

Toekomstbestendig waterbouwasfalt

Lage temperatuur waterbouwasfalt

zi



Toekomstbestendig waterbouwasfalt
Lage temperatuur waterbouwasfalt

Toekomstbestendig waterbouwasfalt

Lage temperatuur waterbouwasfalt

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Contactpersoon	de heer Van Damme
Referenties	KKP-VOW
Trefwoorden	Waterbouwasfalt, lage temperatuur, toekomstbestendig

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	16-11-2022
Projectnummer	11208034-005
Document ID	11208034-005-ZWS-0001
Pagina's	22
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Frans van den Berg	

Samenvatting

In de komende jaren wordt de traditionele manier van het vervaardigen van asfalt middels hoge temperaturen afgebouwd in het kader van duurzaamheid en in uiterlijk 2030 zal er waarschijnlijk alleen nog maar lage en warm temperatuur asfalt (< 120 °C) worden vervaardigd. Momenteel wordt voor waterbouw asfaltbeton alleen gebruikt gemaakt van hoge temperatuur asfalt (>160 °C).

Behalve aan de sterktekant worden er aan de belastingkant ook aanpassingen verwacht, denk hierbij aan de hydraulische belastingen en de klimaatscenario's. De eisen zullen zwaarder worden en er is ook onzekerheid over de lange termijn belastingen. Hierdoor zullen waarschijnlijk ook de eisen voor waterbouwasfalt worden aangescherpt.

Voor het KPP-VOW onderzoek is daarom een eerste verkenning uitgevoerd op "toekomstbestendig asfalt" met in het bijzonder lage temperatuur waterbouwasfalt.

Om inzicht te krijgen in wat er speelt in de "asfaltwereld" en om inzicht te krijgen in haalbare functionele eisen voor lage temperatuur waterbouwasfaltbeton (LT WAB) is een workshop georganiseerd. Tevens is er een beknopte literatuurstudie uitgevoerd met als doel om de huidige stand van LT WAB weer te geven.

Resultaat workshop

Het resultaat van deze workshop is dat de aannemers aangeven dat zij elk LT WAB-mengsel kunnen maken wat gevraagd wordt. Verder wordt vermeld dat de ervaring met lage temperatuur asfalt bij de aannemers al langere tijd (ca. 20 jaar) aanwezig is binnen de wegenbouw.

Als aanbeveling wordt onder andere gegeven dat de ervaring met de proefvakken met innovatieve asfaltmengsels (dichte bekleding) van de POV-waddenzeedijken geëvalueerd dient te worden. Een andere aanbeveling is dat het gewenst is om ook voor lage temperatuur waterbouwasfalt een set functionele eisen op te stellen, deels naar analogie met de eisen voor het huidige hete asfaltmengsel WAB.

Resultaat beknopte literatuurstudie

Uit de beknopte literatuurstudie volgt dat er in Nederland voldoende kennis aanwezig is om LT WAB te ontwikkelen en te produceren. Tevens is ook internationaal gezien veel onderzoek gedaan naar LT WAB en wordt veel gepubliceerd over dit thema.

Aanbevolen wordt om een uitgebreidere literatuurstudie naar deze onderzoeken en publicaties uit te voeren, waar dieper wordt ingegaan op aspecten zoals het verloop van de sterkte in de tijd en de levensduur van lage temperatuurmengsels.

Deze eerste verkenning laat zien dat uit de workshop en de beknopte literatuurstudie volgt dat er in Nederland en daarbuiten voldoende kennis aanwezig is om LT WAB te ontwikkelen en te produceren.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	6
1.1	Context	6
1.2	Doel	6
1.3	Aanpak	6
1.4	Afbakening	7
1.5	Opbouw rapport	7
2	Workshop lage temperatuur waterbouwasfaltbeton	8
2.1	Workshop	8
2.2	Resultaten workshop	9
3	Mogelijkheden lage temperatuur WAB	10
3.1	Inleiding	10
3.2	Wat is lage temperatuur asfalt?	10
3.3	Huidige stand van zaken in de wegenbouwwereld	13
3.3.1	Inleiding	13
3.3.2	Ontwikkelingen in Nederland	14
3.3.3	Conferenties	14
3.3.4	Conclusie	16
4	Conclusie en aanbevelingen	17
4.1	Conclusies	17
4.2	Aanbevelingen	17
4.3	Doorkijk naar 2023 en later	18
	Literatuur	19
A	Verslag workshop	20

1 Inleiding

1.1 Context

De historische overeenkomst van Parijs inzake de klimaatverandering heeft tot doel de mondiale temperatuur op peil te houden, een stijging beperkt tot bij voorkeur 1,5 °C, maar niet meer dan 2,0°C in deze eeuw. De Nederlandse Overheid en Rijkswaterstaat hebben de ambitie uitgesproken om in 2030 een 50% circulair en 100% klimaat neutrale asfaltindustrie te realiseren. Hierdoor wordt in de komende jaren de traditionele manier van het vervaardigen van asfalt middels hoge temperaturen afgebouwd en in uiterlijk 2030 zal er waarschijnlijk alleen nog maar lage temperatuur asfalt (< 120 °C) worden vervaardigd. Om het asfalt meer duurzaam te maken zijn er ook andere innovatieve asfaltmengsels mogelijk met bindmiddelen, zoals bio-based bitumen, recycled bitumen, etc.

