



**Strukton**  
**Civiel**

Postbus 1  
1633 ZG Avenhorn

Tel 0229 547700  
Fax 0229 547701  
[www.ooms.nl/rd](http://www.ooms.nl/rd)

---

Research & Development publicatie

Ir. C.P. Plug  
Dr.ir. A.H. de Bondt

**HOGE KWALITEIT CIRCULAIR ASFALT**

**CROW Infradagen webinar 2020**

**24 september 2020**

**Scharwoude**

# Hoge kwaliteit circulair asfalt

Ir. C.P. Plug  
Strukton Civiel

Dr.ir. A.H. de Bondt  
Ooms Producten

## Samenvatting

Hergebruik van asfalt als partiële recycling (PR) in nieuw asfalt is al jaren lang de standaard in Nederland. Recycling kan zowel met standaard asfalt als ook met oud polymeergemodificeerd asfalt (PmA) zonder problemen en zonder veel inspanning tot percentages van 60-70% PR voor onderlagen (AC base asfalt). De verkregen kwaliteit van het nieuwe asfalt is tot op heden minimaal vergelijkbaar met de kwaliteit van standaard asfalt zonder PR; Dit op basis van praktijkwaarnemingen.

Afhankelijk van de kwaliteit van het gebruikte asfaltgranulaat en de nieuwe grondstoffen (steenslag en bitumen) kunnen de eigenschappen van het nieuwe asfalt worden verbeterd. Zo kan door fractioneren van het asfaltgranulaat de gradering beter onder controle worden gehouden en zijn hogere percentages hergebruik mogelijk (ook in deklagen). Verder heeft het toepassen van een polymeer gemodificeerd bindmiddel (PmB) een groot positief effect op de asfalteigenschappen. In het bijzonder als een PmB wordt toegepast met een verjongende werking.

Recent onderzoek laat zien dat een hoog percentage PR in deklagen mogelijk is in combinatie met een speciaal ontwikkeld PmB. Dit PmB zorgt voor betere mechanische eigenschappen in combinatie met een verjongende werking van de oude bitumen. Feit is dat op deze wijze er zowel cohesief als adhesief een verbetering is. De kwaliteit loopt dus niet terug.

**Steekwoorden:** polymeergemodificeerd asfalt, hergebruik, PmA-granulaat, asfaltconstructie, kwaliteit

## **1. Inleiding**

Asfalt wordt in Nederland op grote schaal hergebruikt in de vorm van partiële recycling (PR) in nieuw asfalt. Recycling kan zowel met standaard asfalt alsook met oud polymeer-gemodificeerd asfalt (PmA) zonder problemen en zonder veel inspanning worden toegepast tot percentages van 60-70% PR voor onderlagen (AC base asfalt). De verkregen kwaliteit van het nieuwe asfalt is tot op heden minimaal vergelijkbaar met de kwaliteit van standaard asfalt zonder PR. Alleen teerhoudend asfalt dient eerst gereinigd te worden in een speciale verwerkingsinstallatie waarna de overgebleven steenslag ook weer hergebruikt kan worden.

Een belangrijke factor in de kwaliteit van het asfalt met een hoog PR gehalte is de kwaliteit en de voorbereiding van het asfaltgranulaat. De kwaliteit is afhankelijk van de asfaltlaag (gradering en bitumengehalte) en mate van vervuiling in deze laag tijdens het wegfreen. Door het fractioneren en sorteren (naar eigenschap, zoals soort steenslag en bitumengehalte) van het asfaltgranulaat wordt de inzetbaarheid beter en kunnen hogere percentages PR worden gehaald (ook in deklagen) van nieuw asfalt.

De circulariteit hoeft zich niet te beperken tot asfaltgranulaat. Ook andere soorten secundaire steenslag (onder andere spoorballast en eco-granulaat) zijn inzetbaar voor zover dit materiaal aan de eisen voor asfalt voldoet. Door combinatie van deze materialen met asfaltgranulaat kan een vrijwel 100% circulair asfalt worden verkregen. Belangrijk hierbij wel is dat circulariteit alleen zinvol is als het gepaard gaat met een langere levensduur [1].

