

REFERENTIEDOCUMENT

Voegovergangen

Versie 3.1
Datum september 2004
Status definitief

REFERENTIEDOCUMENT

Voegovergangen

Project- en documentidentificatie

Referentiedocument	Voegovergangen
Documentnummer	KuBOS-2004-042-T
Project	KuBOS
Projectcode	PBMS 5664
Versie	3.1
Datum	september 2004
Status	definitief

Vastgesteld

Functie	Naam	datum	paraaf
Projectleider	H.E. Klatter		
Bevoegd gezag	K. Tjaden		
Productmanager Instandhoudingsadviezen	F. Rodewijk		

Auteursrecht

Behoudens uitzondering door de wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van de Bouwdienst Rijkswaterstaat niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van fotokopie, microfilm, opslag in computerbestanden of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op gehele of gedeeltelijke bewerking.

De Bouwdienst Rijkswaterstaat is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoedingen te innen en/of daartoe in en buiten rechte op te treden, voor zover deze bevoegdheid niet is overgedragen.

Inhoudsopgave

Index.....	3
1. Inleiding	5
1.1 Kader	5
1.2 Toepassing referentiedocument.....	5
1.3 Definities en afkortingen	7
1.4 Normen en voorschriften vanuit het ontwerp.....	8
1.5 Leeswijzer	9
2. Functies en functie-eisen voegovergangen	11
2.1 Functies voegovergangen.....	11
2.2 Functie-eisen voegovergangen.....	13
3. Ontwerpaspecten van belang voor beheer en onderhoud	15
3.1 Enkelvoudige voegovergangen van staal (-rubber).....	15
3.2 Enkelvoudige voegovergangen van staalvezelbeton.....	19
3.3 Enkelvoudige voegovergangen van kunstharsbeton.....	21
3.4 Enkelvoudige voegovergangen van bitumen.....	23
3.5 Enkelvoudige voegovergangen van rubber.....	27
3.6 Meervoudige voegovergangen van staal-rubber	29
4. Onderhoud	31
4.1 Onderhoudsstrategie voegovergangen	31
4.2 Onderhouds- en vervangingsmaatregelen voegovergangen	31
4.3 Onderhouds- en vervangingsintervallen voegovergangen	32
4.4 Kostenkengetallen onderhoud voegovergangen	33
5. Inspectie	41
5.1 Inspectie-instructies	41
5.2 Instructies functioneringsinspecties.....	51
6. Literatuurlijst	53
Bijlage I Inventarisatie voegovergangsconstructies Rijkswaterstaat.....	55
Bijlage II Specificaties voegovergangen.....	57

Index

In Tabel 1 is een index gegeven van de instandhoudingsonderdelen die in dit document worden behandeld en de nummers en de pagina's van de tabellen waarin de relevante aspecten worden behandeld.

Type voegovergang	Ontwerp-aspecten	Kosten onderhoud	Inpectie-instructies
Enkelvoudig staal (-rubber)	paragraaf 3.1, p. 15	paragraaf 4.4.2, p. 34	paragraaf 5.1.2, p. 42
Enkelvoudig staalvezel-beton	paragraaf 3.2, p. 19	paragraaf 4.4.3, p. 36	paragraaf 5.1.3, p. 44
Enkelvoudig kunsthars-beton (epoxy)	paragraaf 3.3, p. 21	paragraaf 4.4.4, p. 37	paragraaf 0, p. 45
Enkelvoudig bitumen	paragraaf 3.4, p. 23	paragraaf 4.4.5, p. 38	paragraaf 5.1.5, p. 46
Enkelvoudig rubber	paragraaf 3.5, p. 27	paragraaf 4.4.6, p. 39	paragraaf 5.1.6, p. 49
Meervoudig staal/rubber	paragraaf 3.6, p. 29	paragraaf 4.4.7, p. 40	paragraaf 5.1.7, p. 50

Tabel 1. Index

1. Inleiding

1.1 Kader

Het doel van dit referentiedocument is het geven van een onderbouwing voor te nemen beheermaatregelen voor *voegovergangen*.

Er wordt binnen dit referentiedocument gehandeld vanuit het beleidskader voor het functioneel beheer van kunstwerken bij RWS. Dit beleidskader is in de volgende programma's vastgelegd:

- WegBeheer (WB) voor de “droge” kunstwerken;
- Beheerplan Nat (BPN) voor de “natte” kunstwerken.

Het referentiedocument “Voegovergangen” vormt een onderdeel van een serie van 13 documenten op het gebied van het functioneel beheer van kunstwerken. Deze documenten worden voorafgegaan door het referentiedocument “Algemeen”, waarin het volgende wordt beschreven:

- de visie of filosofie, waarop het functioneel beheer van kunstwerken is gebaseerd;
- het beleidskader, dat is ontwikkeld uit deze beheervisie of -filosofie;
- een definitielijst met een verklaring van de meest voorkomende begrippen;
- de plaats van de referentiedocumenten binnen het genoemde beleidskader;
- de waarde van de referentiedocumenten voor de gebruiker(s);
- de procedures voor de informatie- en communicatielijnen tussen de beheerder van de referentiedocumenten en de gebruiker(s).

1.2 Toepassing referentiedocument

Dit document richt zich op instandhoudingsonderdelen van de door het wegverkeer bereden voegovergangsconstructies, zoals deze voorkomen in het door RWS beheerde areaal aan bruggen en viaducten. Constructies voor andere typen kunstwerken zijn niet opgenomen.

Het referentiedocument moet overzichtelijk en werkbaar zijn. Om dit realiseren is er voor gekozen de inhoud van dit referentiedocument te beperken tot de meest voorkomende typen voegovergangen binnen het beschouwde areaal aan bruggen en viaducten. Hierbij is getracht voor minimaal 80% van alle voorkomende typen voegovergangsconstructies de bijbehorende instandhoudingsonderdelen op te nemen. Het uitvoeren en onderbouwen van beheermaatregelen voor:

- overige, niet genoemde typen voegovergangconstructies en
- voegovergangconstructies toegepast bij andere type kunstwerken, anders dan bruggen en viaducten, moeten per geval afzonderlijk worden beoordeeld en onderbouwd.

Om te bepalen wat de meest voorkomende typen voegovergangsconstructies zijn, is in 1998 een steekproef uitgevoerd. Als informatiebasis is hiervoor destijds het Data Informatie Systeem Kunstwerken (DISK) gebruikt.

Een beschrijving van de steekproef en het resultaat is opgenomen in bijlage I “Inventarisatie voegovergangsconstructies Rijkswaterstaat”. Het resultaat van deze steekproef heeft geleid tot een selectie van voegovergangsconstructies, zoals is weergegeven in Tabel 2. Deze worden dan ook in dit document behandeld.

Type voegovergang	Uitvoering	Omschrijving	Inspectieonderdelen
Enkelvoudig, staal (-rubber)	staal-rubber ¹ waterdicht	een voegovergang van staal voorzien van een afdichtprofiel	I. roosterconstructie van staal II. afdichtprofiel van rubber
	staal, niet-waterdicht, niet getand	een voegovergang van staal bestaande uit rijroosters en niet voorzien van een afdichtprofiel	
	niet-waterdicht, getand	een voegovergang van staal zonder rijroosters en voorzien van vertandingen of vingervoegen	
Enkelvoudig, staalvezelbeton	waterdicht	een voegovergang met randbalken van staalvezelbeton en voorzien van een ingelijmd/ingeklemd afdichtprofiel	I. randbalk van staalvezelbeton II. afdichtprofiel van rubber
Enkelvoudig, kunstharsbeton (epoxy)	waterdicht	een voegovergang met randbalken van kunstharsbeton en voorzien van een ingelijmd/ingeklemd afdichtprofiel	I. randbalk van kunstharsbeton II. afdichtprofiel van rubber
Enkelvoudig, bitumen	waterdicht	een voegovergang voorzien van een fixatieplaat met daarop een afwerklaag van bitumen	I. plaat, fixatiemiddelen en rugvulling II. bitumineuze dorpel
Enkelvoudig, rubber	waterdicht	een voegovergang bestaande uit rubberelementen, voorzien van ingevulcaniseerde dragende en bevestigingsonderdelen	I. verankering en bevestigingsmiddelen II. afdichtings-/overgangsprofiel van rubber
Meervoudig, staal/rubber	waterdicht	een voegovergang bestaande uit meerdere onderdelen, waaronder lamellen en bijbehorende afdichtprofielen	I. traversekast-traverse-lamel-glijlager-glijveer-stuurveer II. afdichtingsprofiel

Tabel 2. Overzicht voegovergangen

¹ De genoemde niet-waterdichte voegovergangen worden stelselmatig gemodificeerd en zullen daardoor steeds minder voorkomen.

1.3 Definities en afkortingen

In 1.3.1 en 1.3.2 worden de definities en afkortingen gegeven die specifiek voor het referentiedocument “Voegovergangen” gelden.

1.3.1 Definities

In Tabel 3 zijn de definities gegeven die voor dit referentiedocument van belang zijn.

Begrip	Definitie
Afdichtprofiel	– een profiel vervaardigd van neopreen, in de vorm van een hol of een strookprofiel [1] – een profiel vervaardigd van staal, voorzien van vertanding
EGV (Enkele Grote Voeg)	een rijbaanovergang met één enkel afdichtprofiel, waarbij gebruik wordt gemaakt van aangepaste voegovergangen met rijroosters met een maximum toegestane dilatatie tot 25 mm [1]
EKV (Enkele Kleine Voeg)	een rijbaanovergang met één enkel afdichtprofiel, waarbij gebruik wordt gemaakt van aangepaste voegovergangen met rijroosters met een maximum toegestane dilatatie tot 15 mm [1]
Enkelvoudige voegovergang	een rijbaanovergang met één enkel afdichtprofiel [1], c.q. één voegopening zonder afdichtprofiel
Meervoudige voegovergang	een rijbaanovergang met meervoudige afdichtprofielen, gescheiden door lamellen.
Modificatief onderhoud	het aanpassen van een voegovergang, om het noodzakelijk uit te voeren variabel onderhoud (weer) mogelijk te maken
Naadloze of bitumineuze voegovergang	een rijbaanovergang, waarbij door toepassing van speciale materialen een doorlopende wegverharding kan worden toegepast, terwijl de onderlinge beweging van de dragende constructie (brug of viaduct) mogelijk blijft [1]
“Normaal” onderhoud	het noodzakelijk uit te voeren variabel onderhoud, om de conditie van de voegovergang op het gewenste niveau te brengen
Vast onderhoud	het schoonhouden van de voegovergangconstructie en de nabije omgeving om schade ten gevolge van vervuiling te voorkomen of te beperken
Voegovergang	een voorziening, die in een verkeersdragende constructie een dilatatie mogelijk maakt, de ter plaatse optredende belastingen opneemt en de continuïteit van de rijbaan garandeert

Tabel 3. Definities

1.3.2 Afkortingen

In Tabel 4 zijn de afkortingen gegeven die voor dit referentiedocument van belang zijn. Deze afkortingen hebben voornamelijk betrekking op de normen en voorschriften, zoals deze in het verleden en heden zijn/worden gehanteerd.

Afkorting	Verklaring
EN	Europese Norm
N	Norm
ISO	International Organization for Standardization
NEN	Nederlandse Norm
ROBK	Richtlijnen voor het Ontwerp van Betonnen Kunstwerken
VBB	Voorschriften Betonnen Bruggen
VOSB	Voorschriften voor het Ontwerpen van Stalen Bruggen

Tabel 4. Afkortingen

1.4 Normen en voorschriften vanuit het ontwerp

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste ontwerpnormen en -voorschriften, die direct of indirect van belang kunnen zijn voor het onderbouwen van bepaalde beheermaatregelen. Dit document gaat bij het onderbouwen van de noodzaak tot het nemen van beheermaatregelen uit van de huidige normen en voorschriften. Hierbij worden alleen de normen en voorschriften genoemd die van belang zijn voor het bepalen van de duurzaamheid van instandhoudingsonderdelen tijdens het ontwerp².

De belangrijkste zijn:

- NEN 6723:1995; Voorschriften beton; Bruggen (VBB 1995); Constructieve eisen en rekenmethoden;
- NEN 6788:1995; Het ontwerpen van stalen bruggen; Basiseisen en eenvoudige rekenregels; VOSB 1995;
- Bitumineuze voegovergangen. Richtlijnen voor ontwerp en uitvoering (januari 1994) [2];
- Richtlijnen voor het Ontwerpen van Betonnen Kunstwerken (ROBK, versie 5);

Dit overzicht is voortdurend aan wijziging onderhevig als gevolg van de introductie van Europese normen en voorschriften in Nederland en dankzij voortschrijdend technisch inzicht.

² Overige normen en voorschriften, alsmede wet- en regelgeving zijn evenzeer van belang, maar vallen buiten het kader van dit referentiedocument.

1.5 Leeswijzer

Het referentiedocument “Voegovergangen” bestaat uit 6 hoofdstukken en 3 bijlagen. De hoofdstukstructuur van het document is als volgt:

- Hoofdstuk 1 “Inleiding”, waarin onder meer een beschrijving wordt gegeven van de voegovergangconstructies, waarop dit referentiedocument van toepassing is.
- Hoofdstuk 2 “Functies en functie-eisen voegovergangen”. In dit hoofdstuk wordt de relatie gelegd tussen instandhoudingsonderdelen en gestelde functies en functie-eisen.
- Hoofdstuk 3 “Ontwerpaspecten van belang voor beheer en onderhoud”, waarin de volgende aspecten aan de orde komen:
 - verouderingsverloop;
 - dominante faalmechanismen;
 - conditieparameters en interventieniveaus.
- Hoofdstuk 4 “Onderhoud”. Dit hoofdstuk gaat in op de omvang en intensiteit van onderhoud, wat nodig is om tijdens de levensduur van een voegovergangsconstructie aan de gestelde functies en functie-eisen te voldoen. De volgende punten worden behandeld:
 - onderhoudsstrategie;
 - onderhoudssmaatregelen;
 - onderhouds- en vervangingsintervallen;
 - kostenkengetallen onderhoud.
- Hoofdstuk 5 “Inspectie”, waarbij een overzicht wordt gegeven van de noodzakelijke inspectie-activiteiten en de achtergrond hier van. Het volgende komt hierbij aan bod:
 - inspectiestrategie;
 - inspectiemaatregelen;
 - inspectie-intervallen;
 - inspectiekosten.
- Hoofdstuk 6 “Literatuurlijst”.

De toegevoegde bijlagen zijn:

- Bijlage I “Inventarisatie voegovergangsconstructies Rijkswaterstaat”. Deze bijlage omvat een beschrijving van een steekproef, die in 1998 is uitgevoerd, om te komen tot een representatief overzicht van alle toegepaste voegovergangsconstructies bij Rijkswaterstaat.
- Bijlage II “Specificaties voegovergangen”. In deze bijlage wordt een overzicht gepresenteerd van de in dit document behandelde enkelvoudige voegovergangen, met daarbij:
 - een omschrijving van de voegovergang (eventueel aangevuld met een nadere specificatie of onderverdeling);
 - de historie (ontwerp, fabrikant, leverancier, periode van toepassing).

2. Functies en functie-eisen voegovergangen

Voegovergangen zijn risicovolle onderdelen van (vooral droge) kunstwerken. Een slechte conditie heeft direct gevolgen voor het functioneren van een kunstwerk. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op het functioneren van voegovergangen. In paragraaf 2.1 wordt uiteengezet welke functies worden toegekend aan voegovergangen. De eisen waar de voegovergangen aan moeten voldoen om deze functies te kunnen vervullen komen in paragraaf 2.2 aan bod. Daarna wordt in hoofdstuk 3 dieper ingegaan op de ontwerpaspecten die voor de voegovergangen en hun functioneren van belang zijn.

2.1 Functies voegovergangen

Voegovergangen hebben verschillende functies te vervullen. Deze functies worden hieronder beschreven.

Fysisch-constructief

Een dilatatievoeg is een noodzakelijke verbinding tussen een kunstwerk en een landhoofd en tussen kunstwerken onderling. De voegovergang maakt een verlenging en een verkorting (voornamelijk als gevolg van temperatuurinvloeden) van het kunstwerk mogelijk zonder dat er dwangkrachten ontstaan.

De directe omgeving van de voegovergang moet de door het verkeer opgewekte belastingen (statisch en dynamisch) op kunnen nemen, zonder dat er schade aan de constructie optreedt. Daarnaast moet een voegovergang met een afdichtingsprofiel ook de belastingen, die door de brugbewegingen worden opgewekt, kunnen opvangen. De belastingen vanuit de beweging van het kunstwerk ontstaan wanneer het kunstwerk wil verkorten of verlengen, waardoor het afdichtprofiel wordt uitgerekt of opgedrukt.

Verkeerstechnisch

Bij het toepassen van een dilatatievoeg in een rijbaan zal het verkeer deze door middel van een voegovergang comfortabel en veilig moeten kunnen passeren.

Onderhoudstechnisch

Om schade aan zowel het landhoofd als de brug op de lange termijn tegen te gaan dient het (regen-) water vanaf de rijbaan over de voegovergang te worden afgevoerd of te worden gekanaliseerd buiten de voegovergang om. Op deze wijze wordt voorkomen dat na verloop van tijd strooizouten en andere chemische middelen het beton en/of een staalconstructie nabij de voegovergang aantasten. Een dergelijke aantasting is ongunstig omdat de ruimte tussen het landhoofd en brugplaat visueel moeilijk te controleren is en het onderhoud slecht uitvoerbaar en kostbaar is.

Milieutechnisch

Het opgewekte contact- of pulsgeluid, als gevolg van het passeren van de voegovergang (en de hierbij behorende discontinuïteit in de rijbaan), moet tot een minimum worden beperkt.

Samenvattend kan men zes functies onderscheiden. Deze functies worden in Tabel 5 weergegeven.

Type functie	Functie	Omschrijving
Fysisch-constructief	dilatatie	de mogelijkheid om de brug te laten verlengen en verkorten ten opzichte van de landhoofden of bruggen onderling
	opname verkeersbelasting	de opname van belasting van het verkeer ter plaatse van de dilatatievoeg
	opname brugbelasting	de opname van belasting vanuit de brug, indien er een afdichtprofiel wordt toegepast
Verkeerstechnisch	comfort	het comfortabel en veilig kunnen laten passeren van het verkeer over de dilatatievoeg
Onderhoudstechnisch	waterdichte afsluiting	het waterdicht afsluiten van de dilatatievoeg (het afdichtprofiel en de aansluitingen met dit profiel dienen waterdicht te zijn)
Milieutechnisch	geluidsbeperking	het beperken van de geluidsbelasting als gevolg van contact- of pulsgeluid

Tabel 5. Functies en functie-omschrijvingen van voegovergangen

2.2 Functie-eisen voegovergangen

In paragraaf 2.1 is aangegeven welke functies worden toegekend aan voegovergangen. In Tabel 6 wordt beschreven aan welke eisen de voegovergangen moeten voldoen om aan de genoemde functies te voldoen.

Functie	Functie-eis
Dilatatie	geen beperking ten aanzien van het binnen de toegestane marges vrij kunnen bewegen van het kunstwerk (in drie dimensies)
Opname verkeersbelasting*	de belasting van het verkeer dient te kunnen worden opgenomen.
opname brugbelasting*	de belasting vanuit de brug dient te kunnen worden opgenomen, indien er een afdichtprofiel wordt toegepast (belastingopname afhankelijk van het soort voegovergang)
Comfort	het verkeer dient de voegovergang comfortabel en veilig te kunnen passeren: de wrijvingscoëfficiënt dient zodanig te zijn dat de voegovergang voldoende stroef is
Waterdichte afsluiting	het afdichtprofiel en de aansluitingen met dit profiel dienen waterdicht te zijn
Geluidsbeperking	de geluidsbelasting als gevolg van contact- of pulsgeluid, moet worden beperkt **

Tabel 6. Functie-eisen voegovergangen

** De functies “opname verkeersbelasting” en “opname brugbelasting” worden in het vervolg van dit document gecombineerd tot de functie “opname belasting”.*

*** Hoewel dergelijke geluiden niet worden meegenomen in de Wet op de Geluidhinder, moet een voegovergangsconstructie zo geluidsarm worden uitgevoerd als toelaatbaar wordt geacht (vanuit constructief, financieel, verkeerstechnisch en milieuoogpunt); de geluidsbelasting wordt uitgedrukt in het zogenaamde equivalente geluidsniveau (LAeq.ETM.), een gemiddeld geluidsniveau, waarin contact- of pulsgeluiden niet meer in terug zijn te vinden [2]. Deze geluidsbelasting mag maximaal 55 dB(A) bedragen*

3. Ontwerpaspecten van belang voor beheer en onderhoud

In het vorige hoofdstuk is beschreven welke functies voegovergangen vervullen en aan welke eisen zij daarbij moeten voldoen. In dit hoofdstuk wordt aangegeven in hoeverre voegovergangen nog aan deze functie-eisen voldoen wanneer er schadebeelden optreden.

Het optreden van schade kan negatieve invloed hebben op het functioneren van instandhoudingsonderdelen. In dit hoofdstuk wordt uiteengezet welke schadebeelden kunnen optreden, wat de invloed daarvan is op het functioneren van de voegovergangen en welke interventieniveaus daarbij worden gehanteerd. In Tabel 7 is aangegeven in welke paragraaf welk type voegovergang aan bod komt.

Paragraaf	Type voegovergang	Pagina
3.1	enkelvoudig staal (-rubber)	15
3.2	enkelvoudig staalvezelbeton	21
3.3	enkelvoudig kunstharsbeton (epoxy)	21
3.4	enkelvoudig bitumen	23
3.5	enkelvoudig rubber	27
3.6	meervoudig staal/rubber	29

Tabel 7. Index hoofdstuk 3

3.1 Enkelvoudige voegovergangen van staal (-rubber)

In deze paragraaf worden de ontwerpaspecten voor enkelvoudige voegovergangen van staal (-rubber) beschreven. Achtereenvolgens worden de volgende schadebeelden behandeld:

- Tabel 8: defecten aan de roosterconstructie (vervorming, breuk, loszitten of ontbreken van stalen delen);
- Tabel 9: corrosie;
- Tabel 10: het ontbreken van de betonvulling in de roostervakken;
- Tabel 11: het ontbreken van de slijtlaag in de roostervakken;
- Tabel 12: defecten aan het afdichtprofiel (verzakking, scheuren, lekkage, veroudering);
en (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel.

Schadebeeld:	Defecten aan de roosterconstructie (vervorming, breuk, loszitten of ontbreken van stalen delen)
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– Onjuiste verdichting van het beton rondom de roosterconstructie, waardoor de constructie plaatselijk wordt overbelast bij het opnemen van onvoorziene belastingen – Plaatselijke verzwakking van de constructie als gevolg van plaatselijk hevige corrosie
Invloed op functioneren	Aan de eisen voor de opname van belasting kan niet of slechts gedeeltelijk worden voldaan; Ook de functie van comfort wordt niet meer of slechts in zeer beperkte mate vervuld. Waterdichte afsluiting is ook niet meer mogelijk; het rooster is niet meer gefixeerd. Geluidsbeperking is waarschijnlijk ook niet meer het geval.
Interventieniveau	Structurele schade (met name breuk, loszitten of het ontbreken van stalen onderdelen, ter plaatse van het bereden deel van de constructie), vereist noodreparatie. Leidt dit niet tot een bevredigende oplossing, dan moet de constructie worden afgekeurd en in zijn geheel vervangen. Bij vervorming (maximaal drie mm per vier strekkende meter) is er qua tijdstip van onderhoud, enige mate van speling aanwezig (maximaal drie tot zes maanden).

Tabel 8. Ontwerpaspecten m.b.t. defecten aan de roosterconstructie

Schadebeeld:	Corrosie
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– Onvoldoende beschermd door de conservering. De corrosiesnelheid zal bij onbeschermd staal (klimaatklasse C4, volgens NEN-EN-ISO 12944-2:1998) zijn gelegen tussen de 80 en de 200 μm per jaar; – Overmatige corrosie van het staal kan leiden tot defecten aan de roosterconstructie (vervorming, breuk, loszitten of ontbreken van stalen onderdelen), waardoor de ernst van de schade zal toenemen.
Invloed op functioneren	Bij geringe schade zal op korte termijn (5-10 jaar) geen functieverlies m.b.t. comfort optreden. Bij meer omvangrijke schade wordt deze functie niet meer of in zeer beperkte mate vervuld. De corrosie "duwt" het rubber van zijn plaats, waardoor er openingen in de aansluitingen ontstaan en er geen waterdichte afsluiting meer mogelijk is. Dit schadebeeld heeft geen invloed op geluidsbeperking.
Interventieniveau	Enige mate van corrosie is toegestaan. Bij corrosie in spleetgaten en op aansluitingen met ander materialen (rubber, beton etc.) mag de mate waarin dit optreedt de 10% (qua lengte en/of oppervlakte en/of doorsnede) van het totaal niet te boven gaan.

Tabel 9. Ontwerpaspecten m.b.t. corrosie

Schadebeeld:	Ontbreken van de betonvulling in de roostervakken
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	Tijdens het verhardingsproces van het beton in de roostervakken krimpt het beton. In de hierdoor ontstane krimpnaad kan water indringen. Hierdoor kan corrosie ontstaan (volumetoename ijzeroxide) of volumetoename door vorst. Het beton wordt verbrijzeld, waardoor het passerende wegverkeer het beton door middel van een vacuümeffect uit de roosters kan verwijderen.
Invloed op functioneren	De eisen m.b.t. comfort kunnen niet meer of in zeer beperkte mate worden gerealiseerd. Ook geluidsbeperking zal waarschijnlijk niet langer het geval zijn. De schade aan de voegovergangsconstructie zullen leiden tot meer geluidsproductie, evenals de holle ruimten in de roosters
Interventieniveau	Bij constructies waarbij het beton op gelijke hoogte ligt met de bovenzijde van de roosterconstructie (in de nieuwbouwsituatie), mag de betonvulling niet meer dan drie mm onder dit niveau komen te liggen. Dit geldt tevens voor “vullingen” op basis van een epoxy-mortel of een PCC-mortel.

Tabel 10. Ontwerpaspecten m.b.t. het ontbreken van de betonvulling in de roostervakken

Schadebeeld:	Het ontbreken van de slijtlaag op het beton in de roostervakken
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– Door de aanwezigheid van onzuiver materiaal, stof of vocht op het oppervlak van het instrooi materiaal, ontstaat een verminderde aanhechting; – Het gebruik van te grof instrooi materiaal.
Invloed op functioneren	Dit schadebeeld kan in (zeer) beperkte mate bijdragen tot een verlenging van de remweg.
Interventieniveau	Indien de applicatie van de slijtlaag een ontwerpeis betreft: gelijkmatig materiaalverlies is in bepaalde mate toegestaan (max. 1-2 mm). Ongelijkmatig materiaalverlies (plaatselijk “kale plekken”) is niet toegestaan.

Tabel 11. Ontwerpaspecten m.b.t. het ontbreken van de slijtlaag op het beton in de roostervakken

Schadebeeld:	• Defecten aan het afdichtprofiel (verzakking, scheuren, lekkage, veroudering); • (Gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– onjuiste dimensionering van de breedte van de dilatatievoeg op het moment van de uitvoering van de voegconstructie – keuze van een te klein afdichtprofiel, waardoor het profiel wordt los gereden – keuze van een te groot afdichtprofiel, waardoor deze in het meest ongunstige geval wordt vernield door het passerende wegverkeer – sprongen in het afdichtprofiel bij berm en schampkanten, ontstaan door het profiel ter plaatse in- en/of weg te snijden – vervuiling van de voeg aan wegooppervlak, wat door het passerende wegverkeer steeds verder in de voeg wordt gedrukt, waardoor het profiel plaatselijk gaat wijken en er ruimte ontstaat tussen de aansluiting van het afdichtprofiel en de stalen randprofiel (en) van roostervak(ken) – atmosferische invloeden (met name door invloed van ultraviolette straling en ozon), waardoor het afdichtprofiel kan gaan verbrossen (als gevolg van de uv-straling) en het rubber langzaam degenereert – chemische invloeden (strooizouten, oliën, vetten etc.), waardoor het rubber langzaam degenereert
Invloed op functioneren	Een waterdichte afsluiting wordt niet meer gerealiseerd. Door defecten aan het afdichtprofiel zal het passerende verkeer meer geluid gaan produceren. Het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel zal dit probleem als gevolg van geluidsweerkaatsing in de voegen en/of onder het kunstwerk, alleen maar toenemen
Interventieniveau	Het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel leidt vaak tot grote(re) lekkages, de overgang dient zo spoedig mogelijk (binnen drie maanden) te worden hersteld.

Tabel 12. Defecten aan het afdichtprofiel

3.2 Enkelvoudige voegovergangen van staalvezelbeton

In deze paragraaf worden de ontwerpaspecten voor enkelvoudige voegovergangen van staalvezelbeton beschreven. Achtereenvolgens worden de volgende schadebeelden behandeld:

- Tabel 13: defecten aan de balkconstructie (breuk, scheurvorming en afschilfering);
- Tabel 14 : te hoog afwerken van de balkconstructie (uitvoeringsfout);
- Tabel 15: defecten aan het afdichtprofiel (verzakking, scheuren, lekkage, veroudering) en het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel.

Schadebeeld: Defecten aan de balkconstructie (breuk, scheurvorming en afschilfering)	
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– Onjuiste verdichting van het beton rondom de roosterconstructie, waardoor de constructie plaatselijk wordt overbelast bij het opnemen van onvoorziene belastingen – Plaatselijke verzwakking van de constructie als gevolg van plaatselijk hevige corrosie
Invloed op functioneren	Aan de functie van de opname van belasting wordt in principe niet meer voldaan, met name bij aanzienlijke breuk en/of afschilfering. De balkconstructie kan dan slechts nog gedeeltelijk de belastingen opnemen. Het schadebeeld heeft een negatieve invloed op het comfort, omdat er in en rond de voertuigen een onaangenaam klapperend geluid wordt veroorzaakt. Bij schade aan de randbalken ter plaatse van het afdichtprofiel wordt ook de functie van waterdichte afsluiting niet meer vervuld. Verder zal er extra geluidsbelasting ontstaan ten opzichte van de “normale” situatie.
Interventieniveau	Enige vorm van breuk is niet toegestaan. Scheurvorming is toegestaan tot een scheurwijdte van 0,4 mm. Afschilfering is in beperkte mate toegestaan (kartels mogen niet “dieper” zijn dan maximaal 3 mm)

Tabel 13. Ontwerpaspecten m.b.t. defecten aan de balkconstructie

Schadebeeld: Te hoog afwerken van de balkconstructie (uitvoeringsfout)	
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	Tijdens de uitvoering is onvoldoende rekening gehouden met het feit dat na de aanleg van de balkconstructie nog een slijtlaag dient te worden aangebracht, waardoor er een overhoogte in de constructie ontstaat ten opzichte van de weg
Invloed op functioneren	Het schadebeeld heeft een negatieve invloed op het comfort, omdat er in en rond de voertuigen een onaangenaam klapperend geluid wordt veroorzaakt. Ook zal er een extra geluidsbelasting ontstaan.
Interventieniveau	Dit zal in veel gevallen leiden tot het verlies van de slijtlaag. Materiaalverlies is in bepaalde mate toegestaan (max. 1-2 mm).

Tabel 14. Ontwerpaspecten m.b.t. het te hoog afwerken van de balkconstructie

Schadebeelden:	• Defecten aan het afdichtprofiel (verzakking, scheuren, lekkage, veroudering); • (Gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– onjuiste dimensionering van de breedte van de dilatatievoeg op het moment van de uitvoering van de voegconstructie – keuze van een te klein afdichtprofiel, waardoor het profiel wordt los gereden – keuze van een te groot afdichtprofiel, waardoor deze in het meest ongunstige geval wordt vernield door het passerende wegverkeer – sprongen in het afdichtprofiel bij berm en schampkanten, ontstaan door het profiel ter plaatse in- en/of weg te snijden – vervuiling van de voeg aan wegooppervlak, wat door het passerende wegverkeer steeds verder in de voeg wordt gedrukt, waardoor het profiel plaatselijk gaat wijken en er ruimte ontstaat tussen de aansluiting van het afdichtprofiel en de stalen randprofiel (en) van roostervak(ken) – atmosferische invloeden (met name door invloed van ultraviolette straling en ozon), waardoor het afdichtprofiel kan gaan verbrossen (als gevolg van de uv-straling) en het rubber langzaam degenereert – chemische invloeden (strooizouten, oliën, vetten etc.), waardoor het rubber langzaam degenereert
Invloed op functioneren	Een waterdichte afsluiting wordt niet meer gerealiseerd. Door defecten aan het afdichtprofiel zal het passerende verkeer meer geluid gaan produceren. Het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel zal dit probleem als gevolg van geluidsweerkaatsing in de voegen en/of onder het kunstwerk, alleen maar toenemen
Interventieniveau	Het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel leidt vaak tot grote(re) lekkages, de overgang dient zo spoedig mogelijk (binnen drie maanden) te worden hersteld.

Tabel 15. Ontwerpaspecten m.b.t. defecten aan het afdichtprofiel en het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel

3.3 Enkelvoudige voegovergangen van kunstharsbeton

In deze paragraaf worden de ontwerpaspecten voor enkelvoudige voegovergangen van kunstharsbeton beschreven. Achtereenvolgens worden de volgende schadebeelden behandeld:

- Tabel 16: defecten aan balkconstructie (breuk, scheurvorming, afbrokkeling en afschilfering);
- Tabel 17: het ontbreken van de slijtlaag;
- Tabel 18: te hoog afwerken van de balkconstructie (uitvoeringsfout);
- Tabel 19: defecten aan het afdichtprofiel (verzakking, scheuren, lekkage, veroudering) en het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel.

Schadebeeld: Defecten aan de balkconstructie (breuk, scheurvorming en afschilfering)	
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– Onjuiste verdichting van het beton rondom de roosterconstructie, waardoor de constructie plaatselijk wordt overbelast bij het opnemen van onvoorziene belastingen – Plaatselijke verzwakking van de constructie als gevolg van plaatselijk hevige corrosie
Invloed op functioneren	Aan de functie van de opname van belasting wordt in principe niet meer voldaan, met name bij aanzienlijke breuk en/of afschilfering. De balkconstructie kan dan slechts nog gedeeltelijk de belastingen opnemen. Het schadebeeld heeft een negatieve invloed op het comfort, omdat er in en rond de voertuigen een onaangenaam klapperend geluid wordt veroorzaakt. Bij schade aan de randbalken ter plaatse van het afdichtprofiel wordt ook de functie van waterdichte afsluiting niet meer vervuld. Verder zal er extra geluidsbelasting ontstaan ten opzichte van de “normale” situatie.
Interventieniveau	Enige vorm van breuk is niet toegestaan. Scheurvorming is toegestaan tot een scheurwijdte van 0,4 mm. Afschilfering is in beperkte mate toegestaan (kartels mogen niet “dieper” zijn dan maximaal 3 mm)

Tabel 16. Ontwerpaspecten m.b.t. defecten aan de balkconstructie

Schadebeeld: Het ontbreken van de slijtlaag	
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– Door de aanwezigheid van onzuiver materiaal, stof of vocht op het oppervlak van het instrooi materiaal, ontstaat een verminderde aanhechting; – Het gebruik van te grof instrooi materiaal.
Invloed op functioneren	Het schadebeeld heeft een negatieve invloed op het comfort, omdat er in en rond de voertuigen een onaangenaam klapperend geluid wordt veroorzaakt. Ook kan dit schadebeeld in (zeer) beperkte mate bijdragen tot een verlenging van de remweg.
Interventieniveau	Materiaalverlies is toegestaan tot max. 1-2 mm.

Tabel 17. Ontwerpaspecten m.b.t. het ontbreken van de slijtlaag

Schadebeeld:	Te hoog afwerken van de balkconstructie (uitvoeringsfout)
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	Tijdens de uitvoering is onvoldoende rekening gehouden met het feit dat na de aanleg van de balkconstructie nog een slijtlaag dient te worden aangebracht, waardoor er een overhoogte in de constructie ontstaat ten opzichte van de weg
Invloed op functioneren	Het schadebeeld heeft een negatieve invloed op het comfort, omdat er in en rond de voertuigen een onaangenaam klapperend geluid wordt veroorzaakt. Ook zal er een extra geluidsbelasting ontstaan.
Interventieniveau	Dit zal in veel gevallen leiden tot het verlies van de slijtlaag. Materiaalverlies is in bepaalde mate toegestaan (max. 1-2 mm).

Tabel 18. Ontwerpaspecten m.b.t. het te hoog afwerken van de balkconstructie

Schadebeelden:	• Defecten aan het afdichtprofiel (verzakking, scheuren, lekkage, veroudering); • (Gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– onjuiste dimensionering van de breedte van de dilatatievoeg op het moment van de uitvoering van de voegconstructie – keuze van een te klein afdichtprofiel, waardoor het profiel wordt los gereden – keuze van een te groot afdichtprofiel, waardoor deze in het meest ongunstige geval wordt vernield door het passerende wegverkeer – sprongen in het afdichtprofiel bij berm en schampkanten, ontstaan door het profiel ter plaatse in- en/of weg te snijden – vervuiling van de voeg aan wegooppervlak, wat door het passerende wegverkeer steeds verder in de voeg wordt gedrukt, waardoor het profiel plaatselijk gaat wijken en er ruimte ontstaat tussen de aansluiting van het afdichtprofiel en de stalen randprofiel (en) van roostervak(ken) – atmosferische invloeden (met name door invloed van ultraviolette straling en ozon), waardoor het afdichtprofiel kan gaan verbrossen (als gevolg van de uv-straling) en het rubber langzaam degenereert – chemische invloeden (strooizouten, oliën, vetten etc.), waardoor het rubber langzaam degenereert
Invloed op functioneren	Een waterdichte afsluiting wordt niet meer gerealiseerd. Door defecten aan het afdichtprofiel zal het passerende verkeer meer geluid gaan produceren. Het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel zal dit probleem als gevolg van geluidsweerkaatsing in de voegen en/of onder het kunstwerk, alleen maar toenemen
Interventieniveau	Het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel leidt vaak tot grote(re) lekkages, de overgang dient zo spoedig mogelijk (binnen drie maanden) te worden hersteld.

Tabel 19. Ontwerpaspecten m.b.t. defecten aan het afdichtprofiel en het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel

3.4 Enkelvoudige voegovergangen van bitumen

In deze paragraaf worden de ontwerpaspecten voor enkelvoudige voegovergangen van bitumen beschreven. Achtereenvolgens worden de volgende schadebeelden behandeld:

- Tabel 20: verzakking van de bitumineuze dorpel
- Tabel 21: zichtbaar worden van de plaat aan het oppervlak.
- Tabel 22: lekkage;
- Tabel 23: scheurvorming;
- Tabel 24: verplaatsen van het bitumineuze materiaal (spoorvorming en/of uitrijden);
- Tabel 25: materiaalverlies (gaten in de dorpel);
- Tabel 26: loslaten van de flanken (hechtvlak met aansluitende verharding);
- Tabel 27: stroefheidsafname
- Tabel 28: uitvloeien voegmateriaal ter plaatse van de zijkant van de schampkanten.

Schadebeeld:	Verzakking van de bitumineuze dorpel (eventueel gecombineerd met bitumen gelegen onderaan het landhoofd)
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– de stalen plaat heeft excentrisch gelegen, hierdoor is de voeg vrij toegankelijk voor het materiaal en kan dit wegzakken – te grote dikte van de dorpel, waardoor er na-verdichting ontstaat
Invloed op functioneren	Aan de opname van belasting wordt niet meer voldaan, omdat de dragende plaat kan geen belastingen meer overbrengen.
Interventieniveau	– Bij het aantreffen van losliggend bitumen onderlangs bij het landhoofd, is er zeer waarschijnlijk sprake van één of meerdere verschoven platen. De constructie dient dan om veiligheidsredenen te worden afgekeurd. – Bij een voegdikte > 125 mm dient de voeg te worden afgekeurd en gereconstrueerd.

Tabel 20. Ontwerpaspecten m.b.t. verzakking van de bitumineuze dorpel

Schadebeeld:	Zichtbaar worden van de plaat aan het oppervlak
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– te grote dikte van de dorpel, waardoor er na-verdichting ontstaat – verschil in hoogte tussen de oplegvlakken van het landhoofd en de brugplaat
Invloed op functioneren	Aan de opname van belasting wordt niet meer voldaan, omdat de dragende plaat kan geen belastingen meer overbrengen.
Interventieniveau	Als de plaat zichtbaar is aan het wegoppervlak, moet de weg direct worden afgesloten in verband met de veiligheid van de weggebruiker. Bij het niet tijdig afsluiten kan de plaat doorschieten en voor lekke banden en onveilige situaties zorgen

Tabel 21. Ontwerpaspecten m.b.t. zichtbaar worden van de plaat aan het oppervlak

Schadebeeld:	Lekkage
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– onvoldoende vulling van de holle ruimte in het bitumen – onvoldoende vertinning van de betonnen ondergrond en het onvoldoende afgieten van de stalen platen – onjuiste configuratie van de stalen platen (niet gepotdekseld) – onjuiste aansluiting van de voeg bij de schampkant – het ontstaan van microscheuren op plaatsen waar geen verkeersbelasting aanwezig is (geen massage van het asfalt)
Invloed op functioneren	Een waterdichte afsluiting wordt niet gerealiseerd.
Interventieniveau	In tegenstelling tot de meeste andere soorten voegovergangen is enige vorm van lekkage niet toegestaan.

Tabel 22. Ontwerpaspecten m.b.t. lekkage

Schadebeeld:	Scheurvorming
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– onvolkomenheden in het voegontwerp, inschatting wegcapaciteit, te kleine kruisingshoek – te geringe dikte van de dorpel, waardoor de vervormingscapaciteit te gering is – te lage verwerkingstemperatuur, waardoor er onvoldoende hechting tussen de materialen is ontstaan – het gebruik van onjuiste materialen (bindmiddel/mineralen) – excentrisch gelegen plaat boven de voeg (zie 'verzakking') – te grote verticale voegbeweging (na-verdichting dorpel, zie 'verzakking')
Invloed op functioneren	De functie van opname van de belasting van de brug wordt niet meer voldaan. Ook een waterdichte afsluiting wordt niet gerealiseerd.
Interventieniveau	Enige vorm van onregelmatige scheurvorming is niet toegestaan, zeker wanneer er onder (langs het landhoofd), lekkage is opgetreden. De voornaamste reden hiervoor is dat dan het elastisch vermogen van de voegconstructie (om wat voor reden dan ook) niet meer voldoet aan de ontwerpeis, zoals deze wordt gesteld (namelijk, de elasticiteit van de voegconstructie moet over de volle breedte van de voeg worden geleverd en dient plaatselijk niet te worden geconcentreerd).

Tabel 23. Ontwerpaspecten m.b.t. scheurvorming

Schadebeeld:	Verplaatsen van het bitumineuze materiaal (spoorvorming en/of uitrijden);
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– te grote dikte van de dorpel, waardoor er na-verdichting ontstaat – tijdens de uitvoering is gebruik gemaakt van niet-kubisch gevormd toeslagmateriaal
Invloed op functioneren	Van het realiseren van comfort is niet of nauwelijks sprake meer.
Interventieniveau	Spoorvorming is in bepaalde mate toegestaan tot een hoogte van 18 mm tussen het wederzijds gelegen hoogste en het laagste punt rondom het spoor [3]. Bij overschrijding dient de voeg inclusief het omringende asfalt (gedeeltelijk) te worden vervangen.

Tabel 24. Ontwerpaspecten m.b.t. verplaatsen van het bitumineuze materiaal (spoorvorming en/of uitrijden);

Schadebeeld:	Materiaalverlies (gaten in de dorpel);
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– onvoldoende omhulling van het toeslagmateriaal – onvoldoende vulling van de holle ruimte in het bitumen
Invloed op functioneren	De functie van opname van de belasting van de brug wordt niet meer voldaan. Van het realiseren van comfort is niet of nauwelijks sprake meer. Wanneer de materiaalafname voldoende groot is wordt ook een waterdichte afsluiting niet gerealiseerd. Afhankelijk van de hoeveelheid materiaalverlies zal dit schadebeeld leiden tot meer geluidsproductie.
Interventieniveau	Materiaalverlies is in bepaalde mate toegestaan.

Tabel 25. Ontwerpaspecten m.b.t. materiaalverlies (gaten in de dorpel);

Schadebeeld:	Loslaten van de flanken (hechtvlak met aansluitende verharding);
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– onvolkomenheden in het voegontwerp, inschatting wegcapaciteit, te kleine kruisingshoek – te geringe dikte van de dorpel, waardoor de vervormingscapaciteit te gering is – te lage verwerkingstemperatuur, waardoor er onvoldoende hechting tussen de materialen is ontstaan – het gebruik van onjuiste materialen (bindmiddel/mineralen) – excentrisch gelegen plaat boven de voeg (zie 'verzakking') – te grote verticale voegbeweging (na-verdichting dorpel, zie 'verzakking')
Invloed op functioneren	De functie van opname van de belasting van de brug wordt niet meer voldaan. Van het realiseren van comfort is niet of nauwelijks sprake meer. Ook een waterdichte afsluiting wordt niet gerealiseerd. Afhankelijk van de hoeveelheid materiaalverlies zal dit schadebeeld leiden tot meer geluidsproductie.
Interventieniveau	Enige vorm van geconcentreerde scheurvorming langs de flanken is niet toegestaan, zeker wanneer er onder, langs het landhoofd, lekkage is opgetreden.

Tabel 26. Ontwerpaspecten m.b.t. het loslaten van de flanken (hechtvlak met aansluitende verharding);

Schadebeeld:	Stroefheidsafname
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– de aanwezigheid van onzuiver materiaal, stof of vocht op het oppervlak van het instrooimateriaal (hierdoor ontstaat een verminderde aanhechting) – het gebruik van te grof instrooimateriaal
Invloed op functioneren	Van het realiseren van comfort is niet of nauwelijks sprake meer.
Interventieniveau	Met behulp van proef 150, zoals geformuleerd in de Standaard RAW-bepalingen zijn wrijvingscoëfficiënten te bepalen. De waarschuwingsgrens is 0,45; de normgrens 0,38.

Tabel 27. Ontwerpaspecten m.b.t. stroefheidsafname

Schadebeeld:	Uitvloeien voegmateriaal ter plaatse van de zijkant van de schampkanten
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	het materiaal ter plaatse van de schampkanten is te steil opgezet en niet voorzien van roestvaststalen afdichtingsplaten
Invloed op functioneren	Van het realiseren van comfort is niet of nauwelijks sprake meer. Wanneer de materiaalafname voldoende groot is wordt ook een waterdichte afsluiting niet meer gerealiseerd.
Interventieniveau	Ten behoeve van het waterdicht blijven van de voegconstructie is enige vorm van uitzakking niet toegestaan.

Tabel 28. Ontwerpaspecten m.b.t. uitvloeien voegmateriaal ter plaatse van de zijkant van de schampkanten



Afbeelding 1. Vervuiling als duidelijke signaalfunctie

3.5 Enkelvoudige voegovergangen van rubber

In deze paragraaf worden de ontwerpaspecten voor enkelvoudige voegovergangen van rubber beschreven.

Achtereenvolgens worden de volgende schadebeelden behandeld:

- Tabel 29: loszittende en/of ontbrekende bevestigingsmiddelen (met name de bouten).
- Tabel 30: defecten aan de rubberband (scheurvorming, slijtage, lekkage), zie Afbeelding 2.

Schadebeeld: Loszittende en/of ontbrekende bevestigingsmiddelen (met name de bouten).	
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– tijdens het passeren van het wegverkeer ontstaat er in de rubberband een soort golfbeweging, waardoor de bouten in een fractie van een seconde een korte, maar heftige trek-/druk-reactie te verwerken krijgen (voornamelijk in de langsrichting van de bouten), wat op termijn leidt tot vermoeidheidsverschijnselen in de bouten – het moeten opnemen van belastingen, die voortkomen uit de beweging van de brug (inkrimping en uitzetting als gevolg van temperatuurinvloeden)
Invloed op functioneren	Aan de opname van verkeersbelasting wordt, bij grote omvang van het schadebeeld, niet of nauwelijks voldaan. De mate waarin de functie opname van brugbelasting kan worden vervuld, hangt af van de mate waarin de bevestigingsmiddelen zijn beschadigd of gedesintegreerd. Indien de bevestigingsmiddelen losraken zal de band bij het passeren van wegverkeer gaan “klapperen”, wat een negatieve invloed heeft op het comfort. Ook een waterdichte afsluiting wordt niet gerealiseerd. Het “klapperen” kan leiden tot een toename van de geluidsproductie.
Interventieniveau	Schade aan de bouten of andere verankeringselementen is niet toegestaan (herstelwerkzaamheden dienen direct te worden uitgevoerd).

Tabel 29. Ontwerpaspecten m.b.t. loszittende en/of ontbrekende bevestigingsmiddelen

Schadebeeld:	Defecten aan de rubberband (scheurvorming, slijtage, lekkage),
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	scheurvorming: – het moeten opnemen van belastingen, die voortkomen uit de beweging van de brug (inkrimping en uitzetting als gevolg van temperatuurinvloeden) – atmosferische invloeden (met name door invloed van ultraviolette straling en ozon), waardoor het afdichtprofiel kan gaan verbrossen (als gevolg van de uv-straling) en het rubber langzaam degenereert – chemische invloeden (strooizouten, oliën, vetten etc.), waardoor het rubber langzaam degenereert slijtage: – het gevolg van het passeren van wegverkeer (vooral ter plaatse bij intensief bereden rijbaangedeelten)
Invloed op functioneren	Het opnemen van belasting zal niet volledig kunnen worden vervuld. Door slijtage wordt de band glad, waardoor de voegovergangsconstructie minder stroefheid kan leveren ten behoeve van het opnemen van remkrachten van het passerende wegverkeer. Ook zal de band bij het passeren van wegverkeer gaan “klapperen”, wat een negatieve invloed heeft op het comfort. Een waterdichte afsluiting wordt niet gerealiseerd. Het “klapperen” kan leiden tot een toename van de geluidsproductie.
Interventieniveau	Scheurvorming in de rubberband is niet toegestaan, dit dient binnen twee maanden na constatering te worden opgeheven. Slijtage is in een bepaalde mate toegestaan. Afkeuring van de rubberband zal plaats vinden wanneer er sprake van geconcentreerde gladde plekken (voornamelijk ter plaatse van de rijsporen), waar geen profiel meer op de band aanwezig is.

Tabel 30. Ontwerpaspecten m.b.t. defecten aan de rubberband



Afbeelding 2. Zwaar beschadigde rubberband bij een z.g. STOG voegovergangsconstructie

3.6 Meervoudige voegovergangen van staal-rubber

In deze paragraaf worden de ontwerpaspecten voor meervoudige voegovergangen van staal-rubber beschreven.

Achtereenvolgens worden de volgende schadebeelden behandeld:

- Tabel 31: slijtage glijlagers en -veren;
- Tabel 32: slijtage stuurveren;
- Tabel 33: gebroken lamellen;
- Tabel 34: gebroken lasverbindingen tussen lamel(-len) en traversebalk(-en);
- Tabel 35: defecten aan het afdichtprofiel (scheurvorming, lekkage).

Schadebeeld:	Slijtage glijlagers en -veren
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	Wrijvingskrachten tussen de onderdelen onderling
Invloed op functioneren	Opname van de brugbelasting vindt niet of nauwelijks plaats. Comfort wordt niet meer gerealiseerd. De geluidsproductie van passerend wegverkeer zal toenemen.
Interventieniveau	De dikte van de Teflon-laag dient minimaal 1,5 mm te zijn.

Tabel 31. Ontwerpaspecten m.b.t. verzakking van de bitumineuze dorpel

Schadebeeld:	Slijtage stuurveren
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	Wrijvingskrachten tussen de onderdelen onderling.
Invloed op functioneren	Opname van de brugbelasting vindt niet of nauwelijks plaats. De geluidsproductie van passerend wegverkeer zal toenemen.
Interventieniveau	De slijtage is herkenbaar in de vorm van (plaatselijke) verpulvering van het materiaal.

Tabel 32. Ontwerpaspecten m.b.t. slijtage stuurveren

Schadebeeld:	Gebroken lamellen
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	Een combinatie van overbelasting door het wegverkeer en de aanwezigheid van (een) traversekast(-en) ter plaatse van (het) rijspo(o)r(-en)
Invloed op functioneren	Opname van brug- en verkeersbelasting vindt niet of nauwelijks nog plaats. Comfort wordt niet meer gerealiseerd. De geluidsproductie van passerend wegverkeer zal toenemen.
Interventieniveau	– De voegovergangsconstructie dient onmiddellijk te worden afgekeurd, en er dient vanuit veiligheidsoogpunt onmiddellijk onderhoud te worden uitgevoerd.

Tabel 33. Ontwerpaspecten m.b.t. gebroken lamellen

Schadebeeld:	gebroken lasverbindingen tussen lamel(-len) en traversebalk(-en)
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	Een combinatie van overbelasting door het wegverkeer en de aanwezigheid van (een) traversekast(-en) ter plaatse van (het) rijspo(o)r(-en).
Invloed op functioneren	Opname van de brugbelasting vindt niet of nauwelijks plaats. De geluidsproductie van passerend wegverkeer zal toenemen.
Interventieniveau	De voegovergangsconstructie dient onmiddellijk te worden afgekeurd, en er dient vanuit veiligheidsoogpunt onmiddellijk onderhoud te worden uitgevoerd.

Tabel 34. Ontwerpaspecten m.b.t. gebroken lasverbindingen tussen lamel(-len) en traversebalk(-en)

Schadebeeld:	defecten aan het afdichtprofiel (scheurvorming, lekkage).
Aspect	Toelichting
Faalmechanisme	– overbelasting (verkeer); – vervuiling van de voeg aan wegoppervlak, wat door het passerende wegverkeer steeds verder in de voeg wordt gedrukt, waardoor het profiel plaatselijk gaat wijken en er ruimte ontstaat tussen de aansluiting van het afdichtprofiel en de lamel – atmosferische invloeden (met name door invloed van UV-straling en ozon), waardoor het afdichtprofiel kan gaan verbrossen en het rubber langzaam desintegreert – chemische invloeden (stroomolieën, oliën, vetten etc.), waardoor het rubber langzaam desintegreert
Invloed op functioneren	Opname van de brugbelasting vindt niet of nauwelijks plaats, en een waterdichte afsluiting wordt niet meer gerealiseerd. Door het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel zal de geluidsweerkaatsing in de voegen en/of onder het kunstwerk, toenemen.
Interventieniveau	Defecten aan het afdichtprofiel leiden vaak tot grote(re) lekkages, de overgang dient zo spoedig mogelijk (binnen drie maanden) te worden hersteld.

Tabel 35. Ontwerpaspecten m.b.t. defecten aan het afdichtprofiel (scheurvorming, lekkage).

4. Onderhoud

In het voorgaande hoofdstukken is beschreven welke functies voegovergangen vervullen en welke schadebeelden er op kunnen treden. Ook is aangegeven bij welke mate van schade interventie nodig is. De wijze waarop deze interventie gepleegd kan worden komt in dit hoofdstuk aan bod.

Eerst wordt in paragraaf 4.1 aangegeven welke onderhoudsstrategie normaal gesproken wordt toegepast. Daarna komen in paragraaf 4.2 de onderhoudsmaatregelen aan bod. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in verschillende soorten onderhoud. Vervolgens wordt in paragraaf 4.3 beschreven welke onderhouds- en vervangingsintervallen doorgaans worden aangehouden bij voegovergangen. Tenslotte worden in paragraaf 4.4 de kosten weergegeven van onderhoudsmaatregelen.

4.1 Onderhoudsstrategie voegovergangen

De onderhoudsstrategie voor voegovergangen is normaal gesproken gebaseerd op Toestandsafhankelijk Onderhoud (TAO). Bij TAO wordt de achteruitgang van de conditie van de onderdelen in de gaten gehouden, op basis waarvan het onderhoud wordt ingepland.

In de praktijk wordt echter steeds meer overgegaan op een mengvorm van TAO en Gebruiksafhankelijk Onderhoud (GAO), vooral bij zeer intensief gebruikte infrastructuur. De oorzaak hiervan is dat het onderhoud van met name “droge” kunstwerken steeds meer wordt afgestemd en uitgevoerd met onderhoud van de over- en/of onderdoorgaande rijksweg.

4.2 Onderhouds- en vervangingsmaatregelen voegovergangen

Onderhoud kan worden opgesplitst in twee soorten onderhoud:

- vast onderhoud (of klein onderhoud);
- variabel onderhoud (of groot onderhoud).

Vast onderhoud is nodig om het continu doorgaande degradatieproces tussen twee voorziene variabel onderhoudsbeurten te beheersen en daarmee te controleren. Dit kan als volgt plaatsvinden:

- Het regelmatig schoonspuiten van de voegafdichtingen, die aan agressieve omstandigheden zijn blootgesteld. Vooral na de winter (vorstperiodes) zijn bij bepaalde constructies de voegen zwaar vervuild met gruis en andere steenslag. Om beschadiging van de voegconstructie bij warme periodes te voorkomen wordt met behulp van een hogedrukreiniger de voeg schoongespoten. Het reinigen dient minimaal éénmaal per jaar plaats te vinden (bij voorkeur in het voorjaar).
- Maatregelen om de waterafvoer rondom de voegovergangen optimaal te laten verlopen.

Variabel onderhoud bij voegovergangen kan worden onderverdeeld in:

- Modificatief onderhoud: het aanpassen van een verouderd type voegovergang, zodat het noodzakelijk uit te voeren variabel onderhoud (weer) mogelijk is.
- “Normaal” variabel onderhoud: het noodzakelijk uit te voeren variabel onderhoud, om de conditie van de voegovergang op het gewenste niveau te brengen.

Een beschrijving van het noodzakelijk geachte variabel onderhoud in relatie tot de verschillende typen voegovergangsconstructies wordt beschreven in paragraaf 4.3.

4.3 Onderhouds- en vervangingsintervallen voegovergangen

In Tabel 36 wordt een overzicht gegeven van de verschillende levensduurverwachtingen voor de inspectieonderdelen van voegovergangsconstructies.

Type	Materiaal	Inspectieonderdeel	Gemiddelde levensduurverwachting (jaren)
Enkelvoudig	staal (-rubber)	I. roosterconstructie van staal	30-40
		II. afdichtprofiel van rubber	10
	staalvezelbeton	I. randbalk van staalvezelbeton	15
		II. afdichtprofiel van rubber	8
	kunstharsbeton (epoxy)	I. randbalk van kunstharsbeton	15
		II. afdichtprofiel van rubber	8
	bitumen	I. plaat, fixatiemiddelen en rugvulling	5
		II. bitumineuze dorpel	
	rubber	I. verankering en bevestigingsmiddelen	15
		II. afdichtings-/overgangsprofiel van rubber	
Meervoudig	staal/rubber	I. traversekast-traverse-lamel-glijlager-glijveer-stuurveer	glijlagers en stuurveren 15-20 overige onderdelen 20-30
		II. afdichtingsprofiel	15-20

Tabel 36. Levensduurverwachtingen

Hierbij wordt opgemerkt dat de in de jaren '60 en '70 toegepaste stalen rijroosters in combinatie met voegvullingen na ruim 30 jaar nog uitstekend functioneren. Wel zijn in de tussentijd de voegvullingen vervangen door voegvullingen van diverse samenstellingen (bijvoorbeeld ingelijmde ACME-profielen of klauwprofielen met ingeklemd rubber).

De sinds circa 1980 toegepaste kunstharsdorpels zijn bijzonder gevoelig voor uitvoeringsfouten en behoeven veel onderhoud. De dorpels vertonen vaak 2 à 3 jaar na ingebruikname al scheuren en afgebroken delen.

Ook is gesignaleerd dat door de toename van de verkeersintensiteit en het aandeel van het zware vrachtverkeer in de toekomst vaker onderhoud aan de voegovergangen nodig zal zijn. Dit geldt in het bijzonder voor bitumineuze voegovergangen; bij een verkeersaanbod met veel zwaar verkeer moet de voegovergang soms zelfs jaarlijks worden onderhouden.

4.4 Kostenkengetallen onderhoud voegovergangen

In deze paragraaf worden de kostenkengetallen gegeven voor het onderhoud van voegovergangen. Eerst wordt in paragraaf 4.4.1 aangegeven welke uitgangspunten hierop van toepassing zijn, onder meer welke kosten wel of niet bij de berekeningen zijn inbegrepen. Daarna worden de kosten van onderhoudsmaatregelen per type kunstwerk weergegeven. In Tabel 37 is aangegeven in welke paragraaf welk type voegovergang wordt behandeld.

Paragraaf	Type voegovergang	Pagina
4.4.2	enkelvoudig staal (-rubber)	34
4.4.3	enkelvoudig staalvezel-beton	36
4.4.4	enkelvoudig kunstharsbeton (epoxy)	37
4.4.5	enkelvoudig bitumen	38
4.4.6	enkelvoudig rubber	39
4.4.7	meervoudig staal/rubber	40

Tabel 37. Index paragraaf 4.4

4.4.1 Uitgangspunten

In deze subparagraaf wordt aangegeven welke uitgangspunten worden gehanteerd bij het berekenen van de kosten van onderhoudsmaatregelen. De kostenkengetallen zijn oorspronkelijk gebaseerd op het prijspeil 1 juli 2001 en vervolgens aangepast naar prijspeil januari 2004 met behulp van prijsindexcijfers van de CAO-lonen per maand (inclusief bijzondere beloningen) voor de bedrijfssector Industrie en Bouwnijverheid (bron: CBS). Er wordt uitgegaan van uitvoering overdag en alle genoemde bedragen zijn exclusief BTW. Ten aanzien van de opbouw van de kosten wordt de structuur aangehouden zoals weergegeven in Tabel 38:

Directe kosten	- Materiaalkosten - Materieeluren - Manuren - Huren - Leveranties	A
Indirecte kosten	- Eenmalige kosten	B
	- Tijdgebonden kosten	(+25%)
	- Algemene kosten	C
	- Winst en risico	(+15%)

Tabel 38. Kostenstructuur

In dit referentiedocument worden zowel de directe kosten (A) als de totale kosten (A+B+C) weergegeven. Hierbij worden de eenmalige en tijdgebonden kosten (B) berekend door de directe kosten (A) te vermenigvuldigen met een factor 1,25. Daarnaast is de omvang van de totale kosten berekend door de directe, eenmalige en tijdgebonden kosten (A+B) te vermenigvuldigen met een factor 1,15%

Alle genoemde bedragen zijn exclusief:

- verkeersmaatregelen (afzettingen, omleidingsroutes e.d.);
- lokale, situatie-specifieke invloeden;
- engineering en personele kosten RWS;
- BTW.

4.4.2 Enkelvoudige voegovergangen van staal (-rubber)

De rubberen voegafdichtingen die in het verleden bij de typen EKV en EGV zijn toegepast, zijn tegenwoordig niet meer leverbaar. Daarom is het noodzakelijk dat bij vervanging van de originele rubberen voegafdichtingen er een reconstructie (modificatie) plaatsvindt van de constructie, zodanig dat hedendaagse profielen kunnen worden toegepast (bijvoorbeeld door het aanbrengen van stalen randprofielen op de bestaande staalconstructie). Deze aanpassing vindt plaats tijdens een zogenaamde modificatieve onderhoudsbeurt.

Het beton in de roostervakken kan geheel of gedeeltelijk worden vervangen door een PCC-mortel. Voornoemd materiaal vertoont minder krimp dan “normaal” beton en sluit daardoor beter aan tegen het staal van de roostervakken. Het materiaal wordt aan de bovenzijde afgewerkt met een slijtlaag (bijvoorbeeld mandurax). De toepassing van een slijtlaag op de roostervakken heeft als voornaamste doel het voldoende stroef maken van het wegdek, zodat voldoende remkracht wordt geleverd ten behoeve van het passerende wegverkeer.

Een conserveringssysteem voor voegovergangsconstructies kan, bij applicatie als gevolg van noodzakelijk uit te voeren onderhoud, bestaan uit een één-component isocyaan (polyurethan) aangebracht in drie lagen (totale laagdikte tussen 120-150 µm). Hierbij dient het staaloppervlak Sa2½ te zijn gestraald (volgens NEN-EN-ISO 8501-1:2001 + A1:2001). De relatieve vochtigheid dient niet hoger te zijn dan 70%. Een voordeel van isocyaansystemen (of polyurethaan) is dat deze appliceerbaar zijn op epoxylagen.

De bovenzijde van de “staalconstructie” in de rijbaan (met uitzondering van de “vluchtstrook”) hoeft niet te worden geconserveerd. Het passerende verkeer behoedt het materiaal hier ter plaatse voor corrosie.

In Tabel 39 zijn de kostenkengetallen voor de onderhoudswerkzaamheden aan enkelvoudige voegovergangen van staal (-rubber) gegeven (exclusief BTW).

Type voegovergang	Maatregel	Interval GO (jaar)	Kostenkengetal (€ / m ¹)	
			directe kosten	directe + indirecte kosten
Enkelvoudig, staal-rubber	modificatief onderhoud:	10	849	1.220
	normaal onderhoud: vervangen onderdelen (enkelvoudig)	10	425	610
	gehele reconstructie: vervangen constructie	30-40	990	1.423
Enkelvoudig, staal	gehele reconstructie: vervangen door waterdicht type	30-40	990	1.423

Tabel 39. Kostenkengetallen van onderhoudsmaatregelen aan enkelvoudige voegovergangen van staal (-rubber) (excl. BTW)

De werkzaamheden van het modificatief onderhoud bestaan uit:

- de losse delen van het beton in de roostervakken verwijderen
- de voegafdichting verwijderen
- de ontstane hechtvlakken schoonmaken en opruwen door middel van gritstralen
- het aanbrengen van voorzieningen ten behoeve van de nieuwe voegafdichting
- het herstellen van de conservering
- het herstellen van het beton in de roostervakken en de (optionele) slijtlaag
- het plaatsen van de nieuwe voegafdichting

De werkzaamheden van het normaal onderhoud bestaan uit:

- de losse delen van het beton in de roostervakken verwijderen
- de voegafdichting verwijderen
- de ontstane hechtvlakken schoonmaken en opruwen door middel van gritstralen
- het herstellen van de conservering
- het herstellen van het beton in de roostervakken en de (optionele) slijtlaag
- het plaatsen van de nieuwe voegafdichting

De werkzaamheden van de gehele reconstructie bestaan uit:

- het verwijderen van de gehele constructie, inclusief het doorbranden van de ankers
- het aanbrengen van nieuwe wapening en het plaatselijk doorkoppelen hiervan naar de bestaande wapening (verankering)
- aanbrengen en stellen van de nieuwe overgangsconstructie
- het in- en aanbetonneren van de gehele constructie
- het (eventueel) aanbrengen van een slijtlaag
- het (eventueel) uitvoeren van herstelwerkzaamheden ter plaatse van de aanliggende asfaltverharding(en)

4.4.3 Enkelvoudige voegovergangen van staalvezelbeton

In Tabel 40 zijn de kostenkengetallen voor de onderhoudswerkzaamheden aan enkelvoudige voegovergangen van staalvezelbeton gegeven (exclusief BTW).

Type voegovergang	Maatregel	Interval GO (jaar)	Kostenkengetal (€ / m ¹)	
			directe kosten	directe + indirecte kosten
Enkelvoudig, staalvezelbeton	Normaal onderhoud: herstellen betonschade / vervangen afdichting	4	170	244
	Gehele reconstructie: vervangen constructie	10-15	849	1.220

Tabel 40. Kostenkengetallen van onderhoudsmaatregelen aan enkelvoudige voegovergangen van staalvezelbeton (excl. BTW)

De werkzaamheden van het normaal onderhoud bestaan uit:

- de voegafdichting verwijderen
- de ontstane hechtvlakken schoonmaken en opruwen door middel van gritstralen
- het herstellen van het beton (inclusief bekisten, applicatie, uitharden en ontkisten), waar noodzakelijk
- het plaatsen van de nieuwe voegafdichting

Bij een gehele reconstructie van de voegovergang worden de balken van dit type vervangen door kunstharsbeton (epoxy). Als indicatie hiervoor kunnen de kosten dienen, zoals deze zijn genoemd bij de reconstructie van een voegovergang van kunstharsbeton (zie subparagraaf 4.4.4).

4.4.4 Enkelvoudige voegovergangen van kunstharsbeton

In Tabel 41 zijn de kostenkengetallen voor de onderhoudswerkzaamheden aan enkelvoudige voegovergangen van kunstharsbeton gegeven (exclusief BTW).

Type voegovergang	Maatregel	Interval GO (jaar)	Kostenkengetal (€ / m ¹)	
			directe kosten	directe + indirecte kosten
Enkelvoudig, kunstharsbeton	Normaal onderhoud: herstellen betonschade / vervangen afdichting	4	170	244
	Gehele reconstructie: vervangen constructie	10-15	849	1.220

Tabel 41. Kostenkengetallen van onderhoudsmaatregelen aan enkelvoudige voegovergangen van kunstharsbeton (excl. BTW)

De werkzaamheden van het normaal onderhoud bestaan uit:

- de voegafdichting verwijderen
- de ontstane hechtvlakken schoonmaken en opruwen door middel van gritstralen
- het herstellen van het beton (inclusief bekisten, applicatie, uitharden en ontkisten), waar noodzakelijk
- het plaatsen van de nieuwe voegafdichting
- het herstellen van de slijtlaag

De werkzaamheden van de gehele reconstructie bestaan uit:

- het verwijderen van de gehele constructie, waarbij de verankering zoveel mogelijk dient te worden ontzien;
- het (eventueel) aanbrengen van nieuwe wapening en het plaatselijk doorkoppelen hiervan naar de bestaande wapening (verankering);
- aanbrengen en stellen van de nieuwe overgangsconstructie;
- het in- en aanbetonneren van de gehele constructie;
- het plaatsen van de nieuwe voegafdichting;
- het aanbrengen van een slijtlaag;
- het uitvoeren van herstel- en aansluitwerkzaamheden ter plaatse van de aanliggende asfaltverhardingen, aan weerszijden over een lengte van vier meter;

4.4.5 Enkelvoudige voegovergangen van bitumen

In Tabel 42 zijn de kostenkengetallen voor de onderhoudswerkzaamheden aan enkelvoudige voegovergangen van bitumen gegeven (exclusief BTW).

Type voegovergang	Maatregel	Interval GO (jaar)	Kostenkengetal(€ / m ¹)	
			directe kosten	directe + indirecte kosten
Enkelvoudig, bitumen	Gedeeltelijk reconstructie: herstellen schade	3	198	285
	Gehele reconstructie: vervangen constructie	5	396	569

Tabel 42. Kostenkengetallen van onderhoudsmaatregelen aan enkelvoudige voegovergangen van bitumen (excl. BTW)

De werkzaamheden van de gedeeltelijke reconstructie (bij overlaging van het asfalt, voorafgegaan door freeswerkzaamheden) bestaan uit:

- freeswerkzaamheden asfalt ter plaatse van de voeg;
- het inzagen van de over de voeg doorgedraaide asfalt;
- het uitbreken van het asfalt ter plaatse van de voeg;
- de ontstane hechtvlakken schoonmaken;
- de hechtvlakken drogen door middel van een warme hogedruklans (1000° C/luchtsnelheid 550 m/s);
- het aanbrengen van wel of niet omhulde steenslag in één of meerdere lagen;
- iedere laag penetreren met gemodificeerde bitumen;
- na afkoeling van de bitumineuze dorpel, deze door middel van een licht wals of trilplaat bewerken, totdat een gelijk niveau met het omringende asfalt is verkregen;
- na afkoeling tevens de dorpel napenetreren met bitumen;
- direct na het napenetreren een toplaag instrooien (hierbij een hoekige korrel toepassen, afmetingen 1,5 tot 4 mm).

De werkzaamheden van de gehele reconstructie bestaan uit:

- freeswerkzaamheden asfalt ter plaatse van de voeg;
- het verwijderen van de stalen plaat inclusief fixatiemiddelen en de bijhorende voegafdichting;
- de ontstane hechtvlakken schoonmaken en het betonoppervlak opruwen door middel van gritstralen;
- de hechtvlakken drogen door middel van een warme hogedruklans (1000° C/luchtsnelheid 550 m/s);
- het aanbrengen van wel of niet omhulde steenslag in één of meerdere lagen;
- iedere laag penetreren met gemodificeerde bitumen;
- na afkoeling van de bitumineuze dorpel, deze door middel van een licht wals of trilplaat bewerken, totdat een gelijk niveau met het omringende asfalt is verkregen;
- na afkoeling tevens de dorpel napenetreren met bitumen;

- direct na het napenetreren een toplaag instrooien (hierbij een hoekige korrel toepassen, afmetingen 1,5 tot 4 mm).

De verwerkingstemperaturen, de gebruikte steensoort en de bijbehorende zeefmaat zijn systeemafhankelijk. In bepaalde situaties is toepassing van een roestvast-stalen plaat aan de wegzijde van de schampkanten noodzakelijk, ter voorkoming van het ontstaan van uitzakking ter plaatse van de schampkanten.

4.4.6 Enkelvoudige voegovergangen van rubber

In Tabel 43 zijn de kostenkengetallen voor de onderhoudswerkzaamheden aan enkelvoudige voegovergangen van kunstharbeton gegeven (exclusief BTW).

Type voegovergang	Maatregel	Interval GO (jaar)	Kostenkengetal (€ / m ¹)	
			directe kosten	directe + indirecte kosten
Enkelvoudig, rubber	Normaal onderhoud: vervangen afdichting	15	849	1.220
	Vervangen door ander type	30-40	990	1.423

Tabel 43. Kostenkengetallen van onderhoudsmaatregelen aan enkelvoudige voegovergangen van rubber (excl. BTW)

De werkzaamheden van het normaal onderhoud bestaan uit:

- het verwijderen van de bitumineuze aansluiting
- het demonteren van de verankering
- het verwijderen van de rubberband
- het plaatsen van de nieuwe afdichtings-/overgangsprofiel
- het aanbrengen van de verankering
- het herstellen van de bitumineuze aansluiting

Een gehele reconstructie van de voegovergang doet zich slechts in zeer beperkte mate voor. In het algemeen worden de voegovergangen van dit type vervangen ten gunste van andere systemen. Verdere uitwerking vindt om deze reden dan ook niet plaats.

4.4.7 Meervoudige voegovergangen van staal-rubber

Een conserveringssysteem voor voegovergangsconstructies kan, bij applicatie als gevolg van noodzakelijk uit te voeren onderhoud, bestaan uit een één-component isocyaan, aangebracht in drie lagen (totale laagdikte tussen 120-150 µm). Hierbij dient het staaloppervlak Sa2½ te zijn gestraald (volgens norm NEN-EN-ISO 8501-1:2001 + A1:2001). De relatieve vochtigheid dient niet hoger te zijn dan 70%. Een voordeel van isocyaansystemen is dat deze appliceerbaar zijn op epoxylagen.

De bovenzijde van de “staalconstructie” in de rijbaan (met uitzondering van de “vluchtstrook”) hoeft niet te worden geconserveerd. Het passerende verkeer behoedt het materiaal hier ter plaatse voor corrosie.

In Tabel 44 zijn de kostenkengetallen voor de onderhoudswerkzaamheden aan meervoudige voegovergangen van staal-rubber gegeven (exclusief BTW).

Type voegovergang	Maatregel	Interval GO (jaar)	Kostenkengetal (€ / m ¹)	
			directe kosten	directe + indirecte kosten
Meervoudig, staal-rubber	Gehele reconstructie: vervangen constructie	25	1.559	2.241
	Normaal onderhoud: vervangen onderdelen	15-20	900	1.294

Tabel 44. Kostenkengetallen van onderhoudsmaatregelen aan meervoudige voegovergangen van staal-rubber (excl. BTW)

De werkzaamheden van het normaal onderhoud bestaan uit:

- het demonteren van de beschadigde onderdelen
- het uitvoeren van de benodigde conserveringswerkzaamheden (inclusief de voorbereidende maatregelen)
- het monteren van de nieuwe onderdelen

Een gehele reconstructie van dit type voegovergang is vrij gecompliceerd. Daarom is het moeilijk een indicatie van de kosten te geven, gezien het feit, dat de omvang van de diverse voegconstructies nogal divers is.

5. Inspectie

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de inspectie van voegovergangen. In paragraaf 5.1 komen de inspectie-instructies aan bod. In paragraaf 5.2 is tenslotte een overzicht gegeven van de instructies voor functioneringsinspecties.

5.1 Inspectie-instructies

5.1.1 Algemeen

In deze paragraaf worden de inspectie-instructies beschreven die nodig worden geacht voor het beoordelen van de conditieparameters. In het algemeen kan worden gesteld dat tijdens een inspectie alle relevante schaden dienen te worden gelokaliseerd, opgemeten en genoteerd (en eventueel voorzien van schets(en) en/of foto(s)).

Meer specifieke inspectie-instructies worden in de rest van dit hoofdstuk behandeld. Deze inspectie-instructies hebben tot doel om zodanig te inspecteren dat snel relevante informatie wordt gegenereerd en inzicht wordt verkregen in de conditie van het bewuste onderdeel. In de navolgende subparagrafen wordt voor alle behandelde typen voegovergang de zaken beschreven die bij een inspectie van belang zijn. Dit gebeurt per schadebeeld, door middel van een toelichting op de conditieparameter en interventieniveau en een inspectie-instructie. In Tabel 45 is aangegeven in welke paragraaf welk type voegovergang wordt behandeld.

Paragraaf	Type voegovergang	Pagina
5.1.2	enkelvoudig staal (-rubber)	42
5.1.3	enkelvoudig staalvezelbeton	44
5.1.4	enkelvoudig kunstharsbeton (epoxy)	45
5.1.5	enkelvoudig bitumen	46
5.1.6	enkelvoudig rubber	49
5.1.7	meervoudig staal/rubber	50

Tabel 45. Index paragraaf 4.4

5.1.2 Enkelvoudige voegovergangen van staal (-rubber)

In deze subparagraaf worden de inspectie-instructies voor enkelvoudige voegovergangen van staal (-rubber) gegeven. Achtereenvolgens worden de volgende schadebeelden behandeld:

- Tabel 46: defecten aan de roosterconstructie (vervorming, breuk, loszitten of ontbreken van stalen delen);
- Tabel 47: corrosie;
- Tabel 48: het ontbreken van de betonvulling in de roostervakken;
- Tabel 49: het ontbreken van de slijtlaag in de roostervakken;
- Tabel 50: defecten aan het afdichtprofiel (verzakking, scheuren, lekkage, veroudering);
en (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel.

Schadebeeld:	Defecten aan de roosterconstructie (vervorming, breuk, loszitten of ontbreken van stalen delen)
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Structurele schade (met name breuk, loszitten of het ontbreken van stalen onderdelen, ter plaatse van het bereden deel van de constructie), vereist noodreparatie. Leidt dit niet tot een bevredigende oplossing, dan moet de constructie worden afgekeurd en in zijn geheel vervangen. Bij vervorming (maximaal drie mm per vier strekkende meter) is er qua tijdstip van onderhoud, enige mate van speling aanwezig (maximaal drie tot zes maanden).
Inspectie-instructies	(1) inspecteer of er geen obstakels in en rondom de voegconstructie aanwezig zijn, die de brug- en de voegbeweging negatief kunnen beïnvloeden (kenmerken disfunctioneren: penetratie voeg door vervuiling, steenslag en begroeiing); (2) inspecteer (voor zover zichtbaar en bereikbaar) of de integriteit van de roosterconstructie nog gewaarborgd is (met name op het door het verkeer bereden deel); (3) inspecteer door middel van een vlakheidsmeting of er sprake is van een ontoelaatbare vervorming van de staalconstructie;

Tabel 46. Inspectie-instructies m.b.t. defecten aan de roosterconstructie

Schadebeeld:	Corrosie
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Enige mate van corrosie is toegestaan. Bij corrosie in spleetgaten en op aansluitingen met ander materialen (rubber, beton etc.) mag de mate waarin dit optreedt de 10% (qua lengte en/of oppervlakte en/of doorsnede) van het totaal niet te boven gaan.
Inspectie-instructies	(4) inspecteer de mate van corrosie in relatie tot de plaats en het geheel van de roosterconstructie;

Tabel 47. Inspectie-instructies m.b.t. corrosie

Schadebeeld:	Ontbreken van de betonvulling in de roostervakken
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Bij constructies waarbij het beton op gelijke hoogte ligt met de bovenzijde van de roosterconstructie (in de nieuwbouwsituatie), mag de betonvulling niet meer dan drie mm onder dit niveau komen te liggen. Dit geldt tevens voor “vullingen” op basis van een epoxy-mortel of een PCC-mortel.
Inspectie-instructies	(5) Inspecteer de mate van vulling van beton en/of epoxy-mortel in de roostervakken (bij schade: diepte van de schade meten ten opzichte van de bovenzijde van de roosterconstructie);

Tabel 48. Inspectie-instructies m.b.t. het ontbreken van de betonvulling in de roostervakken

Schadebeeld:	Het ontbreken van de slijtlaag op het beton in de roostervakken
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Indien de applicatie van de slijtlaag een ontwerp is betreft: gelijkmatig materiaalverlies is in bepaalde mate toegestaan (max. 1-2 mm). Ongelijkmatig materiaalverlies (plaatselijk “kale plekken”) is niet toegestaan.
Inspectie-instructies	(6) Inspecteer de (eventueel) aanwezige slijtlaag en meet bij aanwezigheid van gelijkmatig verdeeld materiaalverlies, de dikte van de slijtlaag.

Tabel 49. Inspectie-instructies m.b.t. het ontbreken van de slijtlaag op het beton in de roostervakken

Schadebeeld:	- Defecten aan het afdichtprofiel (verzakking, scheuren, lekkage, veroudering); (Gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel leidt vaak tot grote(re) lekkages, de overgang dient zo spoedig mogelijk (binnen drie maanden) te worden hersteld.
Inspectie-instructies	(7) inspecteer of het afdichtprofiel in voldoende mate is gefixeerd tussen de staalconstructies en in zijn totaliteit nog functioneert (kenmerken disfunctioneren: verzakte en/of ontbrekende profielen of profieldelen);

Tabel 50. Defecten aan het afdichtprofiel

5.1.3 Enkelvoudige voegovergangen van staalvezelbeton

In deze subparagraaf worden de inspectie-instructies voor enkelvoudige voegovergangen van staalvezelbeton gegeven. Achtereenvolgens worden de volgende schadebeelden behandeld:

- Tabel 51: defecten aan de balkconstructie (breuk, scheurvorming en afschilfering);
- Tabel 52: te hoog afwerken van de balkconstructie (uitvoeringsfout);
- Tabel 53: defecten aan het afdichtprofiel (verzakking, scheuren, lekkage, veroudering) en het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel.

Schadebeeld:	Defecten aan de balkconstructie (breuk, scheurvorming en afschilfering)
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Enige vorm van breuk is niet toegestaan. Scheurvorming is toegestaan tot een scheurwijdte van 0,4 mm. Afschilfering is in beperkte mate toegestaan (kartels mogen niet "dieper" zijn dan maximaal 3 mm)
Inspectie-instructies	(1) inspecteer of er geen obstakels in en rondom de voegconstructie aanwezig zijn, die de brug- en de voegbeweging negatief kunnen beïnvloeden (kenmerken disfunctioneren: penetratie voeg door vervuiling, steenslag en begroeiing); (2) inspecteer (voor zover zichtbaar en bereikbaar) of de integriteit van de randbalken nog gewaarborgd is (met name op het door het verkeer bereden deel);

Tabel 51. Inspectie-instructies m.b.t. defecten aan de balkconstructie

Schadebeeld:	Te hoog afwerken van de balkconstructie (uitvoeringsfout)
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Dit zal in veel gevallen leiden tot het verlies van de slijtlaag. Materiaalverlies is in bepaalde mate toegestaan (max. 1-2 mm).
Inspectie-instructies	(3) inspecteer door middel van een vlakheidsmeting of er sprake is van een ontoelaatbare verhoging van het wegprofiel;

Tabel 52. Inspectie-instructies m.b.t. het te hoog afwerken van de balkconstructie

Schadebeelden:	• Defecten aan het afdichtprofiel (verzakking, scheuren, lekkage, veroudering); • (Gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel leidt vaak tot grote(re) lekkages, de overgang dient zo spoedig mogelijk (binnen drie maanden) te worden hersteld.
Inspectie-instructies	(4) inspecteer of het afdichtprofiel in voldoende mate is gefixeerd tussen de balkconstructies en in zijn totaliteit nog functioneert (kenmerken disfunctioneren: verzakte en/of ontbrekende profielen of profieldelen); (5) inspecteer (voor zover zichtbaar en bereikbaar) of er sprake is van lekkage en eventueel de mate waarin dit plaats vindt (kenmerken disfunctioneren: algen- en/of mosgroei, vervuiling ("zwarte plekken") en plasvorming ter plaatse van het onderliggend landhoofd);

Tabel 53. Inspectie-instructies m.b.t. defecten aan het afdichtprofiel en het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel

5.1.4 Enkelvoudige voegovergangen van kunstharsbeton

In deze subparagraaf worden de inspectie-instructies voor enkelvoudige voegovergangen van kunstharsbeton gegeven. Achtereenvolgens worden de volgende schadebeelden behandeld:

- Tabel 54: defecten aan balkconstructie (breuk, scheurvorming, afbrokkeling en afschilfering);
- Tabel 55: het ontbreken van de slijtlaag;
- Tabel 56: te hoog afwerken van de balkconstructie (uitvoeringsfout);
- Tabel 57: defecten aan het afdichtprofiel (verzakking, scheuren, lekkage, veroudering) en het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel.

Schadebeeld:	Defecten aan de balkconstructie (breuk, scheurvorming en afschilfering)
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Enige vorm van breuk is niet toegestaan. Scheurvorming is toegestaan tot een scheurwijdte van 0,4 mm. Afschilfering is in beperkte mate toegestaan (kartels mogen niet “dieper” zijn dan maximaal 3 mm)
Inspectie-instructies	(1) inspecteer of er geen obstakels in en rondom de voegconstructie aanwezig zijn, die de brug- en de voegbeweging negatief kunnen beïnvloeden (kenmerken disfunctioneren: penetratie voeg door vervuiling, steenslag en begroeiing); (2) inspecteer (voor zover zichtbaar en bereikbaar) of de integriteit van de randbalken nog gewaarborgd is (met name op het door het verkeer bereden deel).

Tabel 54. Inspectie-instructies m.b.t. defecten aan de balkconstructie

Schadebeeld:	Het ontbreken van de slijtlaag
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Materiaalverlies is toegestaan tot max. 1-2 mm.
Inspectie-instructies	(3) inspecteer de (eventueel) aanwezige slijtlaag en meet bij aanwezigheid van gelijkmatig verdeeld materiaalverlies, de dikte van de slijtlaag;

Tabel 55. Inspectie-instructies m.b.t. het ontbreken van de slijtlaag

Schadebeeld: (uitvoeringsfout)	Te hoog afwerken van de balkconstructie
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Dit zal in veel gevallen leiden tot het verlies van de slijtlaag. Materiaalverlies is in bepaalde mate toegestaan (max. 1-2 mm).
Inspectie-instructies	(4) inspecteer door middel van een vlakheidsmeting of er sprake is van een ontoelaatbare verhoging van het wegprofiel;

Tabel 56. Inspectie-instructies m.b.t. het te hoog afwerken van de balkconstructie

Schadebeelden:	- Defecten aan het afdichtprofiel (verzakking, scheuren, lekkage, veroudering); (Gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel leidt vaak tot grote(re) lekkages, de overgang dient zo spoedig mogelijk (binnen drie maanden) te worden hersteld.
Inspectie-instructies	(5) inspecteer of het afdichtprofiel in voldoende mate is gefixeerd tussen de balkconstructies en in zijn totaliteit nog functioneert (kenmerken disfunctioneren: verzakte en/of ontbrekende profielen of profieldelen); (6) inspecteer (voor zover zichtbaar en bereikbaar) of er sprake is van lekkage en eventueel de mate waarin dit plaats vindt (kenmerken disfunctioneren: algen- en/of mosgroei, vervuiling ("zwarte plekken") en plasvorming ter plaatse van het onderliggend landhoofd;

Tabel 57. Inspectie-instructies m.b.t. defecten aan het afdichtprofiel en het (gedeeltelijk) ontbreken van het afdichtprofiel

5.1.5 Enkelvoudige voegovergangen van bitumen

In deze subparagraaf worden de inspectie-instructies voor enkelvoudige voegovergangen van bitumen gegeven.

Achtereenvolgens worden de volgende schadebeelden behandeld:

- Tabel 58: verzakking van de bitumineuze dorpel
- Tabel 59: zichtbaar worden van de plaat aan het oppervlak.
- Tabel 60: lekkage;
- Tabel 61: scheurvorming;
- Tabel 62: verplaatsen van het bitumineuze materiaal (spoorvorming en/of uitrijden);
- Tabel 63: materiaalverlies (gaten in de dorpel);
- Tabel 64: loslaten van de flanken (hechtvlak met aansluitende verharding);
- Tabel 65: stroefheidsafname
- Tabel 66: uitvloeien voegmateriaal ter plaatse van de zijkant van de schampkanten.

Schadebeeld:	Verzakking van de bitumineuze dorpel (eventueel gecombineerd met bitumen gelegen onderaan het landhoofd)
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	- Bij het aantreffen van losliggend bitumen onderlangs bij het landhoofd, is er zeer waarschijnlijk sprake van één of meerdere verschoven platen. De constructie dient dan om veiligheidsredenen te worden afgekeurd. - Bij een voegdikte > 125 mm dient de voeg te worden afgekeurd en gereconstrueerd.
Inspectie-instructies	(1) inspecteer of er geen obstakels in en rondom de voegconstructie aanwezig zijn, die de brug- en de voegbeweging negatief kunnen beïnvloeden; (2) inspecteer (voor zover zichtbaar en bereikbaar) of de integriteit van de voegconstructie nog gewaarborgd is (met name op het door het verkeer bereden deel);

Tabel 58. Inspectie-instructies m.b.t. verzakking van de bitumineuze dorpel

Schadebeeld:	Zichtbaar worden van de plaat aan het oppervlak
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Als de plaat zichtbaar is aan het wegooppervlak, moet de weg direct worden afgesloten in verband met de veiligheid van de weggebruiker. Bij het niet tijdig afsluiten kan de plaat doorschieten en voor lekke banden en onveilige situaties zorgen
Inspectie-instructies	Zie "verzakking"

Tabel 59. Inspectie-instructies m.b.t. zichtbaar worden van de plaat aan het oppervlak

Schadebeeld:	Lekkage
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	In tegenstelling tot de meeste andere soorten voegovergangen is enige vorm van lekkage niet toegestaan.
Inspectie-instructies	(3) inspecteer (voor zover zichtbaar en bereikbaar) of er sprake is van lekkage en eventueel de mate waarin dit plaats vindt (kenmerken disfunctioneren: algen- en/of mosgroei, vervuiling ("zwarte plekken") en plasvorming ter plaatse van het onderliggend landhoofd;

Tabel 60. Inspectie-instructies m.b.t. lekkage

Schadebeeld:	Scheurvorming
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Enige vorm van onregelmatige scheurvorming is niet toegestaan, zeker wanneer er onder (langs het landhoofd), lekkage is opgetreden. De voornaamste reden hiervoor is dat dan het elastisch vermogen van de voegconstructie (om wat voor reden dan ook) niet meer voldoet aan de ontwerpeis, zoals deze wordt gesteld (namelijk, de elasticiteit van de voegconstructie moet over de volle breedte van de voeg worden geleverd en dient plaatselijk niet te worden geconcentreerd).
Inspectie-instructies	Zie "verzakking"

Tabel 61. Inspectie-instructies m.b.t. scheurvorming

Schadebeeld:	Verplaatsen van het bitumineuze materiaal (spoorvorming en/of uitrijden);
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Spoorvorming is in bepaalde mate toegestaan tot een hoogte van 18 mm tussen het wederzijds gelegen hoogste en het laagste punt rondom het spoor [3]. Bij overschrijding dient de voeg inclusief het omringende asfalt (gedeeltelijk) te worden vervangen.
Inspectie-instructies	(4) inspecteer door middel van een vlakheidsmeting of er sprake is van een ontoelaatbare vervorming van het wegprofiel;

Tabel 62. Inspectie-instructies m.b.t. verplaatsen van het bitumineuze materiaal (spoorvorming en/of uitrijden);

Schadebeeld:	Materiaalverlies (gaten in de dorpel);
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Materiaalverlies is in bepaalde mate toegestaan.
Inspectie-instructies	Zie "verzakking"

Tabel 63. Inspectie-instructies m.b.t. materiaalverlies (gaten in de dorpel);

Schadebeeld:	Loslaten van de flanken (hechtvlak met aansluitende verharding);
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Enige vorm van geconcentreerde scheurvorming langs de flanken is niet toegestaan, zeker wanneer er onder, langs het landhoofd, lekkage is opgetreden.
Inspectie-instructies	Zie "verzakking"

Tabel 64. Inspectie-instructies m.b.t. het loslaten van de flanken (hechtvlak met aansluitende verharding);

Schadebeeld:	Stroefheidsafname
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Met behulp van proef 150, zoals geformuleerd in de Standaard RAW-bepalingen zijn wrijvingscoëfficiënten te bepalen. De waarschuwingsgrens is 0,45; de normgrens 0,38.
Inspectie-instructies	Zie "verzakking"

Tabel 65. Inspectie-instructies m.b.t. stroefheidsafname

Schadebeeld:	Uitvloeien voegmateriaal ter plaatse van de zijkant van de schampkanten
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Ten behoeve van het waterdicht blijven van de voegconstructie is enige vorm van uitzakking niet toegestaan.
Inspectie-instructies	(5) inspecteer of er ter hoogte van de zijkanten van de schampkanten materiaalverplaatsing in de voegen heeft plaatsgevonden. Elke vorm van materiaalverplaatsing is niet toegestaan.

Tabel 66. Inspectie-instructies m.b.t. uitvloeien voegmateriaal ter plaatse van de zijkant van de schampkanten

5.1.6 Enkelvoudige voegovergang van rubber

In deze subparagraaf worden de inspectie-instructies voor enkelvoudige voegovergangen van rubber gegeven.

Achtereenvolgens worden de volgende schadebeelden behandeld: Tabel 67 Tabel 68

- : loszittende en/of ontbrekende bevestigingsmiddelen (met name de bouten).
- : defecten aan de rubberband (scheurvorming, slijtage, lekkage), zie Afbeelding 2.

Schadebeeld:	Loszittende en/of ontbrekende bevestigingsmiddelen (met name de bouten).
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Schade aan de bouten of andere verankerings-elementen is niet toegestaan (herstelwerkzaamheden dienen direct te worden uitgevoerd).
Inspectie-instructies	(1) inspecteer of er enige mate van vervorming aan de rubberband aanwezig is. Dit dient te worden bekeken vanuit de langsrichting van de voegconstructie. Enige mate van vervorming duidt op de aanwezigheid van loszittend verankering;

Tabel 67. Inspectie-instructies m.b.t. loszittende en/of ontbrekende bevestigingsmiddelen

Schadebeeld:	Defecten aan de rubberband (scheurvorming, slijtage, lekkage),
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Scheurvorming in de rubberband is niet toegestaan, dit dient binnen twee maanden na constatering te worden opgeheven. Slijtage is in een bepaalde mate toegestaan. Afkeuring van de rubberband zal plaats vinden wanneer er sprake van geconcentreerde gladde plekken (voornamelijk ter plaatse van de rijsporen), waar geen profiel meer op de band aanwezig is.
Inspectie-instructies	(2) inspecteer of er scheurvorming is opgetreden in de rubbermat; (3) inspecteer (voor zover zichtbaar en bereikbaar) of er sprake is van lekkage en eventueel de mate waarin dit plaats vindt (kenmerken disfunctioneren: algen- en/of mosgroei, vervuiling ("zwarte plekken") en plasvorming ter plaatse van het onderliggend landhoofd; (4) controleer bij aanwezigheid van gladde plekken op de rubberband, de mate van gladheid en de locatie(s).

Tabel 68. Inspectie-instructies m.b.t. defecten aan de rubberband

5.1.7 Meervoudige voegovergangen van staal-rubber

In deze subparagraaf worden de inspectie-instructies voor meervoudige voegovergangen van staal-rubber gegeven. Achtereenvolgens worden de volgende schadebeelden behandeld:

- Tabel 69: slijtage glijlagers en -veren;
- Tabel 70: slijtage stuurveren;
- Tabel 71: gebroken lamellen;
- Tabel 72: gebroken lasverbindingen tussen lamel(-len) en traversebalk(-en);
- Tabel 73: defecten aan het afdichtprofiel (scheurvorming, lekkage).

Schadebeeld:	Slijtage glijlagers en -veren
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	De dikte van de Teflon-laag dient minimaal 1,5 mm te zijn.
Inspectie-instructies	(1) meet de laagdikte van de glijlagers en -veren;

Tabel 69. Inspectie-instructies m.b.t. slijtage glijlagers en -veren

Schadebeeld:	Slijtage stuurveren
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	De slijtage is herkenbaar in de vorm van (plaatselijke) verpulvering van het materiaal.
Inspectie-instructies	(2) inspecteer of er sprake is beschadiging van de stuurveren;

Tabel 70. Inspectie-instructies m.b.t. slijtage stuurveren

Schadebeeld:	Gebroken lamellen
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	De voegovergangsconstructie dient onmiddellijk te worden afgekeurd, en er dient vanuit veiligheidsoogpunt onmiddellijk onderhoud te worden uitgevoerd.
Inspectie-instructies	(3) inspecteer de voegovergang zowel vanuit de langs- en in de dwarsrichting, zowel aan de onder- als aan de bovenzijde (indien de situatie dit toelaat);

Tabel 71. Inspectie-instructies m.b.t. gebroken lamellen

Schadebeeld:	gebroken lasverbindingen tussen lamel(-len) en traversebalk(-en)
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	De voegovergangsconstructie dient onmiddellijk te worden afgekeurd, en er dient vanuit veiligheidsoogpunt onmiddellijk onderhoud te worden uitgevoerd.
Inspectie-instructies	(4) inspecteer de bereikbare lasnaden tussen de lamellen en traversebalken op scheurvorming;

Tabel 72. Inspectie-instructies m.b.t. gebroken lasverbindingen tussen lamel(-len) en traversebalk(-en)

Schadebeeld:	defecten aan het afdichtprofiel (scheurvorming, lekkage).
Aspect	Toelichting
Interventieniveau	Defecten aan het afdichtprofiel leiden vaak tot grote(re) lekkages, de overgang dient zo spoedig mogelijk (binnen drie maanden) te worden hersteld.
Inspectie-instructies	(5) inspecteer of er scheurvorming is opgetreden in de rubberprofielen; (6) inspecteer (voor zover zichtbaar en bereikbaar) of er sprake is van lekkage en eventueel de mate waarin dit plaats vindt (kenmerken disfunctioneren: algen- en/of mosgroei, vervuiling ("zwarte plekken") en plasvorming ter plaatse van het onderliggend landhoofd.

Tabel 73. Inspectie-instructies m.b.t. defecten aan het afdichtprofiel (scheurvorming, lekkage).

5.2 Instructies functioneringsinspecties

In Tabel 74 is een overzicht gegeven van de instructies voor functioneringsinspecties.

Onderdeel	Signalering	Aktie
Alle typen	ontbreken rubberbitumen tussen ijzer en asfalt (zichtbaar door: lekkage, zetting, afbrokkelen asfalt, verzakken stootplaten of taludbekleding, vervuiling bestrating)	lekke voegen verhelpen en reinigen talud en landhoofd m.b.v. water onder hoge druk (100 á 200 atm.)
Waterdichte voegovergang met een rubberprofiel	Vervuiling	verwijderen met behulp van een compressor en een bezem
Waterdichte bitumineuze voeg	scheuren, naden	met hot-dog opwarmen en met rubberbitumen afgieten
	lekkages en schade	advies vragen
	t.p.v. afvoergoot stilstaand water	goot verlagen
	voeg in goot heeft lekkage	ontwerpmodificatie
Niet-waterdichte voegovergang	vervuiling	vuil op bovenzijde landhoofdsloof verwijderen taludgoten en putten aan teen schoonmaken
Beëindigingsijzers	ontbreken rubberbitumen tussen ijzer en asfalt (lekkage, zetting, afbrokkelen asfalt, verzakken stootplaten)	asfalt repareren en rubberbitumen voegen aanbrengen

Tabel 74. Inspectieinstructies voor functioneringsinspecties [Bouwdienst Meppel]

6. Literatuurlijst

- [1] Rapport Waterdichte Rijbaanovergangen voor Bruggen en Viaducten, uitgave Rijkswaterstaat Directie Bruggen, 1990
- [2] Bitumineuze Voegovergangen (Richtlijnen voor Ontwerp en Uitvoering), uitgave Ministerie van Verkeer en Waterstaat/Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, 1994
- [3] Rationeel Wegbeheer, Handleiding, Publikatie 20-B, uitgave Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek te Ede, 1989
- [4] Documentatie STOG-voegovergangen, uitgave Deys Betontechniek B.V. te Harderwijk, jaargang onbekend

Bijlage I Inventarisatie voegovergangsconstructies

Rijkswaterstaat

Steekproefsgewijs is aan de hand van DISK een inventarisatie uitgevoerd naar het voorkomen van de belangrijkste soorten voegovergangen. Hiervoor zijn een aantal wegtrajecten geïnventariseerd.

Dit betreft:

- RW 1: Amsterdam tot knooppunt Hoevelaken;
- RW 2: Empel (Maasbrug) tot grens bij Maastricht;
- RW 28: knooppunt Hoevelaken tot Groningen;
- Dir. Utrecht: alle wegtrajecten in beheer bij de Rijkswaterstaat Directie Utrecht (met uitzondering van het eerder genoemde traject van RW 1)

Traject/gebied	RW 1	RW 2	RW 28	Dir. Utrecht	Totaal
Aantal kunstwerken	32	100	88	115	335
Soort voeg (percentages)					
Staal, waterdicht	73	21	44	59	49
- Acme	24		2	16	
- EGV en EKV	36	15	40	24	
- Maurer	13	6	2	19	
Kunsthars/staalvezel VA/Acme	6	30	13	12	15
Bitumineus	6	15	22		11
Lamellenvoeg (meervoudig)	3	2	1	5	3
Rijijzers (tunnels)	10	4	4	18	9
Geen overgang	1	2	4	3	2
Staal open		25	11	2	10
Overige	1	1	1	1	1
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%

Tabel 1 Inventarisatie voegovergangen

Uit de inventarisatie komt naar voren dat de enkelvoudige stalen voegovergangen het grootste deel van het bestand aan voegovergangsconstructies vertegenwoordigen. Meervoudige (lamellen)voegovergangen komen relatief weinig voor.

Het referentiedocument richt zich, als gevolg van de uitgevoerde inventarisatie, voornamelijk op de stalen, kunstharsbeton-, staalvezelbeton- en bitumineuze voegovergangen. Hiermee wordt het grootste deel van de voegovergangen afgedekt (ca 75%).

Bijlage II Specificaties voegovergangen

Voegovergangen van staal (-rubber)

Bij de voegovergangen van staal worden de volgende soorten onderscheiden:

- voorzien van rijroosters, uitvoering waterdicht;
- voorzien van rijroosters, uitvoering niet-waterdicht;
- voorzien van vertandingen of vingervoegen, uitvoering niet-waterdicht.

Onderhoudstechnisch gezien vertonen de verschillende enkelvoudige stalen voegovergangen weinig verschil. Dit geldt met name voor de stalen constructie. Het enige verschil treedt op, wanneer in een voegovergang een afdichtprofiel wordt toegepast. Het afdichtprofiel is een onderhoudsgevoelig onderdeel, zeker bij een onjuiste applicatie tijdens de nieuwbouw of als gevolg van een onjuiste ontwerpkeuze. Hierdoor kan het profiel, onder invloed van de verkeers- of “brug”-belasting, gaan verzakken, opbollen of scheuren. Daarom wordt in dit document ten aanzien van de voegovergangen vervaardigd van staal alleen de typen die zijn voorzien van een afdichtingsprofiel, behandeld. Dit zijn:

- de Enkele Kleine Voeg (EKV), tabel 1;
- de Enkele Grote Voeg (EGV), tabel 2;
- systeem ACME, tabel 3.

De systemen EKV en EGV zijn verouderd en worden niet meer toegepast.

Enkele Kleine Voeg (EKV)	
type	enkelvoudige voegovergang
uitvoering	waterdicht
omschrijving	een voegovergang van staal bestaande uit roosters en voorzien van een afdichtprofiel
ontwerp	Directie Bruggen (Rijkswaterstaat)
fabrikant / applicateur	Janson
inbouwperiode	vanaf 1960 tot eind jaren '70
gem. levensduurverwachting	- afdichtprofiel (rubber): 10 jaar - stalen constructie: 30-40 jaar
maximale dilatatie	15 mm
soorten	J45SA (= andere benaming voor de EKV)
horizontale rekenkrachten op de voegovergangsconstructie	minimaal 9,00 kN/m1 en maximaal 15,00 kN/m1 bij 10° C [1]
afwerklaag bovenzijde vulling roosterconstructie	3 mm epoxy-mortel afgewerkt met carborundumpoeder (fijne korrel)

Tabel 2. Systeem EKV

Enkele Grote Voeg (EGV)	
type	enkelvoudige voegovergang
uitvoering	waterdicht
omschrijving	een voegovergang van staal bestaande uit roosters en voorzien van een afdichtprofiel
ontwerp	Directie Bruggen (Rijkswaterstaat)
fabrikant / applicateur	Janson
inbouwperiode	vanaf 1960 tot eind jaren '70
gem. levensduurverwachting	- afdichtprofiel (rubber): 10 jaar - stalen constructie: 30-40 jaar
maximale dilatatie	25 mm
soorten	J60SA (= andere benaming voor de EGV)
horizontale rekenkrachten op de voegovergangsconstructie	minimaal 12,50 kN/m1 en maximaal 45,00 kN/m1 bij 10° C [1]
afwerklaag bovenzijde vulling roosterconstructie	3 mm epoxy-mortel afgewerkt met carborundumpoeder (fijne korrel)

Tabel 3 . Systeem EGV

Toelichting: Het grote verschil met de EKV is (afgezien van de maximale dilatatie) dat bij de EGV, tijdens de inbouw van het afdichtprofiel, stalen klemstrippen worden toegepast.

Systeem ACME	
type	enkelvoudige voegovergang
uitvoering	waterdicht
omschrijving	een voegovergang van staal bestaande uit roosters en voorzien van een afdichtprofiel
ontwerp	Acme Highway Products Corporation USA (Verenigde Staten van Amerika)/Directie Bruggen (Rijkswaterstaat)/Spanstaal
fabrikant / applicateur	Spanstaal
inbouwperiode	eind jaren '60 tot op heden
gem. levensduurverwachting	- afdichtprofiel (rubber): 10 jaar - stalen constructie: 30-40 jaar
maximale dilatatie	35 - 60 mm
kwaliteit rubber	- EPDM (etheen-propeen-dieën-rubber of etheen-propeenterpolymeer, zeer hoogwaardig) - neopreenrubber (gemiddeld hoogwaardig)
toegepaste soorten afdichtprofiel	ACME 35 AW, ACME 45 AW en ACME 60 AW
horizontale reactiekrachten bij indrukking van het afdichtprofiel	- ACME 35 AW: - minimaal 1,00 kN/m1 en maximaal 6,00 kN/m1 - bij een maximale langsverplaatsing: 4,80 kN/m1 - ACME 45 AW: - minimaal 1,40 kN/m1 en maximaal 6,50 kN/m1 - bij een maximale langsverplaatsing: 5,00 kN/m1 - ACME 60 AW: - minimaal 1,50 kN/m1 en maximaal 6,70 kN/m1 - bij een maximale langsverplaatsing: 5,00 kN/m1
afwerklaag bovenzijde vulling roosterconstructie	3 mm epoxymortel afgewerkt met carborundumpoeder (fijne korrel), maar tegenwoordig vindt de voornoemde afwerking niet of nauwelijks meer plaats

Tabel 4. Systeem ACME

Toelichting:

Door o.a. de firma's Maurer en Proceq worden constructies geleverd gelijkwaardig aan het systeem Acme (Spanstaal).

Voegovergangen van staalvezelbeton

Enkelvoudige voegovergang van staalvezelbeton	
type	enkelvoudige voegovergang
uitvoering	waterdicht
omschrijving	een voegovergang met randbalken van staalvezelbeton en voorzien van een afdichtprofiel
ontwerp	Directie Bruggen (Rijkswaterstaat)
fabrikant / applicateur	- randbalken: diverse aannemingsbedrijven - afdichtprofielen: VA-profiel (fabrikant: Vredestein) en ACME-profiel (leverancier: Spanstaal)
inbouwperiode	vanaf eind jaren '70 tot op heden
gem. levensduurverwachting	- afdichtprofiel (rubber): 8 jaar - stalen constructie: 15 jaar
maximale dilatatie	afhankelijk van het type afdichtprofiel (in de uiterste stand moet het profiel nog 5 mm zijn ingeklemd)
bevestiging rubberprofiel	- de VA-profielen zijn vastgeklemd - de ACME-profielen worden verlijmd

Tabel 5. Voegovergangen van staalvezelbeton

Toelichting:

Staalvezelbeton is voorzien van staalvezels (stalen naalden, 30-40 mm lang). De hechting aan het aanliggende beton wordt gerealiseerd door middel van wapening.

Vezelbeton kan in bepaalde situaties ook worden voorzien van non-ferrovezels, zoals polypropyleen.

Voegovergangen van kunstharsbeton

Enkelvoudige voegovergang van kunstharsbeton	
type	enkelvoudige voegovergang
uitvoering	waterdicht
omschrijving	een voegovergang met randbalken van kunstharsbeton en voorzien van een afdichtprofiel
ontwerp	o.a. Directie Wegen en Directie Bruggen (Rijkswaterstaat)
fabrikant / applicateur	- randbalken: Binda Bouw (voormalig)/Arnold Maassen, later ook diverse andere aannemingsbedrijven - afdichtprofielen: VA-profiel (fabrikant: Vredestein) en ACME-profiel (leverancier: Spanstaal)
inbouwperiode	vanaf begin jaren '70 tot op heden
minimaal toegelaten afmetingen	200 x 60 mm (breedte x hoogte)
maximale dilatatie	afhankelijk van het type afdichtprofiel (in de uiterste stand moet het profiel nog 5 mm zijn ingeklemd)
	- de VA-profielen zijn vastgeklemd - de ACME-profielen worden verlijmd
	de detaillering van de balk met de champkanten dient voldoende aandacht te krijgen
afwerklaag bovenzijde	carbonrondumpoeder (fijne korrel)

Tabel 6. Voegovergangen van kunstharsbeton

Toelichting:

Kunstharsbeton bestaat uit een epoxy in combinatie met bepaalde toeslagmaterialen en een harder (meestal amine). De hechting aan het aanliggende beton wordt gerealiseerd door middel van wapening.

Voegovergangen van bitumen

Enkelvoudige voegovergang van bitumen	
uitvoering	waterdicht
omschrijving	een voegovergang van bitumen voorzien van een stalen plaat (wel of niet gefixeerd) ter overbrugging van de dilatievoeg (wel of niet voorzien van een rugvulling)
materiaal	- rugvulling: jute of rubberworst - fixatiemiddelen: draadnagels (of een alternatief fixatiemiddel) - stalen plaat: thermisch verzinkt (alternatieven: roestvaststaal of aluminium) - bitumen: gemodificeerde bitumen (voorzien van rubber), gevuld met kubisch gevormd toeslagmateriaal
ontwerp	Thorma (Verenigd Koninkrijk), later zijn er alternatieve (concurrerende) systemen op de markt gekomen
fabrikant / uitvoerende bedrijven	Klaruw, later ook diverse andere aannemingsbedrijven
inbouwperiode	midden jaren '80 tot op heden
gem. levensduurverwachting	5 jaar
maximaal toelaatbare verplaatsingen	bij een voegovergang van 750 x 100 mm (breedte x dikte): - horizontaal: 50 mm - verticaal: 3 mm
overige opmerkingen	- de meest toegepaste voegconstructie heeft de afmetingen 500 x 100 mm - bij een grote zetting van achterliggende stootplaten kan de bitumenlaag van de voegovergangsconstructie worden doorgezet tot 100 mm voorbij de achterzijde van het landhoofd - de minimale kruisingshoek van de voegconstructie ten opzichte van de as van de weg bedraagt 50 gon - de maximale toelaatbare horizontale voegbeweging evenwijdig aan de as van de voeg bedraagt 40% van de toelaatbare horizontale voegbeweging loodrecht op de voeg met een maximum van 12 mm [2] - maximaal geadviseerde dikte van de bitumineuze dorpel bedraagt 125 mm

Tabel 7 Voegovergangen van bitumen

Afmetingen bitumineuze voegovergangen (maten in mm) [2]:			
breedte	dikte	max. verplaatsing (horizontaal)	max. verplaatsing (verticaal)
300	50	+/- 5	+/- 0,8
300	100	+/- 7	+/- 0,9
500	50	+/- 8	+/- 0,9
500	100	+/- 15	+/- 1,2
750	100	+/- 25	+/- 1,5

Tabel 8a Voegovergangen van bitumen

Voegovergangen van rubber

Enkelvoudige voegovergang van rubber	
type	enkelvoudige voegovergang
uitvoering	waterdicht
omschrijving	een voegovergang bestaande uit rubber elementen (gewapend), voorzien van ingevulcaniseerde bevestigingsonderdelen
materiaal [4]	- band: neopreen rubber voorzien van ingevulcaniseerde T-profielen (staal) - bevestigingsprofiel: aluminium - verankering: staal (verzinkt); - bevestigingsmiddelen: stiftbouten M12;
ontwerp	Stog KG (Duitsland)
fabrikant / applicateur	W.G. Deys
inbouwperiode	vanaf 1982 tot op heden
minimaal toegelaten afmetingen	200 x 60 mm (breedte x hoogte)
overige opmerkingen	- STOG-profielen zijn o.a. toegepast bij het knooppunt Ypenburg en de brug Katerveer - de toegepaste breedte van het rubberprofiel (-band) dient beperkt te zijn tot 200 mm, toepasbaar bij een te overbruggen dilatatievoeg van 55-65 mm - de verankering dient tevens als een vorm van oplegging voor de band - als de brug door een lage temperatuur korter wordt, wordt het passeren van de voeg minder comfortabel omdat het rubberprofiel wordt uitgerekt en daardoor dunner wordt.

Tabel 9 Voegovergangen van rubber

Meervoudige voegovergangen van staal-rubber

Meervoudige voegovergangen van staal-rubber	
type	meervoudige voegovergang
uitvoering	waterdicht
omschrijving	een voegovergang bestaande uit meerdere lamellen en bijbehorende afdichtprofielen
toepassing	waterdichte voegovergangen met een loopweg tot 2500 mm
materiaal (oud systeem)	- traversekast: staal (geconserveerd) - traverse: staal (geconserveerd), ter plaatse van de glij-opleggingen en -blokken voorzien van een genagelde c.q. gelaste roestvast stalen plaat - afdichtprofiel: neopreen (hardheid 55° Shore) - lamellen: staal (geconserveerd) - glijlager: voornamelijk polyurethaan, ter plaatse van de oplegging voorzien van een Teflon-laag - glijveer: voornamelijk polyurethaan, een laag kunsthars gecombineerd met glasvezel, ter plaatse van de traverse voorzien van een Teflon-laag - stuurveer: voornamelijk polyurethaan
ontwerp	Maurer (Duitsland)
fabrikant / uitvoerende bedrijven	Maurer
inbouwperiode	- oud systeem: 1969 - eind jaren '80 - nieuw systeem: begin jaren '90 tot op heden het verschil tussen het oude en het nieuwe systeem is dat bij het nieuwe systeem de stabiliteit van de lamellen is vergroot en de glijveren en -lagers zijn vervaardigd uit een duurzamer materiaal ten opzichte van het voorgaande
gemiddelde levensduurverwachting	- glijlagers en stuurveren: 15-20 jaar - afdichtprofiel: 15-20 jaar - overige onderdelen: 20-30 jaar
overige opmerkingen	- de glijveer en -lagers zijn veerkrachtig en zijn met een voorspanning gemonteerd (25-28 kN, na relaxatie 17-20 kN) - de indrukking van de glijblokken tijdens de gebruiksfase bedraagt 7 mm en voor de glij-opleggingen 1-2 mm - het teflon op de glijblokken en -opleggingen ondergaat in ingedrukte toestand een wrijvingskracht van 3- 7% van de voornoemde voorspankrachten - bij een maximale indrukking van de afdichtprofielen bedraagt de reactiekracht ca. 5 kN/m - bij een temperatuur van 10°C bedraagt de horizontale weerstand van de afdichtprofielen ca. 2,5 kN/m

Tabel 10. Voegovergangen van staal