Behalve aan de sterktekant van de watersystemen worden er aan de belastingkant van de watersystemen ook aanpassingen verwacht. Denk hierbij aan de hydraulische belastingen en klimaatscenario's Voor het KPP-VOW onderzoek voor dit jaar zal de focus daarom liggen op het "toekomstbestendige waterbouwasfalt" met in het bijzonder lage temperatuur waterbouwasfaltbeton.

1.2 Doel

Dit rapport bevat een overzicht van de resultaten uit een workshop en een beknopte literatuurstudie.

Binnen de wegebouw wordt momenteel al ingezet op het werken met lage temperatuur asfalt en daar is er al enige ervaring mee, met name met dichte mengsels. Om de scope beperkt te houden en goed aan te sluiten bij de langjarige ervaring in de wegebouw, is ervoor gekozen om in het onderhavige beknopte literatuuronderzoek te focussen op lage temperatuur waterbouwasfaltbeton (LT WAB). Het doel van het onderzoek is om inzicht te verkrijgen in de huidige stand van zaken van lage temperatuur asfalt en of het mogelijk is om met deze kennis LT WAB te ontwikkelen op de kortere termijn. Ook de workshop had deze focus.

1.3 Aanpak

Het hier gerapporteerde onderzoek bestond uit twee delen; een workshop en een beperkte literatuurstudie. Hieronder worden beide kort toegelicht.

Workshop

De workshop is gehouden met deelnemers uit de asfaltwereld, onder andere uit de wegebouw en waterbouw. Hiertoe is de kennis bijeengebracht uit beide asfaltwerelden (wegbouw en waterbouw). Voorafgaande aan de workshop is een korte notitie opgesteld met een beschrijving van de scope welke aan de deelnemers is verstuurd. De focus binnen de workshop ligt op het inhoudelijke vlak (maakbaarheid, eigenschappen, kwaliteit, levensduurmodel, etc.). In een eventuele 2e fase (volgend jaar) kan een discussie met de twee asfaltwerelden worden gefaciliteerd over procesmatige zaken (kwaliteitsborging, contractbepalingen, etc.).

Beknopt literatuuronderzoek

Voor het “toekomstbestendige” asfalt is een beknopt literatuuronderzoek uitgevoerd ten behoeve van het verkrijgen van inzicht in de mogelijkheden van lage temperatuur WAB. De literatuurstudie is een vervolg op de workshop.

1.4 Afbakening

Voor de workshop is de scope beperkt tot LT WAB. Het is echter niet de bedoeling dat er in breder kader en in de verdere toekomst enkel ingezet wordt op LT WAB of dat alleen LT WAB de toekomst is. De markt moet vrij zijn en blijven om ook andere innovatieve methodes uit te werken.

1.5 Opbouw rapport

In hoofdstuk 2 worden de resultaten van de workshop beschreven. In hoofdstuk 3 wordt een samenvatting gegeven van de onder meer in de literatuurstudie opgedane kennis betreffende LT WAB.

In hoofdstuk 4 worden de conclusies en aanbevelingen gepresenteerd en wordt een doorkijk gegeven naar 2023 en later.

2 Workshop lage temperatuur waterbouwasfaltbeton

2.1 Workshop

De workshop is gehouden op 31 augustus 2022 en heeft digitaal plaatsgevonden. Een lijst van de deelnemers is als bijlage A opgenomen.

Het doel en de subdoelen van de workshop zijn hieronder weergegeven

Doel:

Inzicht in onderzoek naar haalbare functionele eisen voor lage temperatuur Waterbouwasfaltbeton (< 120° C) en wat nodig is om deze eisen vast te stellen.

Subdoelen:

- ✓ Wat is nodig om de kennis te ontwikkelen om de functionele eisen te toetsen?
- ✓ Hoe krijgen we inzicht in de levensduur van nieuwe mengsels van lage temperatuur waterbouwasfaltbeton?

Uitgangspunten

- ✓ Passend binnen de tijdslijn tot 2030.
- ✓ Gebruikmakend van de kennisontwikkeling van de POV-Waddenzeedijken.

Agenda

1. Opening door voorzitter met doel en verwachting van de op te halen kennis (Martin van de Ven, TU-Delft)
2. Presentatie over de bij de POV waddenzeedijken (Arjan Looff, Infram)
3. Gehanteerde functionele eisen (Bernadette Whichmann, Deltares)
4. Pitches van aannemers.
 - Maarten Jacobs (BAM)
 - Niek Leguit (Strukton)
 - Geert Abbink (Abbink/ Ecofalt)
5. Gezamenlijk onderzoek en discussie
 - Hierbij worden de volgende kennisvragen ingebracht:*
 - *Wat zijn de verschillende toekomstbestendige asfaltmengsels, buiten de reeds eerder genoemde in de uitgangspunten?*
 - *Wat is de stand van LT Asfalt? Is daar verder onderzoek voor nodig?*
 - *Wat zijn de mogelijke functionele eisen voor toekomstbestendig waterbouw asfalt?*
 - *Aan zet stappenplan*
 - *Andere ideeën*
6. Samenvatting en conclusie

Het verslag van de workshop is als bijlage A toegevoegd

2.2 Resultaten workshop

Door de deelnemers werd aangegeven dat ze het een succesvolle workshop vonden. Een aantal conclusies en observaties kunnen, op basis van deze workshop getrokken worden:

- 1) Vanuit de wegenbouw en waterbouw kunnen wij elkaar sterker maken en van elkaar leren om binnen een redelijke termijn lage temperatuur WAB mengsels (met hoge percentages Recycled Asphalt (RA)) te ontwikkelen met uitstekende eigenschappen.
- 2) Voor de POV-Waddenzeedijken moeten we nog evalueren wat uit deze POV bruikbaar is voor het te hanteren kader bij het beoordelen van de nieuwe mengsels. Waarschijnlijk zijn de functionele eisen van de POV bruikbaar hiervoor.
- 3) Allerlei belangrijke ontwikkelingen/mogelijkheden zoals bijvoorbeeld het gebruik van verjongingsmiddelen, ook bij omgevingstemperatuur, zijn niet besproken. Benadrukt is ook dat de aanlegtijd voor dijken anders kan worden ingericht dan voor wegen.
- 4) Het is belangrijk is om de sterkteontwikkeling in de tijd van WAB nader te analyseren en ook de scheurvormingsgevoeligheid in de tijd mee te nemen.
- 5) Voor recycling lijkt het nodig om te verhitten tot boven 100 graden Celsius, zoals toegepast bij half-warm schuimbitumen mengsels die Maarten Jacobs (BAM) presenteerde. Bij het toepassen van recycling voor mengsels bij omgevingstemperatuur zoals Ecofalt, emulsie-asfaltbeton en schuimbitumen-asfaltbeton is de vraag wat het toevoegen van Recycled Asphalt (RA) bij omgevingstemperatuur betekent. Is er dan sprake van "black rock" (passief) toevoegen en is dit wel de juiste manier? Een belangrijk aspect bij deze mengsels is ook hoe het "curing" proces in de tijd verloopt. Hier zijn, volgens de aannemers, echter zeker mogelijkheden voor de toekomst, vooral als de RA kan worden behandeld bij relatief lage temperatuur met verjongingsmiddelen (rejuvenators).
- 6) Als er duidelijke functionele eisen en beoordelingsregels worden opgesteld waar het asfalt aan moet voldoen, dan is de kans groot dat asfaltleveranciers hieraan kunnen voldoen. Men schat in dat voor 2030 lage temperatuur WAB (met hoog percentage RA) kan worden toegepast op dijken met voldoende veiligheid gedurende de gewenste levensduur. Om dit te bereiken is onderzoek nodig, evenals het aanleggen van proefvakken.

3 Mogelijkheden lage temperatuur WAB

3.1 Inleiding

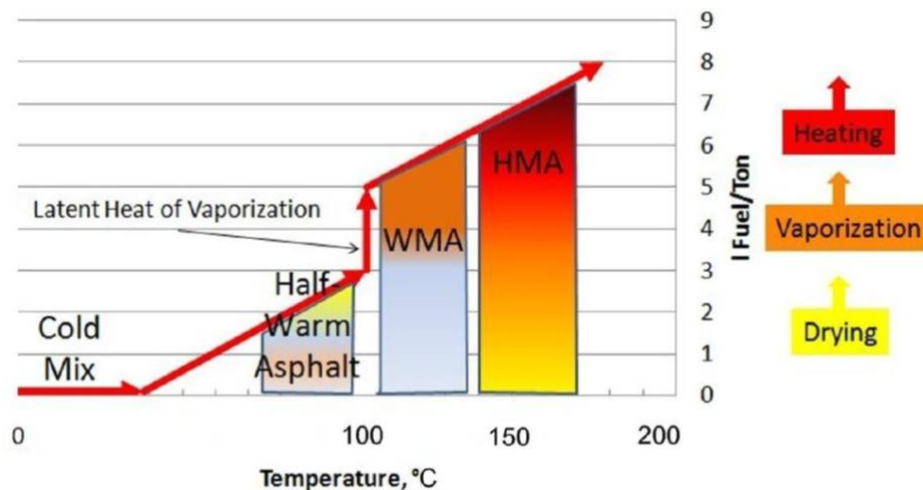
In dit hoofdstuk wordt een kort overzicht gegeven van de huidige stand van zaken van lage temperatuur asfalt.

3.2 Wat is lage temperatuur asfalt?

Asfaltbeton (ook wel kortweg asfalt genaamd) is een mengsel van grofweg twee onderdelen: mineraalaggregaat en bindmiddelen. Het mineraalaggregaat bestaat voornamelijk uit steenslag, zand en vulstof en als bindmiddel wordt bitumen gebruikt. Om een goed mengsel te krijgen van deze componenten worden ze gemengd bij een mengtemperatuur van ca 165 °C. Dit is typisch voor WAB, andere mengsels zoals EME¹, PMB² mengsels, etc. kunnen veel hogere temperatuur nodig hebben. Deze temperatuur is onder andere nodig voor het drogen van steenslag en zand, vloeibaar maken van het bindmiddel om te kunnen mengen, verhogen van de verwerkbaarheid en de hechtingseigenschappen van de bitumen. Bij mengtemperaturen boven 150 °C, dus ook bij ca.165 °C is er spraken van heet asfalt.

Door onder andere klimaat- en milieuaspecten wordt er door de asfaltcentrales in samenwerking met aannemers overgeschakeld van heet asfalt naar lage temperatuur asfalt. Het gebied waar bij sprake is van lage temperatuur asfalt bevindt zich tussen 0°C en 140 á 150°C.

Door de European Asphalt Pavement Association (EAPA) is een grafiek vervaardigd (EAPA, 2009) waarin de gehanteerde mengtemperatuur uitgezet is tegen de energieconsumptie. Zie Figuur 1 In deze grafiek is een significante daling te zien van de energieconsumptie bij een lagere mengseltemperatuur. Een gemodificeerde versie van (Andersen, 2016) is in Figuur 2 weergegeven.