Door de juiste materiaal keuzes kan asfalt met een hoog PR-gehalte gelijke of zelfs betere asfalteigenschappen hebben dan conventionele asfaltmengsels zonder PR. Een belangrijke invloedsfactor is hierbij de kwaliteit van het bindmiddel. Door het toepassen van een polymeer gemodificeerd bindmiddel (PmB) wordt een groot positief effect op de asfalteigenschappen bereikt. In het bijzonder als een PmB wordt toegepast met een verjongende werking.

## **2. Hybride asfaltmengsels**

Het gebruik van polymeer-gemodificeerd asfalt (PmA) is tegenwoordig gangbaar bij zwaarbelaste wegconstructies. De voordelen van een PmA zijn (afhankelijk van de polymeer modificatie) dat het asfalt langer mee gaat en/of in een dunnere constructie kan worden toegepast. Aangetoond is dat PmA op dezelfde wijze kan worden hergebruikt als standaard asfalt en er geen milieurisico's zijn (bij toepassen van standaard PmA modificaties met het SBS- of EVA-polymeer) [2]. Toepassen van PmA staat de circulariteit van asfalt dus niet in de weg.

Door een (zwaar gemodificeerd) PmA te combineren met 50% PR (standaard onderlagen frees) ontstaat een zogenaamde hybride asfaltmengsel met superieure eigenschappen ten opzichte van een conventioneel AC bind/base asfaltmengsel, waardoor het mogelijk wordt, om de totale laagdikte te reduceren met als resultaat dat de totale milieubelasting hierdoor wordt vermindert (lagere MKI per m<sup>2</sup> asfalt). Door het toepassen 50% PR zijn er geen bijzondere eisen aan het asfaltgranulaat en kan dit type asfalt relatief eenvoudig worden geproduceerd in vrijwel elke asfaltcentrale. Aandacht moet alleen worden gegeven aan de minimaal toe te voegen hoeveelheid PmB. In de volgende casestudie (A4 Steenbergen) is dit nader uitgewerkt.

## 2.1 Voorbeeld toepassing hybride asfaltmengsels

In september 2012 is een AC 22 base/bind hybride asfaltmengsel voor het eerst op grote schaal toegepast op de nieuw aangelegde A4 bij Steenberg. Door het toepassen van dit mengsel kon 50 mm dikte aan asfalt worden bespaard op dit project (op basis van constructieberekeningen). Dus naast het hergebruik van materiaal werd er ook bespaard op nieuwe grondstoffen.

In onderstaande tabel is de besparing van grondstoffen op het project inzichtelijk gemaakt.

*Tabel 1: Materiaalbesparing toepassing hybride asfaltmengsel A4 bij Steenberg.*

### Uitgangspunten:

Lengte van de weg ca.	12 km
Breedte van de weg ca.	25 m
Oppervlakte ca.	300000 m <sup>2</sup>
Dichtheid AC bind/base	2360 m <sup>3</sup>
Dichtheid ZOAB	2000 m <sup>3</sup>

Levensduur (mechanische eigenschappen) zijn voor alle constructie hetzelfde.

<u>Standaard ontwerpconstructie</u>	Dikte	Hoeveelheid	kg CO <sub>2</sub> / ton	Totaal
DZOAB	50 mm	30000	67,13	2014 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind 40/60 (50% PR)	60 mm	42480	36,32	1543 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind 40/60 (50% PR)	65 mm	46020	36,32	1671 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind 40/60 (50% PR)	70 mm	49560	36,32	1800 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind 40/60 (50% PR)	70 mm	49560	36,32	1800 (branchegemiddelde)
		217620 ton		8828 ton CO <sub>2</sub>
 <u>Aangebrachte constructie</u>				
DZOAB	50 mm	30000	67,13	2014 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind 40/60 (50% PR)	65 mm	46020	36,32	1671 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind 40/60 (50% PR)	80 mm	56640	36,32	2057 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind SFB 5-50 (HT) (50% PR)	70 mm	49560	41,48	2056 (Asfaltcentrale APRR)
		182220 ton		7798 ton CO <sub>2</sub>
<b>Besparing</b>		<b>35400 ton asfalt</b>		<b>1030 ton CO<sub>2</sub></b>
		<b>16%</b>		<b>12%</b>

De CO<sub>2</sub> uitstoot per ton asfalt is voor een hybride asfaltmengsel hoger dan het standaard mengsel zonder polymeermodificatie. Echter omdat er minder asfalt nodig is (bij gelijke constructieve levensduur) wordt er toch een kosteneffectieve constructie verkregen met een lagere milieubelasting. Hierbij komt nog de besparing op transport en de verwerkingstijd van het asfalt.

