstellung der Fugenmulde und angrenzende Materialien</b>			
4.1 Herstellen mit Schneiden 4.2 Breite Fugenspalt _____ bis _____ mm 4.3 Versiegelung <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
4.4 Abdichtung intakt <input type="checkbox"/> PBD-Abdichtung <input type="checkbox"/> FLK-Abdichtung 4.5 angrenzende Beläge <input type="checkbox"/> Gussasphalt <input type="checkbox"/> Walzasphalt <input type="checkbox"/> Beton			
4.6 Muldenboden <input type="checkbox"/> Beton <input type="checkbox"/> _____ Haftzugfestigkeit _____ N/mm <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> fest, rau, sauber, trocken <input type="checkbox"/> Massnahmen _____			

LOGO	<b>EINBAUPROTOKOLL FAHRBAHNÜBERGÄNGE AUS POLYMERBITUMEN</b>		<b>2/2</b>
<b>6. Auffüllen der Fugenmulde</b>			
6.1 <input type="checkbox"/> Strahlen Muldenboden 6.2 <input type="checkbox"/> Feuchtigkeit Betonuntergrund _____ % 6.3 Objekttemperatur in Fugenmulde _____ °C 6.4 <input type="checkbox"/> Fixierung Abdeckstreifen			
6.5 <input type="checkbox"/> Kontrolle Austrocknungszeit Muldenauskleidung 6.6 <input type="checkbox"/> Aktivierung Muldenflanken mit Wärme 6.7 Anzahl Schichten <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			
<b>7. Eigenüberwachung bei der Bauausführung</b>			
7.1 Trockenheit der Zuschlagsstoffe <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein 7.2 Staubanteil der Zuschlagsstoffe <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Stufe _____ <input type="checkbox"/> nein			
7.3 Vollständige Entleerung Gebinde <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein 7.4 Beginn Erhitzung Tränkmasse _____ Uhr Ende Erhitzung Tränkmasse _____ Uhr			
7.5 Verarbeitungstemperatur			
1. Schicht 1. Schicht 2. Schicht 2. Schicht 3. Schicht 3. Schicht 4. Schicht 4. Schicht 5. Schicht 5. Schicht			
Entnahmetemperatur TM aus Ofen ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C			
Temperatur ZS während Erhitzung ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C			
Temperatur ZS vor Kontakt TM ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C ..... °C			
7.6 Oberflächentemperatur zu Beginn Oberflächenabschluss ..... °C Oberflächentemperatur am Ende Oberflächenabschluss ..... °C			
7.7 Ende der Arbeiten am Oberflächenabschluss ..... Uhr 7.8 Inbetriebnahme zugelassen ab Datum ..... Zeit ..... Uhr			
<b>8. Rückstellproben für Kontrollprüfungen</b>			
8.1 Bezeichnung TM bei Anlieferung _____ 8.2 Bezeichnung TM während Einbau _____ 8.3 Bezeichnung ZS während Einbau _____			
<b>9. Bemerkungen und Skizzen</b>			
<i>Die kursiv gedruckten Angaben können vorgängig ausgefüllt werden, weil sie mit dem System zusammenhängen und der Zulassung (Erstprüfung und Ausführungsanweisung) entsprechend festgelegt sind.</i>			
<b>10. Unterschriften zum Protokoll</b>			
Datum ..... Unterschrift Polier ..... Datum ..... Unterschrift Bauleiter .....			



## Bijlage V, Kwaliteitsbewaking en verantwoordelijkheden [12]

Prüfungen und Überwachungen	Systemlieferant	Ingenieur	Spezialfirma
Erstprüfung mit Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung (für die Zulassung)	X	---	---
Werkseigene Produktionskontrolle WPK und Fremdüberwachung FÜ (für die Verlängerung der Gültigkeit nach Erstprüfung)	X	---	---
Eigenüberwachung durch Arbeit nach Ausführungsanweisung und Ausfüllen des Einbauprotokolls (bei der Bauausführung)	---	---	X
Überwachung nach Kontrollplan (bei der Bauausführung)			
Kontrollprüfungen (nach der Bauausführung)	---	X	---
Zusätzliche Kontrollprüfungen (nach der Bauausführung)	---	X	X
Schiedsuntersuchung (nach der Bauausführung)	---	X	X



## Bijlage VI, Referentielijst Nederlandse voegovergangen

Referentielijst voegovergangen		jaar	opmerking	breedte	dikte	lengte
Multijoint	A15 Rotterdam-Zuid	1997				
Multijoint	A20 Rotterdam-Noord	1998				
Multijoint	A10 West Amsterdam	2001				
Multijoint	A5 Schiphol	2003				
Multijoint	N11 Leiden-Alphen	1998-1999				
Multijoint	N11 Alphen-Bodegraven	2004				
Multijoint	A4 Roelofarendsveen	2003-2004-2005				
Multijoint	A10 Noord Amsterdam	2005				
Multijoint	A9 Gaasperdammerweg	2005				
Multijoint	A12 Voorburg	1999				
Heijmans	RW59 Drunen West					
Heijmans	Amersfoort					
Heijmans	Deventer					
Heijmans	Westerscheldetracé					
Heijmans	RW 29 Numansdorp					
Brabotech	A50 Emmeloord	2001	nieuwbouw	0.675	0.11	104.14
Brabotech	A76	2001	reparatie	0.67	0.0575	4
Brabotech	A76	2001	reparatie	0.82	0.09	4.36
Brabotech	N374 Odoorn	2001	nieuwbouw	0.5	0.065	24.8

## **Bijlage VII, Modelbestek variabel onderhoud asfaltverhardingen (juli 2005)**

### 33.2.1 Eisen voegconstructies

1. De voegconstructies moeten waterdicht zijn.
2. De bovenzijde van de voegconstructie moet op gelijke hoogte aansluiten aan de bovenzijde van de asfaltdeklaag. Maximaal toegestane afwijking +/- 5mm
3. De stroefheid van voegovergangconstructies, bepaald volgens proef 76 van de Standaard RAW Bepalingen 2000: > 0,45.
4. Maximaal toegestane afwijking in dwarsvlakheid van voegconstructies, gemeten met een mal, een rei of rolrei van 3m lengte:
  - bij de oplevering: < 5mm;
  - gedurende de garantieperiode: <18mm
5. Scheurvorming:
  - bij de oplevering: mag niet voorkomen;
  - gedurende de garantieperiode: <0,2mm

### 92.22 Garantie voor een onderdeel

- De aannemer garandeert gedurende een periode van vijf jaar na de datum van oplevering dat de door hem aangebracht voorzieningen met betrekking tot voegconstructies tenminste voldoen aan de in artikel 33.2.1 van dit bestek genoemde eisen.

## Bijlage VIII, overzicht van mogelijke testmethoden voor bitumineuze voegovergangen in Nederland

<b>Joint Material</b>	
<b>Property</b>	<b>Test Method</b>
Resistance to fatigue	4 point bending test 4 point shear test Pulsator (Dutch test for steel bridge constructions)
Skid resistance	Skid Resistance Tester (SRT) Wehner/Schulze
Drainage capacity	Becker Air drainometer
Resistance to permanent deformation	Triaxial Test Wheel tracking test Lintrack (ALF)
Resistance to shear	4 point shear test Leutner test
Resistance to cracking	Semi Circular Bending (SCB)
<b>Binder</b>	
Resistance to ageing	Short term - RTFOT Long term - RCAT - PAV in combination with GPC and reometer
<b>Aggregate</b>	
Resistance to cracking	Los Angeles
Resistance to polishing	Polishing Stone Value

## **Bijlage IX, Overzichten materiaalspecificaties**





Toeslagmateriaal

naam toeslagmiddel	Normwaarde	Eenheid	Hartsplitt	graziet- edelsplitt	gekalibreerde porfiersteenslag	Prismo	Basaltmateriaal EBK 16/22 ex	Grauwkwart- siet
voegtype			Villajoint	Multijoint	sonor elastmeercompound	zebrajoint	Polyflex	Brabotech
<b>Soort en uiterlijke beschrijving mineraalstofsoort en zuiverheid</b>	-							
korrelgrootteverdeling	volgens leverancier		11/16 (h<120)	j	14-20		j	nov-16
dichtheid, porositeit, wateropname	-							
gehalte holle ruimte	-							
korrelvorm, rondheid							j	
verbrijzelgraad	11-16mm: Z<20 M%; 16-22 mm: Z< 22 M%							
hittebestendigheid	<20 M%							
stofaandeel	volgens leverancier							
inbouwtemperatuur	volgens leverancier				160-190	150-190		
Schlagabtriebfestigheid Los Angeles-Trommel'	<18						17,5	
dichtheid				2717				
leverhoeveelheid [kg]				25				
opslageisen				gedroogd				



## Voegvulling

naam proef	Normwaarde	Eenheid	polyflex	viajoint	Villajoint
<b>Uiterlijk en conditie</b>	-				
<b>verhouding toeslagstoffen-bindmiddel</b>	volgens leverancier			25-75	3,8
<b>dichtheid en % holle ruimte</b>	-	g/cm3			1,95
<b>scheur-trekkracht bij -20</b>	>1.8 N/mm2				
<b>Penetratiediepte</b>	-				
<b>Wielspoorproef</b>					
<b>waterdichtheid voeg en waterdichte afsluiting</b>	15 bar waterdruk 30 minuten		geen lek		

## **Bijlage X, Uitvoeringsinstructies**

Uitvoeringsinstructies

		Nederlandse richtlijn	ASTRA-richtlijn	polyflex	Van Kessel	imbema	wabo	thorma	smits neuchatel	Stelling Vroomshoop	Brabotech
voorbereiding	Uitvoeringsinstructie moet op bouwplaats aanwezig zijn in taal van opdrachtgever en opdrachtnemer.		x								
	Alle bouwmaterialen moeten op de bouwplaats beschermd zijn tegen hitte en vocht		x								
	In elke bouwfase dient oppervlaktewater afgevoerd te worden		x								
	Bouwfases direct na elkaar laten volgen		x								
	De randen van de open voegovergang moeten vast, ruw, schoon en droog zijn en bovendien parallel aan elkaar lopen		x								
	Hechtsterkte van betononderlaag en asfaltlagen moeten minstens 1.0 N/mm <sup>2</sup> zijn. Wijze, omvang en tijdstip van deze proef is tussen opdrachtnemer en opdrachtgever te regelen. Kosten van deze proef zijn ten laste van de opdrachtgever. Indien niet aan de eisen wordt voldaan dienen verdere afspraken tussen opdrachtnemer en opdrachtgever nader afgestemd te worden.		x								
	De randen van de open voegovergang dienen voor de inbouw van de voegovergangvulling verwarmd te worden		x	40 °C							
	Dit kan voorzichtig met heteluchtlanen gerealiseerd worden		x								
	Slechts bij droog weer of bij het nemen van bijzondere maatregelen (overkapping) mag de voegvulling ingebouwd worden.		x								
	De temperatuur bij inbouw boven de 5°C liggen en minsten 3°C boven het dauwpunt liggen	De gewenste weersomstandigheden gaan uit naar een periode waarin de dilatatievoeg een 'neutraal' punt in zijn bewegingspatroon inneemt (een brugdektemperatuur van 10 °C) de ondergrondtemperatuur dient minimaal 5 °C te zijn.	x								
	De opdrachtnemer dient de uitvoering volgens het inbouwprotocol van bijlage 5 te documenteren en te overhandigen aan de opdrachtgever		x								
voorbehandeling	De ligging van de dilatatiespleet en de zaagsnedes dienen gemarkeerd te worden op het asfalt (met smetlijnen)	x	x	x							
	Er zijn drie varianten mogelijk voor de aansluiting van de voegovergangvulling aan de aangrenzende afdichting. Bij nieuwbouw varianten 1 en 3; bij variant 1 dient de asfaltlaag bij de markering gezaagd te worden en uitgebrouwen of gefreesd te worden. Bij varianten 2 en 3 dient de asfaltlaag met een maximale breedte van 80 mm, binnen de markering gezaagd te worden en uitgebrouwen of gefreesd tot aan de voegovergangbodem te worden. De onderliggende constructie mag niet beschadigd worden	var. 1	x	var. 1		var. 1	var. 1	var. 1	var. 1		
	De afdichting kan tot aan de voegovergangrand of tot in de voegovergang gelegd worden		x								
	Bij de tweede mogelijkheid dient voor inbouw van het nieuwe wegdek een flexibele scheidingslaag aangebracht te worden		x								
	voegovergangsspleet met olievrije druklucht zuiveren of met stofzuiger reinigen		x	x			x	x	x	reinen met borstelmaschine	
	Hechtvlakken dienen schoongemaakt te worden en opgeruwd te worden d.m.v. gritstralen. Droog maken met warme hogedrukklans (1000 °C / luchtsnelheid 550 m/s)	x		Voorbehandelen door zandstralen ter verbetering van hechting is aan te bevelen		x			x		

Uitvoeringsinstructies

		Nederlandse richtlijn	ASTRA-richtlijn	polyflex	Van Kessel	imbema	wabo	thorma	smits neuchatel	Stelling Vroomshoop	Brabotech
	Eventuele onvlakheden dienen te worden uitgevuld met een speciaal daarvoor bestemde mortel. Het soort mortel is afhankelijk van de voorgeschreven werksnelheid.	Beschadigd beton stralen of behandelen met naaldbikhamer, daarna met de juiste mortel repareren: - de mortel moet dezelfde trekkracht op kunnen nemen als het constructiebeton - de mortel moet hittebestendig en krimparm zijn - aan te brengen laagdikte minimaal 5 mm (korrel daarmee in overeenstemming) - zie ook cur aanbevelingen 24 en 27		x					x		
inbouw	Afdichten van dilatatiespleet met afdichtprofiel	Hittebestendig; let op: de plaat goed centreren; eventuele rubbernokken mogen niet in de dilatatievoegovergang klem komen te zitten.	x		De staalplaat op de spleet tussen dek en landhoofd wordt niet gefixeerd.		x	thormafoam	pu-rugvulling		
	Bekleden van voegovergangsspleet met bitumen		x	x	De 'primer' bestaat uit het zelfde bindmiddel als van de voegovergang.		x	x	primer	primer	
	Boven dilatatiespleet corrosiebestendige afdichtplaat leggen	(aan schampkant mag alu)	x	x		th. Verzinkt/ 2-3m/ 5cm overlap	x	alu/staal	th. Verzinkt		
	Mogelijk weefsel aan te brengen op plaat	Het applicatiebedrijf kan een anti-hechtslab gebruiken zodat de staalplaat zich minder star in de voegovergangsmassa gedraagt. Deze anti-hechtslab wordt op de afdichtstrip aangebracht. Op de hechtvlakken en op de afdichtingplaat of op de anti-hechtslab wordt gemodificeerde bitumen aangebracht	x								
	In indirect verhitte roerketel met thermostatische sturing en motoraangedreven roersysteem wordt de voegovergangvulling bereid			180 °C		150 °C	193 °C		180 °C	x	
	De verhitte voegovergangvulling mag maximaal 8 uur in de roerketel verblijven		x		6 uur		3 min.				
	Na iedere werkdag dient de ketel gelegeerd te worden; resten mogen niet hergebruikt worden		x		schone ketel gebruiken						
	Temperaturen dienen bij kritieke plekken permanent gecontroleerd en genoteerd te worden	Bij aanleg van de voegovergangovergang moeten doorvoerbuizen van KPN en Nutsbedrijven die net onder de voegovergangovergang liggen, afdoende tegen de hoge temperatuur van het voegovergangmateriaal beschermd worden.	x								
	Toeslagstoffen dienen gelijkmatig verhit te worden	Steensoort en zeefmaat worden volgens systeemvoorschrift bepaald aan de hand van de gekozen laagdikte.		150 °C		160-190 °C	121-190 °C	150-190 °C			
	Verstoffing van de verhitte toeslagstof mag de waarden van tabel 2.1 in bijlage 3 niet overschrijden	Stenen moeten vet- vuil- en stofvrij zijn.	x		Het toeslagmateriaal wordt vuurgedroogd en ontstoft in een 'Hotbox'.						