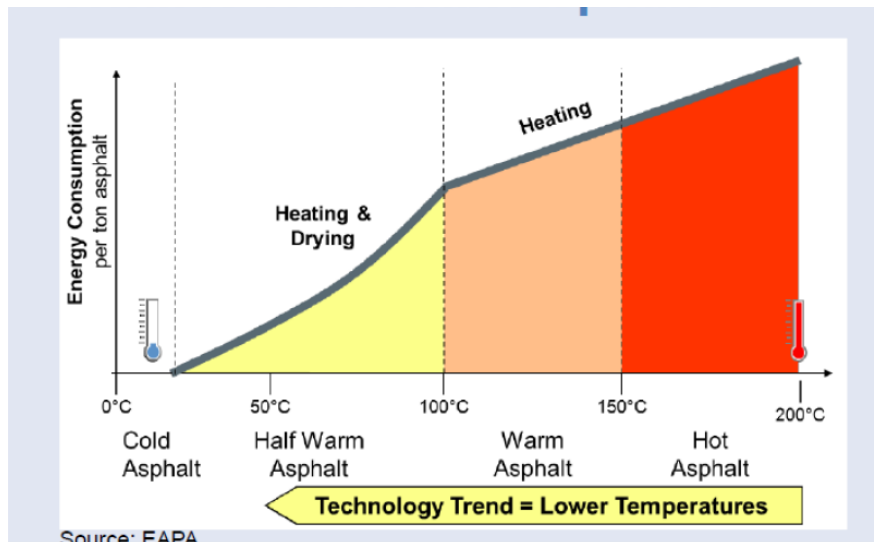


HMA = Hot mix asfalt, WMA = Warm mix asfalt

Figuur 1 Asfalttemperaturen vs energieverbruik (EAPA, 2009)

¹ Enrobé à Module Élevé, asfalt met verhoogde stijfheidsmodulus

² PolyMeerBitumen, asfalt met modificeerbare mechanische eigenschappen door de wijze van productieproces



Figuur 2 Asfalttemperaturen vs. energieverbruik (Andersen, 2016)

In de grafiek van Figuur 2 zijn een viertal gebieden te herkennen op basis van de productietechnieken. Deze zijn :

1. *Koud asfalt*

Hierbij wordt er gemengd bij de omgevingstemperatuur. Hier wordt alleen meng-energie toegevoegd. Voorbeeld van mengsels op basis van deze techniek zijn mengsels op basis van bitumenemulsies. Belangrijk hierbij is de vraag wat de rol zal zijn van de toegevoegde asfaltgranulaat of RA (Reclaimed Asphalt of Recycled Asphalt).

2. *Half warm asfalt*

In dit traject tussen ca. 20°C en 100°C wordt de opgewekte warmte gebruikt om het mineraal aggregaat te drogen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een schuimtechniek om de bitumen toe te voegen. Indien er ook RA wordt toegevoegd zal er wel verhit worden tot boven 100 °C om te drogen en het verouderde bitumen vloeibaar te maken voor menging.

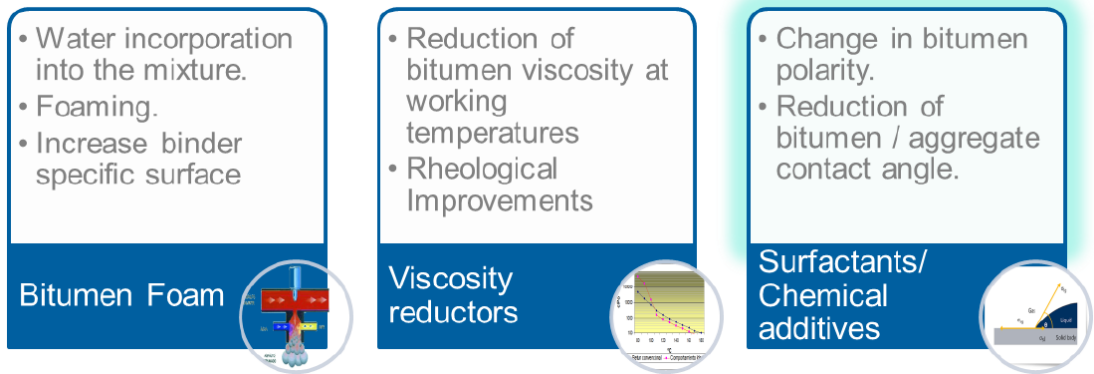
3. *Warm asfalt*

In dit traject tussen ca.100°C en 150°C zal het aanwezige water gaan koken en flink verdampen. De toegevoerde energie gaat in deze fase hoofdzakelijk verloren aan het verdampen van het water. In dit traject worden veel mengsels gemaakt waarbij toeslagstoffen door het bitumen worden gemengd, zoals wax.

4. *Heet asfalt*

Traject boven 150°C, traditioneel heet asfalt. Hier kunnen ook diverse toeslagstoffen aan worden toegevoegd om bepaalde (sterkte)eigenschappen te veranderen.

Om lagere temperatuurasfalt te verkrijgen kunnen verschillende technieken gebruikt worden. In (Gil, S. et al, 2021) is een overzicht gegeven van de verschillende technieken. Zie Figuur 3.



Figuur 3 Technieken om warm asfalt te produceren (Gil, S. et al, 2021)

De volgende technieken kunnen gebruikt worden om warm asfalt te produceren:

1. *Bitumen foam*
Processen die het specifiek oppervlak van het bindmiddel vergroten door middel van het schuimen van bitumen met water.
2. *Viscosity reducers*
Toevoegingen aan de bitumen waardoor de viscositeit wordt verlaagd bij hoge temperatuur en ook het rheologisch gedrag verandert. Denk hierbij aan viscosity reductiemiddelen zoals wax.
3. *Surfactant/ chemical additives*
Toevoegingen gebaseerd op aanpassing van de oppervlaktespanning, die het bitumen modificeren. Door de reductie van de oppervlaktespanning tussen het aggregaat en het bindmiddel zal de bitumen het aggregaat effectief omhullen.