Voor een goede vergelijking van het milieuprofiel van een asfaltmengsel is het belangrijk deze te beschouwen per benodigde hoeveelheid in de constructie en niet per ton asfalt. Dus bij voorbeeld per m<sup>2</sup> per jaar levensduur.

### **3. Asfalt met secundaire bouwstoffen**

Naast het gebruik van asfaltgranulaat kunnen ook bepaalde typen steenachtige secundaire bouwstoffen in asfalt worden toegepast. Belangrijk hierbij wel is, dat dit materiaal voldoet aan de normen gesteld voor toepassing in asfalt (zoals genoemd in NEN-EN 13043). Om tot een goede kwaliteit asfalt te komen dient het materiaal dan ook minimaal gelijkwaardig te zijn aan standaard minerale steenslag. Toepassen van slechte kwaliteit (afval)materiaal, zal dan ook leiden tot een slechte kwaliteit asfalt.

Door een combinatie van asfaltgranulaat en secundaire steenslag te kiezen is het hierdoor mogelijk een duurzaam asfaltmengsel te produceren met 96-97% procent hergebruikte grondstoffen. Alleen een deel van de bitumen dient nog als nieuw materiaal te worden toegevoegd.

#### **3.1 Greenfalt**

Met dit principe is in 2017 Greenfalt ontwikkeld door Strukton Civiel Zuid uit het al bestaande ML-Track (100% asfaltgranulaat recycling). In Greenfalt wordt 50-60% asfaltgranulaat gecombineerd met gebroken recycle split van spoorwegballast en (gemodificeerde) bitumen met verjongingsolie. Greenfalt wordt op dezelfde wijze worden geproduceerd als een standaard asfaltmengsel met 50-60% PR en heeft niet de nadelen qua productie als een asfaltmengsel bestaande uit 100% asfaltgranulaat (productie door 1 trommel van de asfaltcentrale). Afhankelijk van de kwaliteit van het secundaire granulaat kan Greenfalt in principe in alle asfaltlagen worden toegepast. Een kritische factor hierbij is vooral de te bereiken stroefheid.

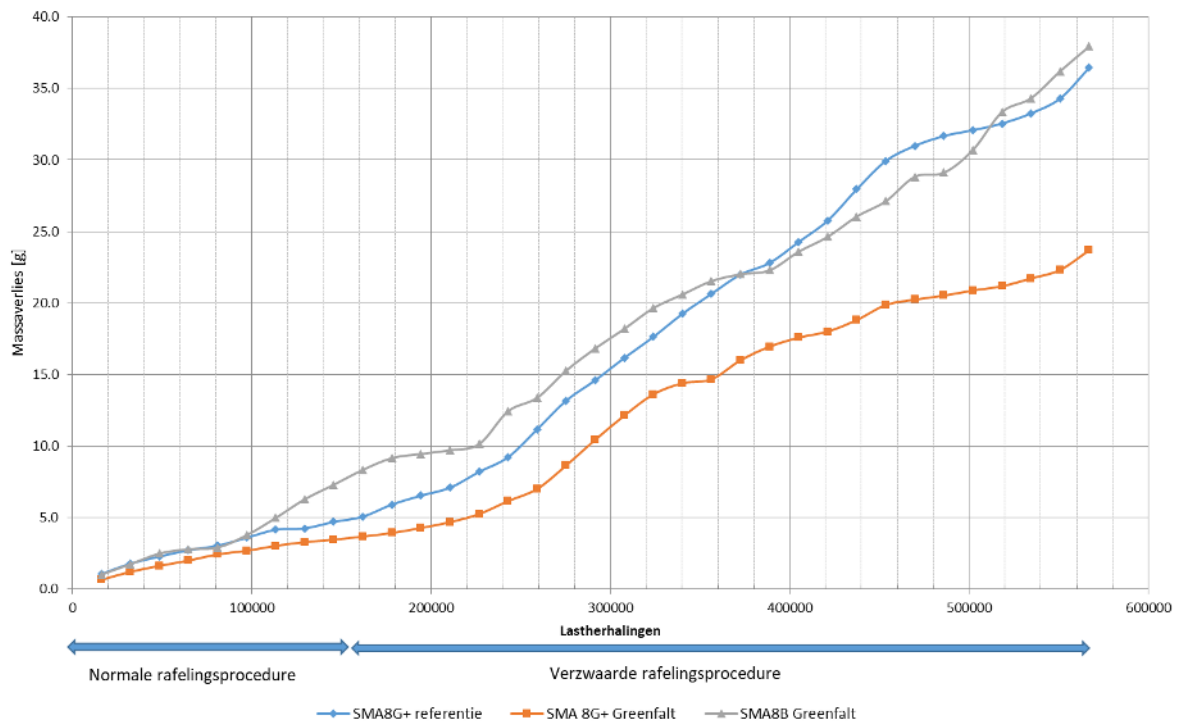
De ontwikkeling van Greenfalt is de afgelopen door ontwikkeld, waarbij de lat steeds hoger is gelegd. Zo is in 2017 een proefvak met SMA-NL8 (96% circulair) op de N285 bij Wagenberg aangebracht, een jaar later gevolgd door proefvakken met een SMA-G8+ op de N268 bij Oud-Gastel en een relatief klein reparatiestuk in de N284 bij Hapert. De proefvakken liggen er nog steeds goed bij. Functioneel voldoen ze minimaal aan alle eisen wat betreft vlakheid, stroefheid, beschikbaarheid en geluidsreductie. De extra waarde is het hoge circulariteitsgehalte.