Vele aannemers in binnen- en buitenland hebben reeds hun eigen processen en technieken om lagere temperatuur asfalt te maken.

In Missouri is een proefproject (Micheal & Layman, 2006) uitgevoerd voor verschillende mengsels met een productietemperatuur van ca. 115°C en ca. 138 °C, 10% RAP en Sasobit® als toevoeging. Deze zijn vergeleken met een traditioneel heet mengsel. De resultaten van deze proef waren dat het mogelijk is om met een lagere temperatuur asfaltmengsel dezelfde kwaliteit asfaltbeton op te leveren met Sasobit®. In (Kanitpong, 2007) wordt op basis van uitgebreide laboratoriumtesten in Thaise en Amerikaanse universiteiten aangegeven dat toevoeging met Sasobit® de verwerkbaarheid en de fundamentele eigenschappen van asfaltbindmiddelen kan verbeteren, zoals een betere weerstand tegen spoorvorming en vermoeiing, en ook een hogere afschuifmodulus. Wel moet worden nagegaan of de lage temperatuur eigenschappen (tijdens gebruik) voldoende blijven.

Voordelen van lage temperatuur waterbouwasfalt:

Bitumen geeft minder dampen en aerosolen af tijdens de verwerking van warm asfalt

Op basis van een ruwe schatting leidt een verlaging van de productie temperatuur van 10 graden tot 50% uitstootvermindering. (DAV, 2009)

Dit betekent een aanzienlijke vermindering van dampen en verbeterde werkomgeving voor de arbeiders (Andersen, 2016)

Energiebesparing en CO₂-uitstootreductie

Een temperatuurverlaging van 30 graden levert een besparing op van 9 kWh energie per ton asfaltmengsel geproduceerd. Dit komt overeen met: 0,9 liter stookolie per ton asfalt mengsel. Daardoor daalt ook de CO₂-uitstoot. (DAV, 2009)

Kwaliteit gelijkwaardig aan traditioneel heet asfalt (Andersen, 2016)

Productie

In Nederland maakt onder andere ARP³ apparatuur voor groene asfaltcentrales. Ze geven aan dat Bio-based asfalt, hergebruik van asfalt, of laag temperatuurasfalt in principe geen probleem hoeven te zijn.

Onderzoeksvragen

In (De Looff, 2022) is een aantal kennisvragen verzameld op het gebied van asfaltdekkingslagen in verschillende thema's. Voor het thema mengseltechnologie zijn de volgende kennisvragen benoemd:

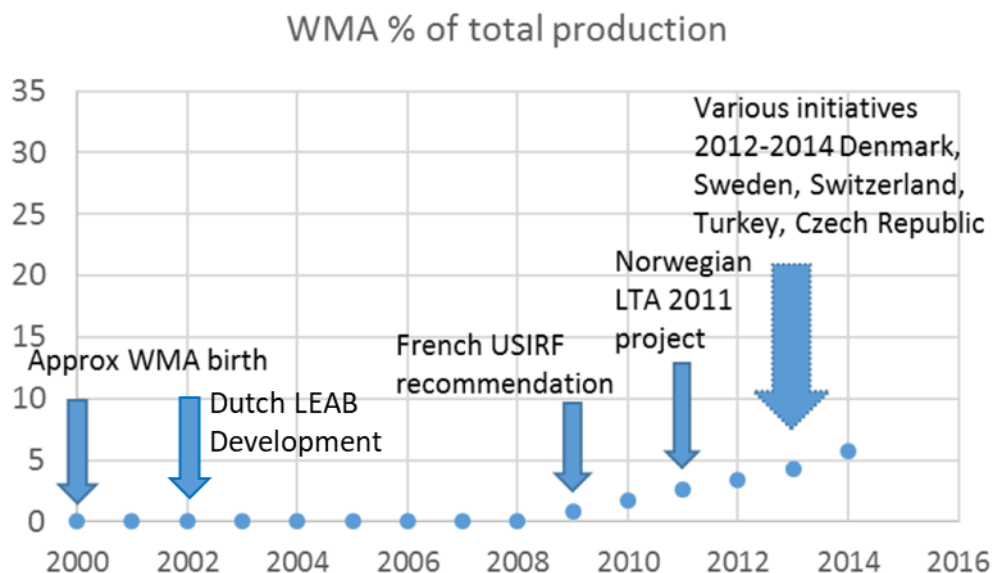
Lage temperatuur WAB en koudasfalt.

- Kan er kwalitatief hoogwaardige WAB bij lagere temperaturen worden geproduceerd?
- Kan dit ook in combinatie met hoge percentages asfaltgranulaat in het mengsel?
- Hoe kan het bitumen in asfaltgranulaat worden geactiveerd bij productie bij lagere temperaturen?
- Zijn er mogelijkheden voor een WAB op basis van emulsie, dus een koudasfalt?

3.3 Huidige stand van zaken in de wegenbouwwereld

3.3.1 Inleiding

De eerste warm asfalttechnieken zijn ontwikkeld aan het einde van de jaren negentig van de vorige eeuw en begin 2000. In Nederland is BAM begin 2000 begonnen met het ontwikkelen van LEAB op basis van het promotie onderzoek van Kim Jenkins in Zuid Afrika en Nederland bij TU Delft (Jenkins, 2000). In Duitsland is men destijds gestart met het beproeven van diverse toevoegingen aan de mengsels en in Noorwegen is een speciaal schuimproces ontwikkeld (EAPA, 2009). Zie Figuur 4 voor een overzicht van de ontwikkeling van warm asfaltmengsels in Europa.



³ <https://www.arpequipment.nl/>

3.3.2 Ontwikkelingen in Nederland

Ook in Nederland is men al geruime tijd aan het experimenteren met verschillende processen en technieken om lage temperatuur-asfalt te ontwikkelen. Een aantal van deze technieken is hieronder beschreven.

LEAB

Een belangrijke ontwikkeling is het Lage Energie AsfaltBeton (LEAB) welke door de BAM Groep is ontwikkeld. Doordat dit asfalt geproduceerd wordt bij een temperatuur van ca 95-110°C in plaats van 165°C, wordt er minder energie verbruikt en zal er minder CO₂ worden uitgestoten. Tijdens de productie van dit mengsel wordt gebruik gemaakt van schuimbitumen. Bij LEAB wordt standaard 50% RA toegevoegd. Het product is op proefvakken door RWS getest en goedgekeurd. Vele andere toepassingen, hebben inmiddels plaatsgevonden, zowel op het landelijke, provinciale alsook het gemeentelijke wegennet

Door BAM wordt aangegeven dat de eigenschappen van LEAB gelijk zijn aan die van traditioneel geproduceerd heet asfalt. Inmiddels is er ruim 850.000 ton LEAB geproduceerd en verwerkt, ook op autobanen. Zie bijlage in workshopverslag Bijlage A en (Qiu, J. et al, 2021).

Greenway LE⁴

Door Heijmans is ook een lage temperatuur asfaltmengsel gerealiseerd. Door dit innovatieve mengsel is het mogelijk om asfalt te produceren bij een temperatuur van 105° C in plaats van 165° C voor traditioneel asfalt. Volgens opgave van Heijmans is het ook mogelijk om bij deze lagere temperatuur tot wel 60% oud asfalt her te gebruiken, zonder aan kwaliteit in te boeten.

Door Rijkswaterstaat is Greenway LE op proefvakken langs de A2 en op de N65 getest. Alle testen zijn volgens Heijmans uitstekend doorstaan. Het product is qua eigenschappen volledig overeenkomstig met de conventionele, hete variant. Vele andere toepassingen, hebben inmiddels plaatsgevonden, zowel op het landelijke, provinciale alsook het gemeentelijke wegennet.

Andere initiatieven in Nederland zijn bijvoorbeeld:

- Strukton met koude asfalt matten. Zie de bijlage van het workshopverslag in bijlage A.
- Abbink met Ecofalt. Zie de bijlage van het workshopverslag in bijlage A.
- AsfaltNu met laagtemperatuur-asfalt⁵ op circa 105° C.

3.3.3 Conferenties

Hieronder is een selectie van conferenties genoemd waarin papers zijn opgenomen, die gaan over produceren bij lagere temperatuur en dus gerelateerd zijn aan lage temperatuur waterbouwasfaltbeton en/of recycling.

RILEM

RILEM (Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, systèmes de construction et ouvrages) is de Internationale Unie van Laboratoria en Experts in Bouwmaterialen, Systemen en Constructies. Op de laatste internationale RILEM conferentie

⁴ <https://www.heijmans.nl/nl/producten-diensten/infra/wegen-waterwegen/asfalt/greenway-le/>

⁵ <https://www.asfaltnu.nl/asfaltsoorten/laagtemperatuur-asfalt>

van juni 2022 zijn lage temperatuur asfalt en recyclebaar asfalt (RA) uitgebreid behandeld en zal er de komende 4 jaar verder onderzoek worden gedaan naar onder andere de volgende onderwerpen (RILEM, 2022):

- Mogelijkheden van RA-mengsels, ook in combinatie met verschillende soorten binder.
- Het vervaardigen van een Life Cycle Assessment (LCA) richtlijnen voor RA.
- Mogelijkheden van koude recycled asfalt mengsels.
- Prestaties op lange termijn van warme mengsels met RA.

7th Eurasphalt and Eurobitume Congress, 2021

In de conference paper (Gil, S, et al, 2021) zijn de resultaten vermeld van het onderzoek naar het toepassen van groene additieven (op plantaardige basis) die de temperatuur van productie van asfaltmengsels kan verlagen tot circa 90 °C. Het onderzoek geeft aan dat dit momenteel al mogelijk is.

In de conference paper (Qiu, J. et al, 2021) wordt melding gemaakt van een nieuw ontwikkelde technologie, waardoor de productie van hoogwaardige deklagen (SMA en PA) mogelijk is. Deze deklagen bestaan uit maximaal 95% teruggewonnen asfaltdeklaag bij 105-115°C. Het teruggewonnen asfaltgranulaat bevat 1% bitumen en de teruggewonnen mortel bevat 10- 12% bitumen. De teruggewonnen mortel wordt verwarmd, verjongd, verrijkt en gehomogeniseerd om een hoogwaardige mortel te verkrijgen, die vervolgens wordt opgeschuimd en gemengd met voorverwarmde teruggewonnen granulaat van ongeveer 100°C, om hergebruikte deklagen van hoge kwaliteit te produceren.