#### **3.2 SR-ITD rafelingsonderzoek SMA Greenfalt**

In een vergelijkend rafelingsonderzoek met de SR-ITD [3] zijn 2 SMA Greenfalt mengsels (SMA 8G+ Greenfalt en SMA 8B Greenfalt) vergeleken met de een standaard referentie SMA 8G+ (met Microdioriet 4/8). Hiertoe zijn in het laboratorium proefstukken vervaardigd (3 per mengsel). De proefstukken hebben vervolgens een klimatologische verouderingsprocedure doorlopen en beproefd conform het proefvoorschrift rafelingsproef SR-ITD met als uitbreiding op het standaard protocol (14 uur met 800 N per wiel) een verzwaarde testprocedure van 21 uur met 1400 N per wiel.

In figuur 1 zijn de resultaten van het rafelingsonderzoek samengevat. In de figuur is de gemiddelde rafeling van 3 proefstukken per mengsel uitgezet tegen het aantal lastherhalingen. Uit het resultaat blijkt dat de rafeling van SMA 8G+ Greenfalt duidelijk beter presteert dan de standaard SMA 8G+ en de SMA 8G Greenfalt ongeveer gelijk presteert als de referentie.

### Gemiddelde massaverlies rafelingsproef SR-ITD



Figuur 1: Massaverlies uitgezet tegen het aantal lastherhalingen SMA mengsels in SR-ITD.

### 3.3 Duurzaam en stilasfalt in de praktijk

In opdracht van de gemeente Breda is op de Oranjesingel te Breda in oktober 2018 een pilotproject met een volledige Greenfalt asphaltconstructie uitgevoerd bestaande uit AC 16 bin/base Greenfalt 40/60 tussen- en onderlaag en een SMA 8G+ Greenfalt deklaag (zie figuur 2). Na aanleg zijn geluids- en stroefheidsmetingen uitgevoerd. De gemiddelde geluidsreductie volgens de CPX-methode bedroeg 5,2 dB(A) en voldeed daarmee ruim aan de verwachtingen. Ook de stroefheidsmetingen conform proef 72 toonden aan dat de SMA 8G+ Greenfalt aan de eisen voldeed. De komende 8 jaar zal de pilot worden gemonitord om deze claims te kunnen valideren.



Figuur 2: Aanbrengen Greenfalt te Breda

#### **4. Hoog percentage PR in deklagen**

Voor deklagen en in het bijzonder SMA en ZOAB kan geen standaard asfaltgranulaat worden toegepast. Dit vanwege de afwijkende graderingen, maar ook door de eisen aan de steenslag voor met name de stroefheid. Door nu het asfaltgranulaat voor te behandelen (zeven en breken) en door het toepassen van horizontale recycling kunnen wel hogere percentage PR in deklagen worden toegepast. Hierbij speelt tevens de keuze van het bindmiddel een belangrijke rol.

##### **4.1 Horizontale recycling**

Horizontale recycling van ZOAB en SMA-granulaat kan een significante bijdragen leveren aan het realiseren van de doelstellingen van de wegbeheerders om tot het komen van duurzamere asfaltmengsels. In standaard AC mengsels wordt ZOAB/SMA-granulaat sporadisch en slechts in kleine hoeveelheden toegepast. Grote partijen ZOAB/SMA-granulaat zijn echter niet bruikbaar, terwijl het granulaat uit een hoogwaardige steenslag en vulstof en bitumenrijke mastiek bestaat. Een hoogwaardiger toepassing van ZOAB/SMA-granulaat in nieuwe ZOAB en SMA deklagen biedt daarmee veel voordelen. Toepassing van meer asfaltgranulaat scoort gunstig in het kader van circulaire economie, kostenbesparing en lagere milieubelasting.

Door optimalisatie van het afzeefproces is het naar verwachting mogelijk het materiaalverlies te minimaliseren. Dit door bij voorbeeld al het ZOAB-asfaltgranulaat af te zeven op 3 mm. Hoe het afzeven het beste uitgevoerd kan worden is afhankelijk van de mogelijkheden bij de asfaltcentrale. Een centrale asfaltbank zou een oplossing kunnen zijn voor de beschikbaarheid van geschikt ZOAB en SMA-asfaltgranulaat. Door op de juiste wijze te fractioneren en zeven is het hierdoor mogelijk om ook ZOAB en SMA deklagen met ten minste 60% PR te produceren.

##### **4.2 Keuze bindmiddel/additief**

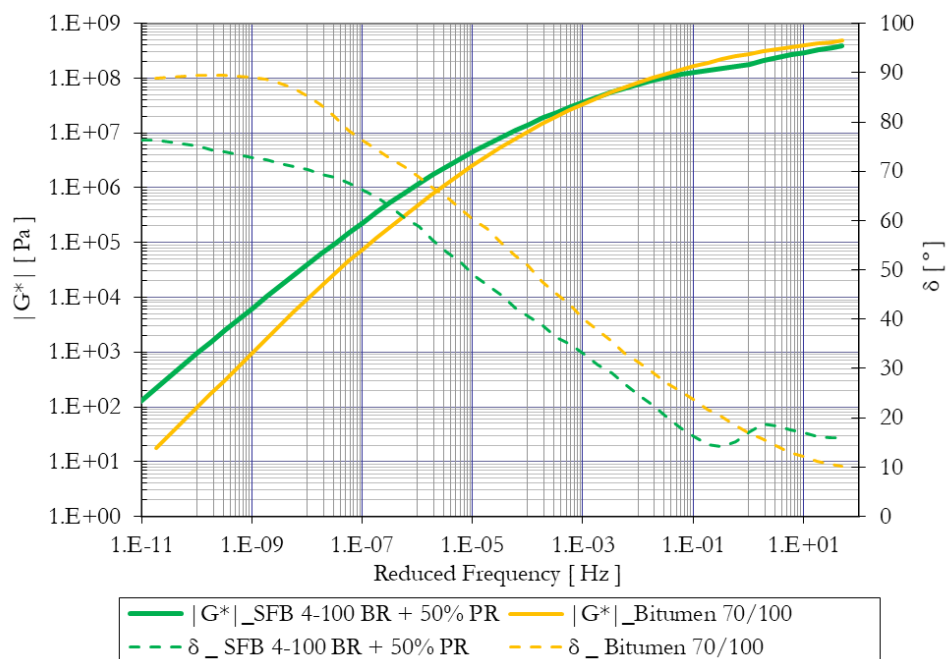
De kwaliteit van het bindmiddel een deklaag met hoog PR-gehalte is bijzonder belangrijk. Een slechte kwaliteit zal resulteren in een ZOAB/SMA welke al snel rafeling zal vertonen voor het bereiken van de verwachte levensduur. Dit wordt veroorzaakt door de vaak extreme veroudering van ZOAB/SMA-asfaltgranulaat. Een nieuw bindmiddel moet dan ook tevens een verjongende werking hebben. Door tevens een polymeer gemodificeerd bindmiddel te kiezen kan een lange levensduur worden gegarandeerd.

Een nieuw ontwikkeld bindmiddel voor de genoemde toepassing is Sealoflex<sup>®</sup> SFB 4-100 (BR). In dit bindmiddel is een bio-based verjongingsadditief gecombineerd met een SBS-polymeer modificatie. De eigenschappen zijn in tabel 2 samengevat. De polymeermodificatie garandeert een lange levensduur (mits vakkundig aangelegd) en het verjongingsadditief waardeert de oude bitumen in de PR op en resulteert tevens tot een betere hechting tussen de oude en vers toegevoegde bitumen.

Tabel 2: Eigenschappen SFB 4-100 (BR) volgens NEN-EN 14023

Eigenschap	Lab / testconditie	Eenheid	SFB 4-100 (BR)
Penetratie	vers	[dmm]	130-170
Overgebleven penetratie	RTFOT	[%]	≥ 60
Verwekingspunt	vers	[°C]	≥ 80
Verhoging R&K	RTFOT	[°C]	≤ 2
Breekpunt van Fraaß	vers	[°C]	≤ -18
Elastische terugvering 25 °C	vers	[%]	≥ 90
Ductiliteit 5 °C uitrekking		[cm]	≥ 40
Totale energie	vers	[J/cm <sup>2</sup> ]	≥ 10
Energie 20-40 cm		[J/cm <sup>2</sup> ]	≥ 6
Viscositeit 135 °C		[mPa.s]	500-1500
Viscositeit 185 °C	vers		100-300

Laboratoriumonderzoek op het bitumen laat de verjongende werking van het genoemde PmB zien. Met name ZOAB PR is heel stijf en bros (penetratie rond de 10-30 dmm) en is ongeschikt om direct tot nieuw asfalt gemengd te worden. Menging in de verhouding 50% SFB 4-100 (BR) en 50% PR bitumen (teruggewonnen bitumen uit ZOAB frees) geeft rheologische eigenschappen (DSR mastercurve bij -10 °C) die beter zijn dan standaard (nieuwe) bitumen 70/100 (zie figuur 3). De hoeveelheid van 50% nieuwe bitumen komt ongeveer overeen de effectieve hoeveelheid nieuwe bitumen in een mengsel met 60% PR vanwege verschil in bitumengehalte in de PR fractie.

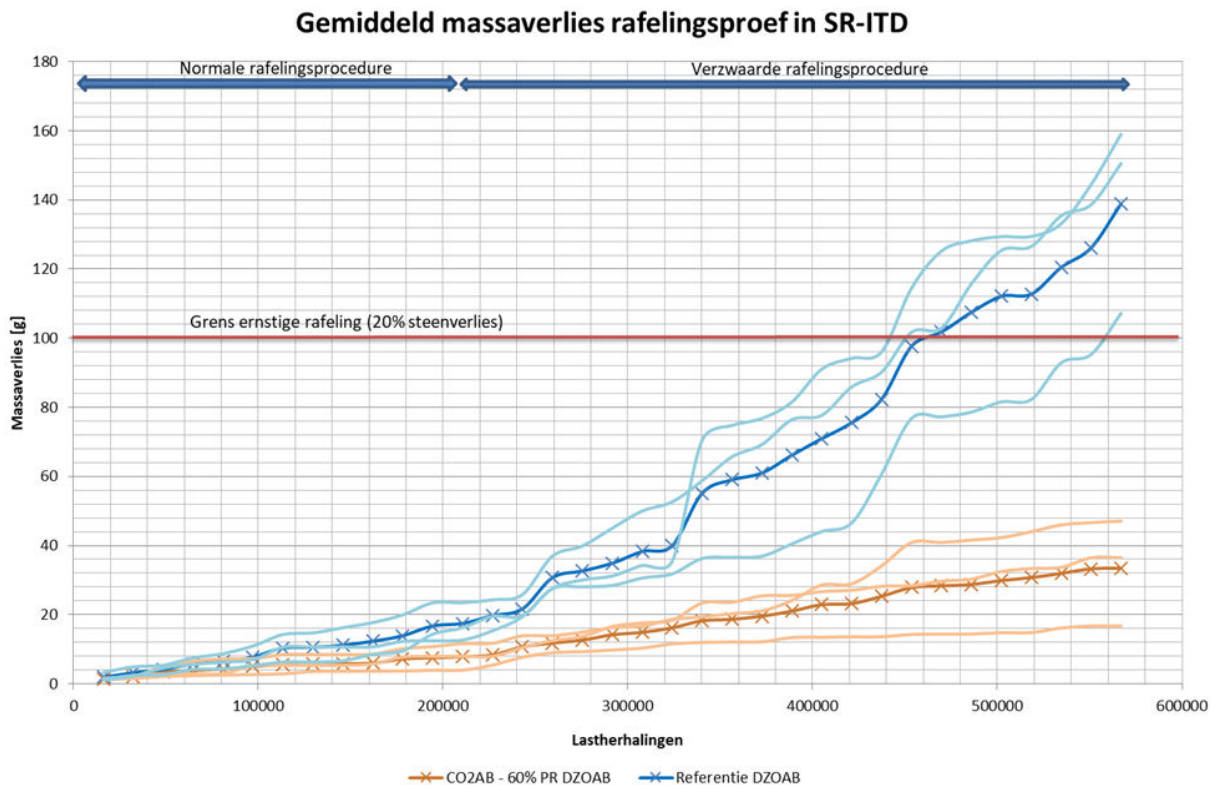


Figuur 3: Mastercurve bij -10 °C van SFB 4-100 (BR) + 50 % PR en bitumen 70/100.

Maatgevend voor winterschade (rafeling) is de stijfheid bij frequentie tussen  $1 \cdot 10^{-5}$  en 10 Hz [4]. Deze blijft in de figuur net onder de lijn van standaard bitumen 70/100 te liggen. Voor spoorvorming is de stijfheid bij lage frequenties van belang. Deze ligt in de figuur hoger dan voor standaard bitumen 70/100. Dit duidt erop dat ook onder zware omstandigheden (warm zomerweer en langzaam rijdend verkeer) de bindmiddel combinatie goed zal blijven presteren.

### 4.3 Weerstand tegen rafeling

Winterschade door rafeling is het maatgevende schadebeeld bij poreuze deklagen. Een duurzaam circulair alternatief voor een standaard (D)ZOAB of SMA verharding moet dan ook minimaal gelijkwaardig presteren als de referentie. Rafelingsonderzoek met de SR-ITD rafelingsproef [3] toont aan dat dit naar verwachting het geval is. In figuur 4 zijn de resultaten samengevat van het rafelingsonderzoek tussen standaard DZOAB 16 (referentie) en DZOAB 16 met 60% PR in combinatie met SFB 4-100 (BR). Duidelijk blijkt dat het niveau van ernstige rafeling (20% steenverlies) voor standaard DZOAB eerder wordt bereikt dan voor het ontwikkelde mengsel met DZOAB met 60% PR.



Figuur 4: Massaverlies uitgezet tegen het aantal lastherhalingen DZOAB mengsels in SR-ITD.

Door de combinatie van verjonging en polymeer modificatie kan dus asfalt voor deklagen (DZOAB en SMA) worden geproduceerd met een hoog PR percentage, welke in potentie een betere kwaliteit hebben dan de originele mengsels zonder PR. Om dit te bereiken is het belangrijk om een bindmiddel te selecteren, dat zowel cohesief als adhesief een verbetering geeft aan de mechanische eigenschappen.

## **5. Conclusies**

Met hoogwaardige polymeer gemodificeerde bitumen is het op een betrouwbare wijze en kosteneffectief, mogelijk de duurzaamheidsdoelstellingen van wegbeherend Nederland te behalen met een beperkt risico. Vereist hierbij is ook kennis van het asfaltgedrag als functie van het bitumengedrag.

## **6. Dankbetuiging**

Met dank aan Strukton Civiel Zuid voor de ontwikkeling van het Greenfalt-concept en de partners van de asfaltcentrales APA/APRR voor het mogelijk maken van circulaire DZOAB en SMA deklagen.

## **7. Referenties**

- [1]. Rijkswaterstaat zet vol in op duurzaam en energieneutraal asfalt en beton op wegen; artikel OTAR nr. 5 – 2018.
- [2]. Plug, C.P. en De Bondt, A.H.; Zin en onzin hergebruik polymeergemodificeerd asfalt; CROW infradagen; 2016.
- [3]. Proefvoorschrift CROW [Rafelingsproef met Skid Resistance & Smart Ravelling - Interface Testing Device](#); 2015.
- [4]. Hurman, M.; Jacobs, M.; Mohan, S.; Lot en de verklaring van winterschade; CROW infradagen 2012.