1st National Conference on Highway & Transportation Engineering, 2017

In (Kavussi, A. et al, 2017) wordt aangegeven dat warm, met behulp van schuim gemengde asfaltmengsels vatbaar zijn voor vochtschade. Dit is bepaald met de modified Lottman test om de tensile strength ratio⁶ (TSR) te bepalen. Hierdoor neemt de prestatie van het uiteindelijke product af. In deze conferentiepapier worden de resultaten vermeld van het onderzoek naar de vochtbestendigheid van een opgeschuimd warm asfaltmengsel. Dit onderzoek werd uitgevoerd middels de interactie tussen de verschillende mengtemperaturen en bitumengehalten en werd bepaald met de modified Lottman test en de Boiling Texas test om hun vochtgevoeligheid te onderzoeken. Het uitgebreide onderzoek werd uitgevoerd door de Tarbiat Modares University in Iran.

Het resultaat van het onderzoek is:

- Dat een grotere hoeveelheid schuimbitumen een negatief effect heeft op de indirecte treksterkte van asfaltmengsels.
- Naast de indirecte treksterkte is de vochtbestendigheid van asfaltmengsels gevoelig voor de mengtemperatuur en het bitumengehalte.
- Mengsels die bij een hogere mengtemperatuur en met een lager bitumengehalte zijn vervaardigd, zijn beter bestand tegen indirecte treksterkte. Desalniettemin is de impact van de mengtemperatuur op de mengsels die geproduceerd worden met een hoger percentage bitumen heel anders. Een verhoging van de mengtemperatuur heeft een negatieve invloed op de ITS-index van mengsels die een hoger percentage schuimbitumen gebruikten.

⁶ Een methode om het sterkteverlies ten gevolge van schade van het strippen (van het asfalt van het aggregaat) te meten.

Voor een, in een later stadium, uit te voeren uitgebreide literatuurstudie wordt aangeraden om in ieder geval informatie te verzamelen van de onderstaande werkgroepen, conferenties en aannemersgroepen:

Werkgroepen:

- RILEM werkgroepen
- CROW werkgroepen
- De CROW infradagen

Conferenties:

- Eurasfalt & Eurobitume conferenties
- AAPT conferenties
- ISAP conferenties
- TRB conferenties
- CAPSA conferenties
- RILEM conferenties

Aannemersgroepen zoals:

- EAPA (Europa)
- NAPA (USA)
- AAPA (Australie)
- VBW asfalt in Nederland.

3.3.4 Conclusie

Uit de beknopte literatuurstudie (en de workshop) volgt dat er in Nederland voldoende kennis aanwezig is om LT WAB te ontwikkelen en te produceren, waarbij een hoog RA gehalte (>50%) een belangrijke voorwaarde is. Internationaal gezien wordt er veel onderzoek gedaan naar dit thema en veel over gepubliceerd. Aanbevolen wordt om een uitgebreidere literatuurstudie uit te voeren, waar wat dieper wordt ingegaan op aspecten zoals het verloop van de sterkte in de tijd en levensduur van lage temperatuurmengsels.

4 Conclusie en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Al ruim twintig jaar is er ervaring in de wegenbouw met innovatieve mengsels, met name met lage temperatuur asfaltbeton en recycling van asfaltbeton. Deze kennis kan goed ingezet worden voor de ontwikkeling van innovatieve mengsels voor lage temperatuur waterbouwasfaltbeton (LT WAB). Tevens kunnen ook lage temperatuur-varianten voor de andere type waterbouwasfalt-bekledingen, zoals Open Steen Asfalt en gietasfalt worden onderzocht. Deze andere waterbouwasfalt-soorten vielen buiten de scope van het hier uitgevoerde onderzoek.

Vanuit de POV-waddenzeedijken is in – september 2019 een aantal proefvakken aangelegd met innovatieve asfaltmengsels. Hierbij is de nodige kennis opgedaan. Aanbevolen wordt om de opgedane kennis en ervaringen te evalueren, met als doel te kijken hoe dit kan worden toegepast bij LT WAB.

De aannemers die aan de workshop hebben deelgenomen gaven tijdens de workshop aan dat zij elk mengsel kunnen maken, mits de juiste functionele eisen worden opgesteld. Wat de aannemers betreft is de opdrachtgever aan zet om de functionele eisen vast te stellen.

Om door te pakken met LT WAB zal een stappenplan gemaakt dienen te worden. Dit is kort in de workshop aan de orde geweest. Een eerste voorstel dat toen is besproken luidt als volgt:

1. Kader maken incl. testmethoden voor meer zicht op waterveiligheid.
2. Keuze maken voor type lage temperatuur mengsels.
3. Mengsels testen en door-ontwikkelen testkader.
4. Onderzoek aan bestaande dijken (bv. Brouwersdam) en dit gebruiken als referentie voor de nieuwe mengsels.
5. Bekijken waar de nieuwe mengsels toegepast kunnen worden (te beginnen met proefvakken),
6. Vaststellen van contractvoorwaarden. Risico toedelen aan opdrachtgever.

Uit de beknopte literatuurstudie (en de workshop) volgt dat er in Nederland voldoende kennis aanwezig is om LT WAB te ontwikkelen en te produceren, waarbij een hoog RA gehalte (>50%) een belangrijke voorwaarde is. Internationaal gezien wordt er veel onderzoek gedaan naar dit thema en veel over gepubliceerd.

4.2 Aanbevelingen

- In de wegenbouw wordt al zeker 20 jaar gebruik gemaakt van lage temperatuur asfalt. Gebruik de ervaringen uit de wegenbouw!
- Naast functioneel specificeren ook aandacht besteden aan functioneel opleveren/verifiëren.
- Het wordt aanbevolen om een uitgebreide literatuurstudie te houden naar de mogelijkheden van lage temperatuur waterbouwasfaltbeton.
- Evalueren wat uit de POV-Waddenzeedijken bruikbaar is voor het opstellen van het te hanteren (test-)kader bij het beoordelen van de nieuwe mengsels.
- Om door te pakken met lage temperatuur waterbouwasfaltbeton is het wenselijk om een set duidelijke functionele eisen en beoordelingsregels op te stellen. Deze kunnen betrekking hebben op:

- Elasticiteitsmodulus
 - Holle ruimte percentage
 - Temperatuur waarbij het asfalt stabiel (niet te visceus) dient te blijven. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een hete zomer waarbij het asfalt continu wordt blootgesteld aan zonnestrallen. Dan mogen toevoegingen zoals verwekers er niet toe leiden dat het asfalt langzaam naar beneden stroopt.
 - Levensduur
 - Eisen aan vermoeiing
 - Scheurvormingsgevoeligheid in de tijd
- Zorg dat de set van functionele eisen 'waterdichte' is. Pas op voor 'overspecificatie' (overlappende tegenstrijdige eisen).
- Aanbevolen wordt om een uitgebreidere literatuurstudie uit te voeren, waar wat dieper wordt ingegaan op aspecten zoals het verloop van de sterkte in de tijd en levensduur van lage temperatuurmengsels.
 - In een eventuele 2e fase (volgend jaar) kan een discussie met de twee asfaltwerelden worden gefaciliteerd over procesmatige zaken (kwaliteitsborging, contractbepalingen, etc.).

4.3 Doorkijk naar 2023 en later

Aanpak

In 2022 is een start gemaakt met een literatuuronderzoek en is een workshop gehouden inzake de mogelijkheden van Lage Temperatuur WaterbouwAsfaltBeton (LT WAB) (<120°C). Dit onderzoek is belangrijk omdat in de komende jaren de traditionele manier van het vervaardigen van WAB bij een hoge temperatuur (165°C) wordt afgebouwd. Dit in het kader van de duurzaamheid. Ook in 2023 en later is het zinvol om een nadere verkenning uit te voeren naar de toepassing van LT WAB. Hierbij kan worden onderzocht welke kennisleemtes er nog zijn en kunnen er aanbevelingen worden gedaan over hoe hier mee om te gaan. Met name is er al de nodige wegenbouwwerfing met lage energie asfalt beton (LEAB), wat in feite een warm asfalt is. Er kan dan worden onderzocht wat de mogelijkheden zijn om deze toe te passen als dijkbekleding.

Kennisdoorwerking en impact

Het onderhavig onderzoek heeft geleid tot een beter beeld van de mogelijke toepassing van LT WAB. Het wegenbouwmengsel LEAB lijkt op de kortere termijn kansrijk om door te ontwikkelen naar LT WAB. Het is nu mogelijk om een betere afweging te maken en zo een bijdrage te leveren aan de energietransitie.

Literatuur

- Andersen, 2016. Eivind Olav Andersen, Warm asphalt mixtures Keynote address, Veidekke IndustriAS, 6th Eurasphalt and Eurobitume Congress, Prague 1-3 June 2016
- DAV, 2009. Warm mix Asphalts, Tips and tricks developed by professionals for professionals, Asphalt guidelines, Deutscher Asphaltverband
- EAPA, 2009. *The use of Warm Mix Asphalt* EAPA position paper, Juni 2009
- Gil, S. et al, 2021. Santiago Gil, Oscar Herrero, Pieter Van der Sypt, *The new step in the WMA production: use of green additives*, 7th Eurasphalt and Eurobitume Congress, Madrid, 2021
- Jenkins, 2000. Jenkin, Kim Jonathan, Mix design considerations for cold and half-warm bituminous mixes with emphasis on foamed bitumen, Dissertation (PhD)-University of Stellenbosch, 2000.
<https://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/51831>
- Kanitpong, 2007. Kunnawee Kanitpong, Samak Sonthong, Kitae Nam, Wilfung Martono, Hussain Bahia, *Laboratory Study on Warm Mix Asphalt Additives*, Transportation Research Board, 86th Annual Meeting, January 21-25, 2007, Washington, D.C. Paper No. 07-1364
- Kavussi, A. et al, 2017. Amir Kavussia, Mohsen Motevalizadeh, Arastoo Karimi, Alireza Rahimizadeh, *Evaluating the Moisture Resistance of Foam Warm Mix Asphalt Using Image Processing Method*, Computational Research Progress in Applied Science & Engineering Vol. 03, 1-7, Special Issue: 1st National Conference on Highway & Transportation Engineering
- De Loeff, 2022. Arjan de Loeff, Kennisvragen asfalt dijkbekledingen 2022, Infram Hydren, memo, 20 september 2022
- Micheal & Layman, 2006. Larry L. Michael, Lauren R. Layman, *Warm mix demonstration project, St Louis Missouri, May 17-26 2006*, Missouri Department of transportation and pace construction
- Qiu, J. et al, 2021. Jian Qiu, Ernst Demmink, Marinus Huurman, Mark Frunt, Bastiaan de Bruin, *LE2AP, towards sustainable 100% surface-to-surface warm in-plant asphalt recycling*, BAM Infra Asphalt, 7th Eurasphalt and Eurobitume Congress, Madrid, 2021
- RILEM, 2022. Private minutes RILEM Spring Convention Paris 2022

A Verslag workshop

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl