

LAURIE DRIESSEN EN FLORA TROELSTRA

DE TRANSITIE NAAR EEN CIRCULAIRE WEGVERHARDING

HOE KAN DE VOORTGANG OP DE CIRCULAIRE
AMBITIE VAN HET TRANSITIEPAD DUURZAME
WEGVERHARDING MEETBAAR WORDEN GEMAAKT?



Rijkswaterstaat


HAN UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

DEFINITIEF
VERSIE 1.0
25 MEI 2021

Colofon

Auteurs	
Naam	Laurie Driessen
Naam	Flora Troelstra
Organisatie	Rijkswaterstaat Programma's, Projecten en Onderhoud
Bedrijfsbegeleiders	Chris van Schalm Miranda Haakman
Onderwijsinstelling	Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
Opleiding	Civiele Techniek
Schoolbegeleiders	Bap Welting Remmelt Visscher
Datum	25 mei 2021
Versie	1.0
Status	DEFINITIEF

Versiebeheer

1.0	25 mei 2021	Laatste check en definitief maken van document
0.8	17 mei 2021	Aanpassingen aan verschillende hoofdstukken gedaan
0.7	10 mei 2021	Voorwoord, samenvatting en inleiding geschreven Feedback van verschillende collega's verwerkt
0.6	3 mei 2021	Aanbevelingen en implementatieplan geschreven
0.5	30 april 2021	Conclusie en definitielijst geschreven
0.4	19 april 2021	Deelvraag 6 en 7 geschreven
0.3	9 april 2021	Deelvraag 1 en 2 aangepast Deelvraag 3, 4 en 5 geschreven
0.2	30 maart 2021	Deelvraag 1 en 2 geschreven
0.1	16 maart 2021	Opzet

Voorwoord

Voor u ligt het afstudeerrapport 'De transitie naar een circulaire wegverharding'. Het onderzoek gaat in op het monitoren van de circulaire ambitie bij het transitiepad duurzame wegverharding. Dit rapport is geschreven in het kader van het afstuderen voor de opleiding Civiele Techniek op de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. Gedurende de afstudeerperiode, van februari 2021 tot en met mei 2021, zijn wij werkzaam geweest voor het transitiepad duurzame wegverharding van Rijkswaterstaat. Dit hebben wij gedaan vanuit de afdeling Programma's, Projecten en Onderhoud bij Techniek en Technisch Management.

Na eerdere ervaringen uit onze stages in de infrasector en het volgen van de minor Circulaire Economie wilden wij ons verder verdiepen in wegverharding en circulariteit. Op zoek naar een geschikte afstudeeropdracht zijn wij in contact gekomen met Chris van Schalm. Samen met Chris zijn wij opzoek gegaan naar een geschikte afstudeeropdracht die aansloot bij onze wensen. We leerden Miranda Haakman kennen die een geschikte stagevacature voor ons open had staan.

Gedurende onze afstudeerperiode zijn wij vanuit Rijkswaterstaat begeleid door Chris en Miranda. Wij willen Chris en Miranda bedanken dat zij ons deze kans geboden hebben om op deze opdracht te mogen afstuderen. Maar ook voor de begeleiding en sturing gedurende de afstudeerperiode. De wekelijkse overlegmomenten hebben ons goed geholpen om de opdracht inhoudelijk vorm te geven. Daarnaast willen wij ons goed geholpen om de opdracht inhoudelijk vorm te geven. Daarnaast willen wij ook graag de volgende mensen bedanken; Rob Hofman, Evert Schut, de kernteamleden van het transitiepad en alle andere personen die een bijdrage hebben geleverd aan onze afstudeeropdracht. Wij willen hen bedanken voor de interviews, waardevolle tips en feedback.

Vanuit de hogeschool zijn wij begeleid door Bap Welting en Remmelt Visscher. Wij willen Bap en Remmelt bedanken voor hun betrokkenheid en procesbegeleiding tijdens het afstuderen. Daarnaast willen wij natuurlijk ook alle docenten bedanken voor het delen van hun kennis en expertise de afgelopen vier jaar.

Tot slot willen wij onze familie en vrienden bedanken voor hun steun tijdens deze periode.

Wij wensen u veel leesplezier toe.

Laurie Driessen en Flora Troelstra

Arnhem, 25 mei 2021

Samenvatting

Dit rapport is geschreven vanuit het transitiepad duurzame wegverharding. Dit is één van de acht transitiepaden van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Het transitiepad duurzame wegverharding is, net zoals drie van de andere transitiepaden, onderdeel van Rijkswaterstaat. Op het gebied van circulariteit heeft het transitiepad duurzame wegverharding als ambitie dat er circulair gewerkt wordt op de rijkswegen in 2030.

Voor het behalen van de ambitie en de daaromheen geformuleerde doelen is het van belang dat de 'distance to target' bekend is. Op dit moment ontbreekt er een manier om circulariteit bij de wegverharding te bepalen. Daarom wordt in dit rapport de hoofdvraag 'Hoe kan de voortgang op de circulaire ambitie binnen het transitiepad duurzame wegverharding meetbaar worden gemaakt?' beantwoord.

Om een antwoord op de hoofdvraag te kunnen geven, is de circulaire ambitie met bijbehorende doelen geanalyseerd. Ook is er eerst onderzocht wat er verstaan wordt onder een circulaire wegverharding bij Rijkswaterstaat. Vervolgens zijn de behoeftes van het transitiepad duurzame wegverharding in kaart gebracht met behulp van de tool Mentimeter. Er is aan de kernteamleden gevraagd wat hun behoeftes zijn op het gebied van monitoring van de circulaire ambitie.

Aan de hand van deze inzichten is er gekeken hoe de monitoring ingericht kan worden. Er is onderzocht of de indicatoren van kernmeetmethode van het Platform CB'23 geschikt zijn voor het meten van de circulaire wegverharding. Van deze indicatoren is bepaald of en hoe zij ingevuld kunnen worden aan de hand van (in de toekomst) beschikbare data.

Om de circulaire ambitie meetbaar te kunnen maken, zijn er in dit rapport acties vastgesteld die genomen moeten worden. Deze acties staan beschreven in de aanbevelingen per hoofdstuk en staan verder uitgewerkt in het implementatieplan met het bijbehorende stappenplan. Door het uitvoeren van deze acties kan er gemonitord gaan worden met vastgestelde indicatoren uit dit rapport.

Het transitiepad duurzame wegverharding en andere partijen binnen Rijkswaterstaat kunnen aan de hand van dit rapport stappen zetten om tot een monitoring van de circulaire wegverharding te komen. Met een geschikte monitoring kan de 'distance to target' bepaald worden en op de ambitie en doelen gestuurd worden. Dit zal ertoe leiden dat de circulariteit inzichtelijker wordt.

Summary

This report has been written from the point of view of the transitionpath sustainable road surface. This is one of eight transitionpaths under the Ministry of Infrastructure and Water Management. The transitionpath sustainable road surface is, together with three other transitionpaths, part of Rijkswaterstaat (executive agency of the Ministry of Infrastructure and Water Management). The circular ambition of the transitionpath sustainable road surface is to work in a circular manner on their national highways by 2030.

To be able to achieve this ambition and the matching goals, the 'distance to target' should be known. At this point in time a way to determine the circularity is lacking for road surfaces. This had led to the main question 'How can the progress on the circular ambition of the transitionpath sustainable road surface be made measurable?'.

To be able to answer the main question, the circular ambition and goals were analysed. A research to determine what a circular road surface means, was also done early in the report. Following up, the needs and wishes of the transitionpath were determined. The members were asked what their needs are regarding monitoring their circular ambitions.

Based on these insights, research was done into how a suiting monitoring could be set up. In this research the indicators of the 'kernmeetmethode' of Platform CB'23 were tested on if they are able to monitor the circular road surface. On the matching indicators is determined if and how they can be filled in with (in the future) available data.

To make the circular ambition measurable, action should be taken. These actions are given in the chapters and are further elaborated in the implementationplan and roadmap. By working on these actions the transitionpath will be able to monitor the circularity of road surfaces with indicators.

With this report the transitionpath and other departments within Rijkswaterstaat are able to take action toward monitoring the circular road surface. With a monitoring method the 'distance to target' will be determinable. It also means Rijkswaterstaat can actively take action to achieve the ambition and goals. The monitoring will lead to circularity being more evident.

Inhoud

Voorwoord 3

Samenvatting 4

Summary 5

Figuren- en tabellenlijst 8

Definitielijst 9

Inleiding 12

1 Circulaire ambitie en doelen 15

- 1.1 Het transitiepad 15
- 1.2 Wegverharding 15
- 1.3 Circulair 15
- 1.4 Platform CB'23 16
- 1.5 Ambities 16
- 1.6 Doelen 17
- 1.7 Ambities versus doelen 17
- 1.8 Conclusie 17
- 1.9 Aanbevelingen 17

2 Circulaire wegverharding 19

- 2.1 Onderdelen wegverharding 19
- 2.2 Circulair werken versus circulair zijn 19
- 2.3 Kerndoelen circulair bouwen 19
- 2.4 Primair versus secundair 20
- 2.5 Toepassen van materialen 20
- 2.6 Afval 21
- 2.7 Interviews 21
- 2.8 Conclusie 21
- 2.9 Aanbevelingen 21

3 Behoeftes transitiepad duurzame wegverharding 22

- 3.1 Behoeftes en ambities transitiepad 22
- 3.2 Steekproeven versus alle projecten monitoren 23
- 3.3 Circulariteit meten 24
- 3.4 Percentage secundair materiaal bepalen 24
- 3.5 Circulair werken in 2030 25
- 3.6 Conclusie 26
- 3.7 Aanbevelingen 26

4 Indicatoren circulaire wegverharding 27

- 4.1 Keuze voor de kernmeetmethode 27
- 4.2 Kernmeetmethode Platform CB'23 27
- 4.3 Indicatoren over het materiaal in asfalt 28
 - 4.3.1 Hoeveelheid in kilo's 28
 - 4.3.2 Schaarste 28
 - 4.3.3 Primair (duurzaam hernieuwbaar) / secundair (hergebruik / recycling) 29

4.4	Indicatoren over het asfaltmengsel	29
4.4.1	Meest waarschijnlijke levenseindebehandeling	29
4.4.2	Materialen die worden verbruikt maar niet in het (deel)object terechtkomen	29
4.4.3	Emissies naar bodem, lucht en water	30
4.4.4	Kosten- en baten per fase in de levenscyclus	30
4.4.5	Losmaakbaarheid	30
4.4.6	Adaptief vermogen	30
4.4.7	Levensduur	30
4.5	Conclusie	30
4.6	Aanbevelingen	31

5 Monitoringsmethodes 32

5.1	Methodes	32
5.2	Geschikte methodes	32
5.2.1	MKI	32
5.2.2	SSK	34
5.3	Dataweergave	34
5.3.1	PIM	34
5.3.2	Materialenpaspoort	34
5.3.3	Duurzaamheidsdashboard	35
5.4	Conclusie	35
5.5	Aanbevelingen	36

6 Invulling aan de indicatoren 37

6.1	Hoeveelheid in kilo's	37
6.2	Schaarste	37
6.3	Primair (duurzaam hernieuwbaar) / secundair (hergebruik / recycling)	37
6.4	Meest waarschijnlijke levenseindebehandeling	38
6.5	Materialen die worden verbruikt maar niet in het (deel)object terechtkomen	38
6.6	Emissies naar bodem, lucht en water	38
6.7	Kosten- en baten per fase in de levenscyclus	38
6.8	Losmaakbaarheid	39
6.9	Levensduur	39
6.10	Projecttoetsing	39
6.11	Conclusie	39
6.12	Aanbevelingen	40

Conclusie 41

Discussie 42

Implementatieplan 43

Stappenplan	43
Circulaire ambitie en doelen	45
Circulaire wegverharding	45
Behoeftes transitiepad duurzame wegverharding	46
Indicatoren circulaire wegverharding	46
Monitoringsmethodes	46
Invulling aan de indicatoren	47

Bronvermelding 48

Bijlagen 50

Figuren- en tabellenlijst

Figuur 1 Van lineaire economie naar een circulaire economie (Het ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016)	16
Figuur 2 Primair versus secundair (Platform CB'23, 2020)	20
Figuur 3 Monitoring van circulariteit	22
Figuur 4 Steekproeven versus alle projecten monitoren	23
Figuur 5 Circulariteit meten	24
Figuur 6 Percentage secundair asfalt bepalen	25
Figuur 7 Circulair werken in 2030	25
Figuur 8 Mate van relevantie bij een circulaire wegverharding	28
Figuur 9 Categorieën monitoring primair / secundair (Platform CB'23, 2020)	29
Figuur 10 Fases in een LCA-rapport (PIANOO, 2020)	33
Figuur 11 Stappenplan voor de verschillende stappen van de implementatie	44
Figuur 12 Samenhang definities	45
Tabel 1 Overzicht methodes - indicatoren	35
Tabel 2 Beschikbare data per indicator	40

Definitielijst

Term / afkorting	Definitie
ADP	Abiotic Depletion Potential; een methode welke de verhouding tussen de hoeveelheid verbruik en de voorraad van een grondstof weergeeft
Afval	Hetgeen wat weggegooid wordt (Van Dale, z.d.)
Ambitie	Het streven (Van Dale, z.d.)
Asfalt	Een mengsel wat bestaat uit steenslag, zand, vulstof en bitumen wat gebruikt wordt als wegverharding
Bestaande waarde beschermen	Behoeden dat (deel)objecten zo lang mogelijk behouden blijven, van zo goed mogelijke kwaliteit blijven en zo goed mogelijk gebruikt blijven worden (Platform CB'23, 2020a)
Bitumen	Een visco-elastisch mengsel afkomstig uit de aardolie-industrie, wat het bindmiddel is in asfalt
Circulair	De kringloop van materialen
CRM	Critical Raw Materials; een methode welke een lijst opstelt met schaarse grondstoffen
Distance to target	De stand van zaken ten op zichten van het te behalen doel
Doel	Datgene wat je wilt bereiken (Van Dale, z.d.)
Duurzaam geproduceerd	Geproduceerd middels een productie welke niet gevoelig voor uitputting is
EPD	Environmental Product Declaration; een milieuverklaring welke vaak gebruikt wordt om LCA-resultaten samengevat te presenteren
GPO	Grote Projecten en Onderhoud; afdeling binnen RWS. Realiseert infrastructuurprojecten vanaf 65 miljoen euro (persoonlijke communicatie, 19 mei 2021)
GWW-sector	Grond-, weg- en waterbouwsector
Hergebruik	Elke handeling waarbij producten, componenten en materialen die geen afvalstoffen zijn, opnieuw worden gebruikt voor hetzelfde doel als waarvoor zij in eerste instantie bedoeld waren (NEN, z.d.)
Hernieuwbaar	Een grondstof die kan worden aangevuld met een snelheid groter of gelijk aan de onttrekking (NEN, z.d.)
IenW	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat; werkt aan beleidsontwikkeling, uitvoering van het beleid en is de inspectie van de naleving van wetten (persoonlijke communicatie, 19 mei 2021)
Impulsprogramma CE	RWS-breed impulsprogramma Circulaire Economie; programma dat impuls geeft aan de ontwikkeling van praktijkprojecten en kennis van circulariteit binnen RWS (persoonlijke communicatie, 19 mei 2021)
Indicator	Kwalitatieve, kwantitatieve of omschrijvende meeteenheid (NEN, z.d.)

ISO-norm	Vastgestelde vereiste normen, specificaties of kenmerken in 163 landen (Mulder, 2020)
LCA	Levenscyclusanalyse; bepaalt de milieueffecten van een oplossing over verschillende levensfasen (PIANOO, 2020)
LCC	Life Cycle Costing; methode welke de kosten van een product berekend over de gehele levenscyclus
Levenscyclus	Achtereenvolgende en onderling gekoppelde fasen van een productsysteem, vanaf het verwerven van materialen tot de definitieve verwijdering (NEN, z.d.)
Levensduur	De tijd waarin het product of materiaal de belasting kan weerstaan en voldoet aan de functionele eigenschappen (NEN, z.d.) (Van Dale, z.d.)
Materiaalvoorraden beschermen	Behoeden dat materiaalvoorraden niet worden uitgeput, zodat deze gebruikt kunnen blijven worden (Platform CB'23, 2020a)
MCI	Material Circularity Indicator; methode om de mate van circulariteit te meten (E. Schut, persoonlijke communicatie, 08-03-2021)
Mentimeter	Een tool waarmee realtime vragen of quizen voorgelegd kunnen worden aan een publiek
Milieu beschermen	Zorgen dat de leefomgeving van mens en dier van goede kwaliteit blijft (Platform CB'23, 2020a)
Milieu-effect categorie	De categorieën die berekend worden voor de MKI
MKI	Milieukostenindicator; in euro's uitgedrukte uitkomst van een LCA (PIANOO, 2020)
Monitoring	Vaststellen van de status van een systeem, een proces of een activiteit (NEN, z.d.)
NEN	Nederlandse Norm; de Nederlandse variant van de internationale ISO-norm
NMD	Nationale Milieudatabase; onderhoudt en borgt de kwaliteit van een systeem met de Bepalingsmethode 'Milieuprestatie Bouwwerken' en een neutrale, onafhankelijke milieudatabase, waarin milieudata over bouwstoffen, bouwmaterialen en gebouwinstallaties is opgeslagen (Stichting Nationale Milieudatabase, z.d.)
Opwerking	Het gebruik van een materiaal op een hoogwaardiger niveau dan de originele bestemming
PCR	Product Categorie Rules; rekenregels voor milieuprofielen (LCA) van asfaltproducten in Nederland (Keijzer, 2020)
PIM	Pavement Information Model; systeem waar verschillende informatie over wegverharding te vinden is
Platform CB'23	Platform voor Circulair Bouwen in 2023; een platform dat bouw-breed partijen met een circulaire ambitie verbindt (Platform CB'23, z.d.)

PPO	Programma's, Projecten en Onderhoud; afdeling binnen Rijkswaterstaat. Realiseert infrastructuurprojecten tot 65 miljoen euro (persoonlijke communicatie, 19 mei 2021)
PR	Partiële recycling; geeft in asfaltmengsels aan welk percentage materialen bestaat uit asfaltgranulaat
Primaire materialen	Materiaal dat niet eerder is verwerkt in enige vorm van eindproduct (NEN, z.d.)
Recyclen	Het opnieuw gebruiken van afvalmaterialen voor het oorspronkelijke doel of andere doeleinde, met waardeverlies (NEN, z.d.)
Roadmap	Een overzicht van welke stappen wanneer en door wie gezet moeten worden om een doel te bereiken
RWS	Rijkswaterstaat; uitvoeringsorganisatie van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (Rijkswaterstaat, z.d.)
Secundaire materialen	Materiaal afkomstig uit eerder gebruik dat primaire materialen vervangt
SSK	Standaardsystematiek voor Kostenramingen; een systematiek voor het maken van kostenramingen in de bouw (CROW, z.d.)
Wegverharding	Constructie van de verhardingslagen (deklaag, tussen- en onderlagen van asfalt) en de wegfundering
WLC	Whole-Life Costing; geeft een breder beeld van de economische waarde van een (deel)object door ook de baten aan het einde van de levensduur mee te nemen (Platform CB'23, 2020a)

Inleiding

In de inleiding wordt de aanleiding, projectgrenzen, opdrachtgever, probleemstelling, doelstelling en de opzet van het rapport 'de transitie naar een circulaire wegverharding' beschreven.

Nederland staat voor de transitie naar een circulaire economie. Dit heeft op veel werkprocessen impact. De Rijksoverheid heeft daarom als doel om in 2050 circulair te zijn. Rijkswaterstaat (RWS) heeft de ambitie om in 2030 klimaatneutraal te zijn en circulair te werken. Deze stappen zijn hard nodig om de impact op het milieu en het grondstoffenverbruik in de infrasector te verminderen (De Circulaire Weg, z.d.).

Aanleiding

Verschillende transitiepaden van RWS zijn bezig om de ambitie te realiseren. Eén van de transitiepaden is het transitiepad duurzame wegverharding. Dit transitiepad heeft de ambitie om in 2030 circulair te werken op de rijkswegen. Dat betekent hoogwaardig hergebruik van alle materialen en een halvering in het gebruik van primaire grondstoffen. Maar wanneer is deze ambitie bereikt en wat is op dit moment de huidige stand van zaken?

Het transitiepad duurzame wegverharding heeft op dit moment geen helder beeld wat de 'distance to target' van deze ambitie is. Daaruit is de behoefte in meer inzicht in de stand van zaken op het gebied van circulaire wegverharding ontstaan, door middel van monitoring.

Projectgrenzen

Voor dit rapport is er gekozen om monitoringswijzen te onderzoeken voor het specifieke onderwerp circulariteit. Waar de CO₂-uitstoot verschillende meetmethodes kent, is er nog geen algemeen bekende methode voor circulariteit.

Dit rapport is geschreven in opdracht van het transitiepad duurzame wegverharding. Circulariteit wordt daarom in dit rapport bekeken voor de wegverharding van rijkswegen.

De organisatie

De opdrachtgever van dit afstudeerrapport is het transitiepad duurzame wegverharding van RWS. RWS is de uitvoeringsorganisatie van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW). RWS werkt dagelijks aan een veilig, leefbaar en bereikbaar Nederland. Bij RWS werken er op dit moment circa 8.700 mensen (Rijkswaterstaat, z.d.).

Probleemstelling

Om inzicht te krijgen in de stand van zaken op het gebied van circulariteit is het essentieel om te monitoren. Het monitoren van circulariteit wordt op dit moment niet toegepast binnen RWS. Er is verschillende informatie met betrekking tot circulariteit aanwezig, echter is dit verspreid en niet uniform opgeslagen.

Om te kunnen monitoren dienen essentiële begrippen gedefinieerd te zijn. Maar op dit moment zijn definities, zoals bijvoorbeeld circulaire wegverharding, nog niet helder gedefinieerd. Daarnaast is het van belang dat het helder is waar er op gemonitord moet worden. Er zijn nog geen indicatoren vastgesteld waarop gemonitord dient te worden.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is inzicht en overzicht bieden in circulariteit bij de wegverharding. Dit rapport zal aangeven hoe de monitoring van de circulaire wegverharding geïmplementeerd kan worden. Er wordt beschreven wat er op dit moment al gemonitord wordt en waar er extra monitoring ingericht zou moeten worden. Ook wordt er uitgewerkt welke definities vastgesteld moeten worden om circulariteit te kunnen monitoren en waarop er gemonitord dient te worden.

Onderzoeksvraag

In dit rapport wordt er antwoord gegeven op de hoofdvraag: 'Hoe kan de voortgang op de circulaire ambitie binnen het transitiepad duurzame wegverharding meetbaar worden gemaakt?'. Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn er verschillende deelvragen opgesteld. De volgende deelvragen worden in dit rapport beantwoord:

1. Wat zijn de circulaire ambitie en doelen van het transitiepad duurzame wegverharding?
2. Wat verstaat Rijkswaterstaat onder een circulaire wegverharding?
3. Wat zijn de behoeftes van het transitiepad duurzame wegverharding voor het monitoren van circulariteit?
4. Volgens welke indicatoren dient een circulaire wegverharding gemonitord te worden?
5. Welke monitoringsmethodes kunnen invulling geven aan de indicatoren voor circulariteit bij de wegverharding?
6. Welke data kan invulling geven aan de indicatoren voor circulariteit bij de wegverharding?

Leeswijzer

In dit rapport worden de bovenstaande deelvragen op volgorde in een hoofdstuk behandeld. Per hoofdstuk wordt er antwoord gegeven op de deelvraag met de daarbij horende deelconclusie en aanbevelingen.

In hoofdstuk één is beschreven wat de circulaire ambitie en doelen zijn van RWS. Hierna gaat hoofdstuk twee in op wat RWS verstaat onder een circulaire wegverharding. Hoofdstuk drie geeft inzicht wat de behoeftes van het transitiepad zijn. Vervolgens staat in hoofdstuk vier beschreven aan de hand van welke indicatoren een circulaire wegverharding gemonitord dient te worden. Welke monitoringsbehoefte invulling kunnen geven aan de indicatoren staat beschreven in hoofdstuk vijf. In hoofdstuk zes wordt beschreven welke data invulling kan geven aan de indicatoren bij de wegverharding.

In de conclusie wordt antwoord gegeven op de hoofdvraag. Hierop volgt het implementatieplan waar de 'wie', 'wat', 'wanneer', en 'hoe' van de aanbevelingen omschreven staan. In het bijbehorende stappenplan staat de volgorde weergegeven.

1 Circulaire ambitie en doelen

In dit hoofdstuk wordt beschreven wat het transitiepad duurzame wegverharding inhoudt, wat circulair werken is en hoe de circulaire ambitie en doelen van het transitiepad duurzame wegverharding zijn omschreven. Er wordt antwoord gegeven op de vraag: 'Wat zijn de circulaire ambitie en doelen van het transitiepad duurzame wegverharding?'.

1.1 Het transitiepad

De transitiepaden zijn opgezet om bij te dragen aan een leefbare toekomst voor Nederland en om uitvoering te geven aan de Strategienota van Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) *Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten* (Transitie naar Duurzame Wegverharding, 2020, p. 13).

Het transitiepad duurzame wegverharding is één van de acht transitiepaden van het IenW. Van deze acht transitiepaden worden er vier uitgevoerd door ProRail en vier door RWS. Deze transitiepaden zijn ingericht voor de werksoorten met de meeste klimaatimpact (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020, pp. 7-9).

Bij het transitiepad zijn collega's bezig met activiteiten om de ambitie en doelen te verwezenlijken. Deze collega's hebben verschillende expertises en zijn binnen verschillende werkvelden binnen RWS werkzaam. Het kernteam van het transitiepad duurzame wegverharding werkt aan zeven aandachtsvelden, zowel intern bij RWS als extern met de markt, andere opdrachtgevers en kenniscentra. De zeven aandachtsvelden zijn (Transitie naar Duurzame Wegverharding, 2020):

1. Gezamenlijke stip (visie, ambitie) van de transitiepaden met de markt, kennisinstituten en andere opdrachtgevers, gericht op het bijdragen aan klimaat/energieneutraliteit en circulariteit.
2. Incrementeel duurzaam vernieuwen gericht op asfalt.
3. Disruptief vernieuwen door inzetten op het laten ontwikkelen, testen en toepassen van nieuwe duurzame oplossingen voor asfalt.
4. Onderzoeken of alternatieve wegdekken i.p.v. asfalt denkbaar zijn.
5. Toepassingsmogelijkheden binnen regulier RWS-uitvoeringsproces brengen.
6. Uitdragen (o.a. o.b.v. monitoring) van leerervaringen van deze transitie voor andere transities.
7. Optimaliseren inzet van kennis, kunde en middelen.

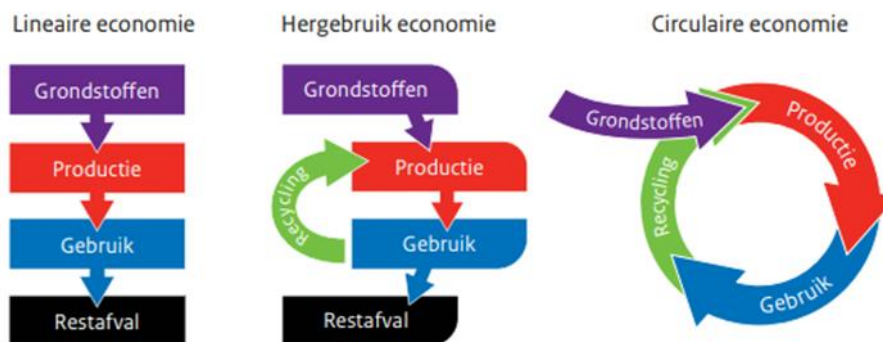
1.2 Wegverharding

De wegverharding is een constructie van de fundering en verhardingslagen. In het areaal van RWS bestaan de verhardingslagen uit asfalt, maar het transitiepad onderzoekt of er ook alternatieve wegdekken naast asfalt mogelijk zijn. Om deze redenen heeft transitiepad de benaming wegverharding gekregen. Op dit moment ligt de grootste milieu-, materiaal- en kostenimpact bij asfalt, daarom wordt asfalt als de scope van dit rapport aangehouden.

1.3 Circulair

Het IenW heeft een prioriteit om te focussen op de thema's 'klimaat en energie', 'klimaatneutraliteit' en 'circulariteit'. RWS wil in 2030 volledig energieneutraal en klimaatneutraal zijn en circulair werken. Dit rapport focust zich op circulariteit.

Circulair betekent dat de kringloop van materialen gesloten is. Grondstoffen worden hoogwaardig hergebruikt waardoor grondstoffen en producten zo lang mogelijk hun waarde behouden. Dit zorgt ervoor dat er zo min mogelijk 'afval' geproduceerd wordt. Dat leidt vaak tot minder CO₂-uitstoot. Het huidige economische systeem bestaat voornamelijk uit een lineaire economie, soms al gecombineerd met een hergebruik economie. De weergave van een lineaire economie naar een circulaire economie wordt in figuur 1 weergegeven. Bij een volledig circulaire economie ontstaat er geen restafval (Rijkswaterstaat, 2020).



Figuur 1 Van lineaire economie naar een circulaire economie (Het ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016)

1.4 Platform CB'23

Het Platform CB'23 verbindt bouw-breed partijen met circulaire ambities met elkaar. Het Platform CB'23 wil kennis opbouwen en delen, belemmeringen inventariseren en agenderen en bouw brede afspraken opstellen o.a. over het meten en rapporteren van circulariteit. Bij het Platform CB'23 zijn organisaties zoals IenW, NEN en RWS aangesloten (Platform CB'23, z.d.). Voor het circulair bouwen zijn er door het platform drie kerndoelen opgesteld (Platform CB'23, 2020, p. 7):

- Beschermen van materiaalvoorraden;
- Beschermen van het milieu;
- Beschermen van bestaande waarde.

Deze kerndoelen geven de motivatie om circulair te bouwen weer.

1.5 Ambities

De ambitie is dat RWS in 2030 de infrastructuur volledig klimaatneutraal en circulair aanlegt en onderhoudt. Deze ambitie richt zich specifiek op het klimaatneutraal en circulair uitvoeren van aanleg, onderhoud, vervanging en renovatie van rijksinfrastructuur (hoofdwegen, -vaarwegen, -watersystemen en -spoorweginfrastructuur). Daarbij wil IenW een inspirerende en activerende koploper zijn op het gebied van duurzaamheid (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020, p. 8).

Deze ambitie van IenW is door het transitiepad duurzame wegverharding als volgt vertaald: wij werken klimaatneutraal en circulair op onze rijkswegen in 2030. Dit betekent: 100% CO₂ reductie, hoogwaardig hergebruik van alle materialen en een halvering van het gebruik van primaire grondstoffen (Peddemors, 2021).

1.6 Doelen

De doelen voor het transitiepad worden op dit moment samen met partners (medeoverheden, marktpartijen en kennisinstellingen) herijkt en vertaald in een zogenaamde roadmap.

In het Plan de Campagne voor het transitiepad duurzame wegverharding zijn de doelen voor 2030 nog als volgt geformuleerd (Transitie naar Duurzame Wegverharding, 2020):

1. Minimaal 50% CO₂ reductie¹ borgen in de eisen, waarbij RWS met de markt verkent hoe dicht zij in 2030 bij volledige klimaat neutraliteit (geen CO₂-uitstoot meer) kunnen komen, bijvoorbeeld door het stapsgewijs verder aanscherpen van de eisen en het stimuleren van innovatieve koplopers door het geven van bijvoorbeeld een gunningsvoordeel.
2. Minimaal 50% reductie¹ in gebruik primaire grondstoffen in nieuw asfalt borgen in de eisen, waarbij RWS met de markt verkennen hoever zij in 2030 kunnen komen bij volledige circulariteit (geen primaire grondstoffen meer).
3. 100% hoogwaardig hergebruik of opwerking.
4. Met als randvoorwaarde het behoud van stroefheid en andere technische eigenschappen: 100% conform eis, inclusief een halvering van de huidige spreiding in levensduur voor nieuw aan te leggen wegdekken.

1.7 Ambities versus doelen

Het transitiepad duurzame wegverharding heeft zowel ambities als doelen opgesteld. Wat opvalt is dat doelen en ambities nog niet volledig op elkaar aansluiten.

Bij zowel doel één als twee is het doel om minimaal 50% reductie te borgen in de eisen. Hierbij gaat het om een reductie in CO₂ en in gebruik van primaire grondstoffen. Dit terwijl RWS de ambitie heeft om in 2030 volledig klimaatneutraal aan te leggen en te onderhouden. Een (gedeeltelijke) reductie staat niet gelijk aan de ambitie van circulair en klimaatneutrale aanleg en onderhoud. De ambitie is groter dan het effect dat met de huidige doelen bereikt wordt.

Doel drie past bij de ambitie. Het vierde doel is een logische aanvulling.

1.8 Conclusie

De circulaire ambitie van het transitiepad is dat er circulair gewerkt wordt op de rijkswegen in 2030. De circulaire doelstellingen voor het transitiepad duurzame wegverhardingen zijn dat RWS minimaal 50% reductie in gebruik van primaire grondstoffen bij nieuw asfalt borgt in de eisen en 100% hoogwaardig hergebruik of opwerking heeft.

In de volgende hoofdstukken wordt er inhoud aan de doelen en de ambitie gegeven.

1.9 Aanbevelingen

Om ervoor te zorgen dat zowel de ambitie als de doelen worden bereikt, is het belangrijk om de ambitie en doelen op elkaar te laten aansluiten. Op dit moment geven de doelen een gedeeltelijke oplossing aan de ambitie. De RWS brede ambitie is helder en kan organisatie breed toegepast worden. Daarentegen zijn de doelen op dit moment moeilijk toepasbaar. Dit omdat het moeilijk vast te stellen is wanneer de

¹Ten opzichte van referentiejaar 1990

doelen bereikt zijn. Daarnaast is er niet bekend of de doelen absoluut of relatief gemeten moeten worden. Ook data uit het referentiejaar 1990 is lastig vast te stellen, waardoor dit niet meer als basis voor de doelen gesteld kan worden.

Waar de ambitie RWS breed gedragen kan worden, is het effectiever om doelen specifiek voor het transitiepad duurzame wegverharding op te stellen. Om ervoor te zorgen dat het transitiepad op de juiste manier uitgedaagd wordt, moeten de doelen werkbaar maar nog steeds uitdagend zijn. Wanneer de doelen voor het transitiepad duurzame wegverharding gespecificeerd gaan worden, is het belangrijk dat deze doelen meetbaar zijn en dat duidelijk is wanneer het doel bereikt is.

Ook is het van belang dat er bepaald gaat worden welke onderdelen inhoudelijk belangrijk zijn om in de doelen mee te nemen. De indicatoren uit dit rapport kunnen daarbij helpen.

2 Circulaire wegverharding

Wat verstaat Rijkswaterstaat onder een circulaire wegverharding? Op basis van literatuuronderzoek en interviews met experts wordt in dit hoofdstuk een definitie van circulaire wegverharding geformuleerd. De geïnterviewden zijn gekozen op basis van hun expertise in de wegverharding en duurzaamheid. De resultaten van de interviews zijn per onderwerp met elkaar vergeleken. De vastgestelde definitie zal in dit rapport gehanteerd worden.

2.1 Onderdelen wegverharding

De wegverharding van de rijkswegen bestaat doorgaans uit de volgende onderdelen (*Transitie naar Duurzame Wegverharding*, 2020):

- Deklaag van asfalt;
- Tussenlagen van asfalt;
- Onderlaag van asfalt;
- Wegfundering.

Waarbij asfalt bestaat uit:

- Steenslag;
- Zand;
- Vulstof;
- Bindmiddel;
- Asfaltgranulaat.

Binnen dit rapport worden de verschillende lagen van het asfalt als de scope beschouwd.

2.2 Circulair werken versus circulair zijn

RWS heeft als ambitie om in 2030 circulair te werken en in 2050 circulair te zijn. De definities en het verschil hiertussen zijn niet vastgelegd door RWS. Uit interviews en discussie kwam de volgende definitie: circulair werken houdt in dat RWS vanaf 2030 al haar werk circulair uitvoert; dus circulair aanlegt, onderhoudt en vervangt. In 2050 circulair zijn, houdt in dat RWS een geheel circulair areaal zal hebben. Met circulair zijn wordt dus bedoeld dat alles wat in het bezit is van RWS circulair is (B. van Reijn, persoonlijke communicatie, 12 februari 2020, bijlage A) (Kernteam transitiepad, persoonlijke communicatie, 9 maart 2021, bijlage A).

2.3 Kerndoelen circulair bouwen

Zoals in paragraaf 1.4 is benoemd, heeft het Platform CB'23 drie kerndoelen opgesteld voor het circulair bouwen. Aan vier experts is de vraag voorgelegd: 'Hoe zien jullie de prioritering bij de drie kerndoelen voor circulair bouwen?'. Wat opvalt is dat de doelen 'beschermen van materiaalvoorraden' en 'beschermen van het milieu' als belangrijker worden gezien dan het 'beschermen van bestaande waarde'. Maar er ook wordt ook aangegeven dat de doelen erg met elkaar samenhangen (Interviews circulaire wegverharding, persoonlijke communicatie, 2021, bijlage A).

2.4 Primair versus secundair

Tijdens het onderzoek is in de interviews met de experts over circulaire wegverharding de volgende vraag gesteld: 'Welk van de materialen uit het schema (figuur 2) van CB'23 vind jij circulair?'. Onder primaire materialen wordt in dit rapport verstaan; materiaal dat niet eerder is verwerkt in enige vorm van eindproduct. Primair is te onderscheiden in hernieuwbaar en niet-hernieuwbaar. Daarbij betekent hernieuwbaar; een grondstof die kan worden aangevuld met een snelheid groter of gelijk is aan de onttrekking. Hernieuwbaar materiaal kan duurzaam geproduceerd zijn, waarbij de productie niet gevoelig voor uitputting is. Daarbij is lignine een voorbeeld van hernieuwbaar primair materiaal. Dit is een biobased product welke mogelijk het bindmiddel bitumen kan vervangen.

Secundaire materialen zijn afkomstig uit eerder gebruik dat primaire materialen vervangt. Secundair is in twee categorieën te onderscheiden; hergebruik en recycling. Hergebruik is het opnieuw gebruiken van een materiaal voor hetzelfde doel als waarvoor het in eerste instantie bedoeld was. Bij recycling worden afvalmaterialen opnieuw gebruikt met waardeverlies.

Tijdens de verschillende interviews kwam unaniem naar voren dat de grote voorkeur ligt bij secundaire materialen waarbij vervolgens hergebruik boven recycling wordt gekozen. Dit om de waarde van materialen zo lang mogelijk zo hoogwaardig te behouden. Bij primaire materialen wordt hernieuwbaar, duurzaam geproduceerd materiaal als circulair beschouwd. Primair hernieuwbaar niet-duurzaam geproduceerd materiaal is volgens E. Ploos van Amstel en R. Hofman niet circulair. Volgens C. van Schalm is deze stroom wel circulair, maar zijn de bijeffecten onwenselijk. Niet-hernieuwbaar primaire grondstoffen worden in de definitie als niet circulair beschouwd (Interviews circulaire wegverharding, persoonlijke communicatie, 2021, bijlage A).



Figuur 2 Primair versus secundair (Platform CB'23, 2020)

2.5 Toepassen van materialen

Idealiter worden de onderdelen van de wegverharding in hetzelfde laagtype met gelijke waarde hergebruikt. Circulair is wanneer het materiaal zo hoogwaardig als mogelijk toegepast wordt. Bijvoorbeeld wanneer een deklaag wordt hergebruikt als deklaag. Wanneer dit niet mogelijk is door bijvoorbeeld kwaliteitseisen, is het wel circulair om de deklaag te recyclen in een tussen- of onderlaag (Interviews circulaire wegverharding, persoonlijke communicatie, 2021, bijlage A).

Zolang er nieuwe wegen aangelegd worden zal de vraag naar materialen niet vervuld kunnen worden met enkel secundaire materialen. Het tekort kan op een circulaire manier aangevuld worden met duurzaam geproduceerd hernieuwbaar

primair materiaal (Interviews circulaire wegverharding, persoonlijke communicatie, 2021, bijlage A).

Verskillende experts vinden dat zolang bitumen als restproduct voorradig is, daar gedurende de transitie naar circulair bindmiddel gebruik van gemaakt dient te worden. Dit om te voorkomen dat bitumen op de stort terecht komt of verbrand wordt. Bovendien is er op korte termijn geen goed alternatief voor bitumen (Interviews circulaire wegverharding, persoonlijke communicatie, 2021, bijlage A).

2.6 Afval

In een circulaire economie worden materialen aan het einde van de levensduur van het product hergebruikt of gerecycled, zo ook bij de wegverharding. Bij een circulaire wegverharding ontstaat geen afval in de aanleg- en de sloopfase. Dit dient bij het ontwerp al meegenomen te worden (The Ellen MacArthur Foundation, 2013, p. 22).

2.7 Interviews

Op de overkoepelende vraag 'Wat versta jij onder een circulaire wegverharding?' kwamen verschillende antwoorden. Echter toen er doorgevraagd werd, bleken de meningen weinig te verschillen (Interviews circulaire wegverharding, persoonlijke communicatie, 2021, bijlage A).

2.8 Conclusie

RWS verstaat onder een circulaire wegverharding een weg die grotendeels bestaat uit secundaire materialen. Bij secundaire materialen heeft hergebruik de voorkeur boven recycling. Waar de vraag niet beantwoord kan worden met secundaire materialen, kan dit aangevuld worden met primair hernieuwbaar duurzaam geproduceerde grondstoffen. Bij een circulaire wegverharding ontstaat er geen afval in de aanleg- en sloopfase.

2.9 Aanbevelingen

RWS breed zullen de definities aan 'circulair werken' en 'circulair zijn' bepaald moeten worden. Door deze definities RWS breed op te stellen kunnen verschillende organisatieonderdelen hierop terugvallen waardoor circulariteit een eenduidig begrip wordt binnen RWS.

Voor het transitiepad duurzame wegverharding is het vaststellen van de definitie van een circulaire wegverharding van belang. Het transitiepad kan met een specifieke definitie concreet aan haar doelen werken. Het transitiepad dient trekker te zijn in samenspraak met marktpartijen, medeoverheden en het Platform CB'23 om de definitie van circulaire wegverharding vast te leggen.

De definitie van de circulaire wegverharding zal afgestemd moeten worden op de definities van 'circulair werken' en 'circulair zijn'. Met de definities kan er beter gestuurd worden op circulariteit.

RWS wil een inspirerende koploper zijn op het gebied van duurzaamheid. Het is van belang de definities duidelijk en vindbaar te publiceren, zodat andere partijen hier op in kunnen spelen.

3 Behoeftes transitiepad duurzame wegverharding

In dit hoofdstuk wordt de vraag 'Wat zijn de behoeftes van het transitiepad duurzame wegverharding voor het monitoren van circulariteit?' beantwoord. Bij het kernteam van het transitiepad duurzame wegverharding zijn de behoeftes op 9 maart 2021 opgehaald. Door middel van een Mentimeter is de discussie aangegaan en zijn de behoeftes per stelling opgehaald. Het kernteam van het transitiepad duurzame wegverharding houdt tweewekelijks het kernteamoverleg.

3.1 Behoeftes en ambities transitiepad

Om de hoofdvraag: 'Hoe kan de voortgang op de circulaire ambitie binnen het transitiepad duurzame wegverharding meetbaar worden gemaakt?' te beantwoorden, is het van belang om de behoeftes van het transitiepad duurzame wegverharding in kaart te hebben. Tijdens het kernteam overleg is deze vraag breed gesteld aan de leden van het kernteam. Bij deze vraag konden de kernteamleden maximaal drie verschillende woorden invullen. De antwoorden op deze vraag zijn te zien in figuur 3 (Kernteam transitiepad, persoonlijke communicatie, 9 maart 2021, bijlage A).



Figuur 3 Monitoring van circulariteit

De reacties op deze vraag zijn onder te verdelen in vijf antwoordgroepen:

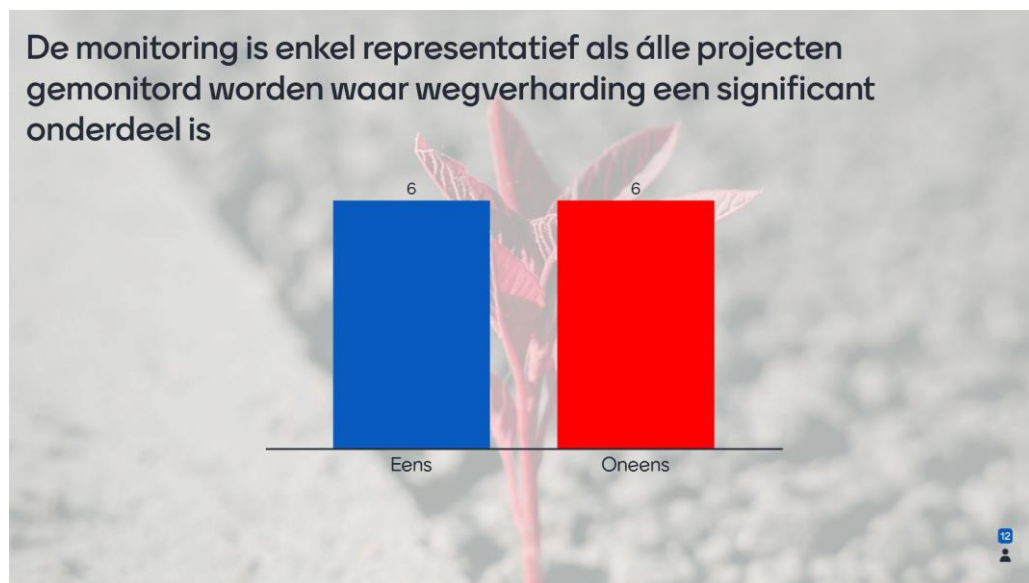
1. Gewenst gevolg
 - o Hergebruik
 - o Geen afval
2. Doel behalen
 - o Bijsluiten
 - o Voortgang
 - o Nulmeting
3. Manier
 - o Steekproeven
 - o Data
 - o Gebruik huidige databases

4. Randvoorwaarde
 - Wegkwaliteit
 - Kwaliteit
 - Onderhoud
5. Gewenste gegevens
 - Inzicht in hoeveelheden
 - Plaatsbepaling
 - Typen wegverhardingen
 - Proces ook als product

Aan de hand van de vijf antwoordgroepen is er te zien dat er bij een vraag over behoeftes / ambities aan veel verschillende onderwerpen wordt gedacht. Dit laat zien dat er verschillende belangen zijn bij het monitoren van circulariteit. Dit komt mede doordat de kernteamleden uit verschillende disciplines binnen RWS komen.

3.2 Steekproeven versus álle projecten monitoren

Om een beeld te krijgen van de circulariteit van de wegverhardingen van RWS kunnen álle projecten of een gedeelte van de projecten steekproefsgewijs gemonitord worden. Om de mening van het transitiepad duurzame wegverharding te pijlen is de stelling: 'De monitoring is enkel representatief als álle projecten gemonitord worden, waar de wegverharding een significant onderdeel is' voorgelegd. De resultaten uit het transitiepad zijn te zien in figuur 4 (Kernteam transitiepad, persoonlijke communicatie, 9 maart 2021, bijlage A).

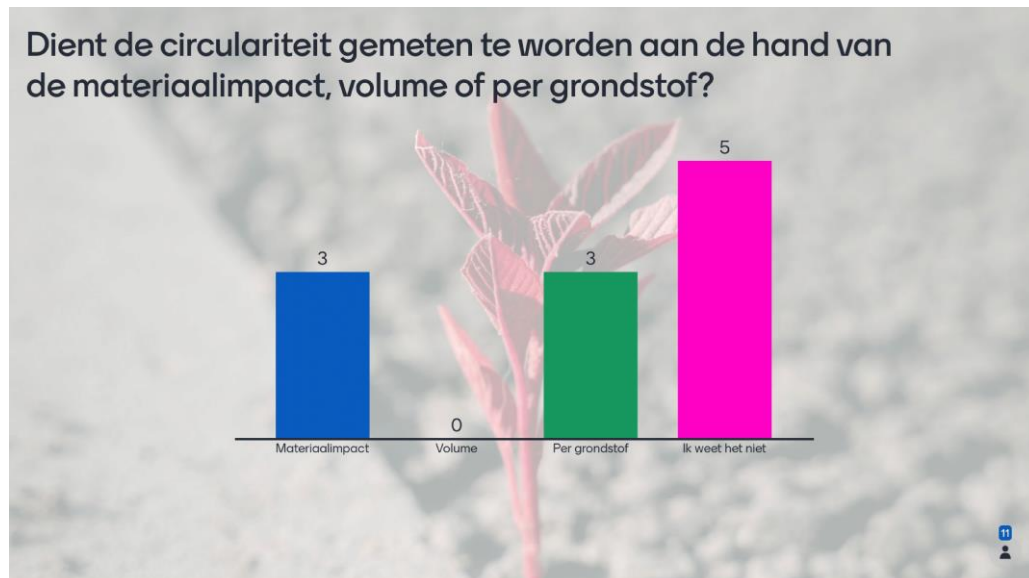


Figuur 4 Steekproeven versus álle projecten monitoren

Binnen het transitiepad zijn de meningen verdeeld. Dit komt mede doordat er een aantal leden denkt dat het niet haalbaar is om alle projecten te monitoren. Hieruit kan geconcludeerd worden dat er geen gezamenlijke visie is binnen het transitiepad.

3.3 Circulariteit meten

De circulariteit van wegverhardingen kan op verschillende schaalgroottes gemonitord worden. Dit kan op het volume van het geheel, of apart per materiaal. Per materiaal kan dan in verhouding gezet worden naar wat de materiaalimpact hiervan is. De resultaten van het meten van circulariteit tijdens het kernteamoverleg zijn te zien in figuur 5 (Kernteam transitiepad, persoonlijke communicatie, 9 maart 2021, bijlage A).



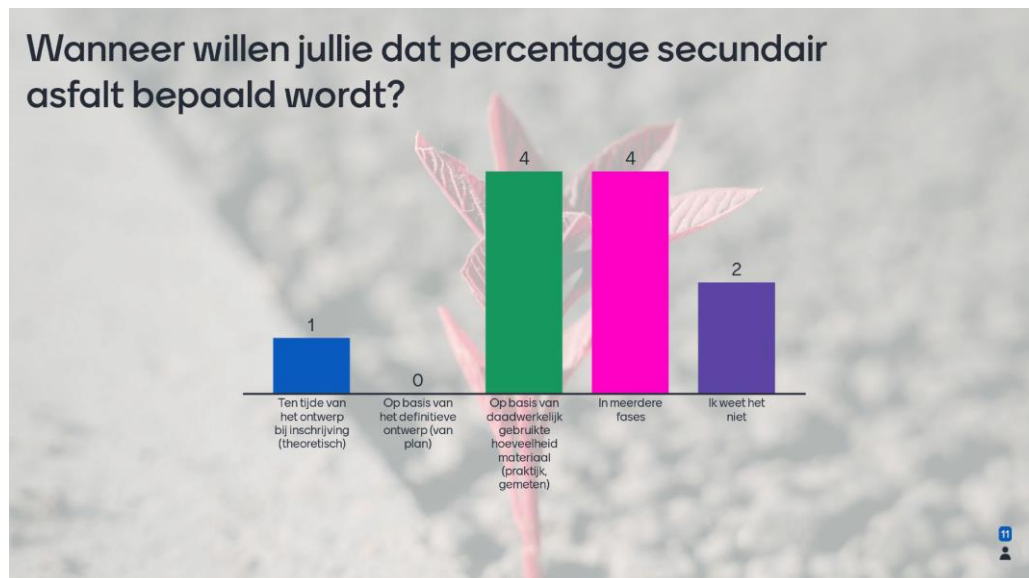
Figuur 5 Circulariteit meten

Wat opvalt is dat geen van de kernteamleden ervoor kiezen om de wegverharding in zijn geheel op volume te monitoren: 'Wanneer je de gegevens per materiaal hebt, kun je ook de rest invullen'. Materiaalimpact en materiaal zijn de gekozen onderwerpen en hangen samen met elkaar. Een argument om te kiezen voor monitoren van materiaal(impact) is bitumen. Bitumen heeft een klein volume, maar een grote impact op de circulaire doelen.

Binnen het transitiepad wordt de uiteindelijke keuze als belangrijk gezien omdat de methode van meten ook het uiteindelijke gedrag bepaalt (Kernteam transitiepad, persoonlijke communicatie, 9 maart 2021, bijlage A).

3.4 Percentage secundair materiaal bepalen

De verhouding tussen primair en secundair asfalt en hun subcategorieën kan in verschillende fases bepaald worden. Het eerste moment wanneer het bepaald kan worden is ten tijde van het ontwerp bij inschrijving (theoretisch). De volgende fase is op basis van het definitieve ontwerp (het plan). De laatste fase is op basis van het daadwerkelijk gebruikte hoeveelheid materiaal (praktijk gemeten). Aan het transitiepad is de vraag gesteld: 'Wanneer willen jullie dat percentage secundair asfalt bepaald wordt?'. Het resultaat op de vraag bepalen is te zien in figuur 6 (Kernteam transitiepad, persoonlijke communicatie, 9 maart 2021, bijlage A).

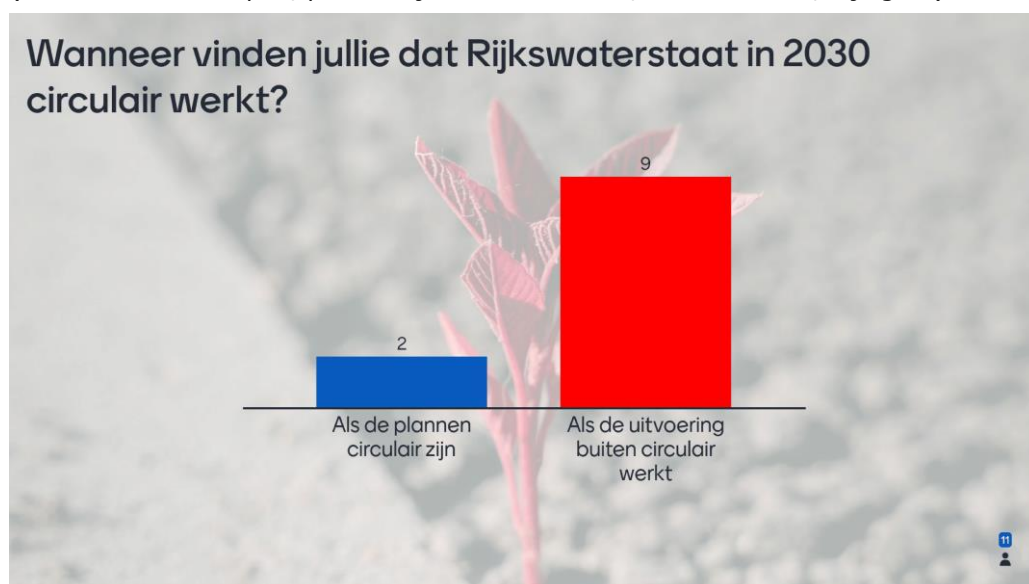


Figuur 6 Percentage secundair asfalt bepalen

Het percentage secundair asfalt bepalen op basis van het daadwerkelijk gebruikte hoeveelheid materiaal wordt als favoriet gezien binnen het transitiepad. Het transitiepad heeft de behoefte om te monitoren wat er daadwerkelijk gerealiseerd is aan circulariteit binnen de wegverharding. Aan de hand van deze informatie wil het transitiepad aan de daaropvolgende projecten binnen RWS sturen.

3.5 Circulair werken in 2030

De ambitie van RWS is om in 2030 circulair te werken. Bij het transitiepad duurzame wegverharding is de vraag voorgelegd of dit betekent dat de plannen of de uitvoering circulair is. De resultaten op deze vraag zijn te zien in figuur 7 (Kernteam transitiepad, persoonlijke communicatie, 9 maart 2021, bijlage A).



Figuur 7 Circulair werken in 2030

Het resultaat op deze vraag is dat de meeste kernteamleden vinden dat RWS circulair werkt als de uitvoering buiten circulair werkt. Deze uitkomst komt overeen met de ambities om circulair aan te leggen en te onderhouden. Ook komt dit overeen met het monitoren in de aanlegfase.

3.6 Conclusie

Er zijn veel verschillende expertises binnen het transitiepad. Dit zorgt ervoor dat de antwoorden erg uiteen kunnen lopen. Transitiepad breed is er wel de behoefte om circulariteit te meten in de praktijk. Het transitiepad vindt dat RWS circulair werkt als de uitvoering buiten circulair werkt.

Voor de manier waarop circulariteit gemeten dient te worden, is er de voorkeur voor materiaal(impact). Over de hoeveelheid projecten die er gemonitord dienen te worden, is er op dit moment nog geen gezamenlijke visie.

3.7 Aanbevelingen

Wanneer er concrete ambities en doelen zijn voor circulair werken in 2030 is het essentieel om hierop te monitoren. Voor de meest betrouwbare resultaten dienen daarom alle projecten gemonitord te worden. Projecten zullen namelijk van elkaar verschillen en kan er van te voren moeilijk bepaald worden welke projecten representatief zijn voor de monitoring.

Het transitiepad duurzame wegverharding heeft aangegeven de circulariteit te willen monitoren op materiaal(impact) van wegverharding. Voor een deel van de indicatoren uit hoofdstuk vier geeft het monitoren per materiaal een breder beeld en kan er daarop specifiek gestuurd worden. Op het andere deel van de indicatoren heeft het asfaltmengsel als geheel invloed en is dit een voldoende detailniveau. Voor de indicatoren zullen verschillende detailniveaus gelden.

Bij het transitiepad duurzame wegverharding heeft het monitoren van de circulariteit in de realisatiefase óf in meerdere fases de voorkeur. De aanbeveling is om de circulariteit te monitoren in de realisatiefase. In deze fase is praktijkgemeten data beschikbaar wat de beste afspiegeling geeft van de werkelijkheid. Het monitoren in meerdere fases is niet noodzakelijk om te monitoren op circulariteit.

4 Indicatoren circulaire wegverharding

In dit hoofdstuk wordt er antwoord gegeven op de vraag: 'Met welke indicatoren dient een circulaire wegverharding gemonitord te worden?'. Er wordt beschreven welke meetmethode het meest geschikt is om circulariteit van wegverharding te beschrijven en welke indicatoren relevant zijn om de circulariteit van wegverharding te kunnen beschrijven.

4.1 Keuze voor de kernmeetmethode

Voor het meten van circulariteit in de GWW-sector zijn er op dit moment twee methodes beschikbaar; de kernmeetmethode van het Platform CB'23 en de Material Circularity Indicator (MCI) van de Ellen MacArthur Foundation. Beiden methodes meten circulariteit aan de hand van indicatoren. Het verschil tussen de methodes is dat de kernmeetmethode specifiekere indicatoren meeneemt dan de MCI. Daarnaast drukt de kernmeetmethode het uit in een getal per indicator en de MCI in één overkoepelend getal (E. Schut, persoonlijke communicatie, 11 maart 2021, bijlage A). Deze punten zorgen ervoor dat de kernmeetmethode de voorkeur heeft bij RWS. Ook zit RWS in het actieteam van de kernmeetmethode van het Platform CB'23. Daarom wordt in dit rapport de kernmeetmethode van het Platform CB'23 aangehouden.

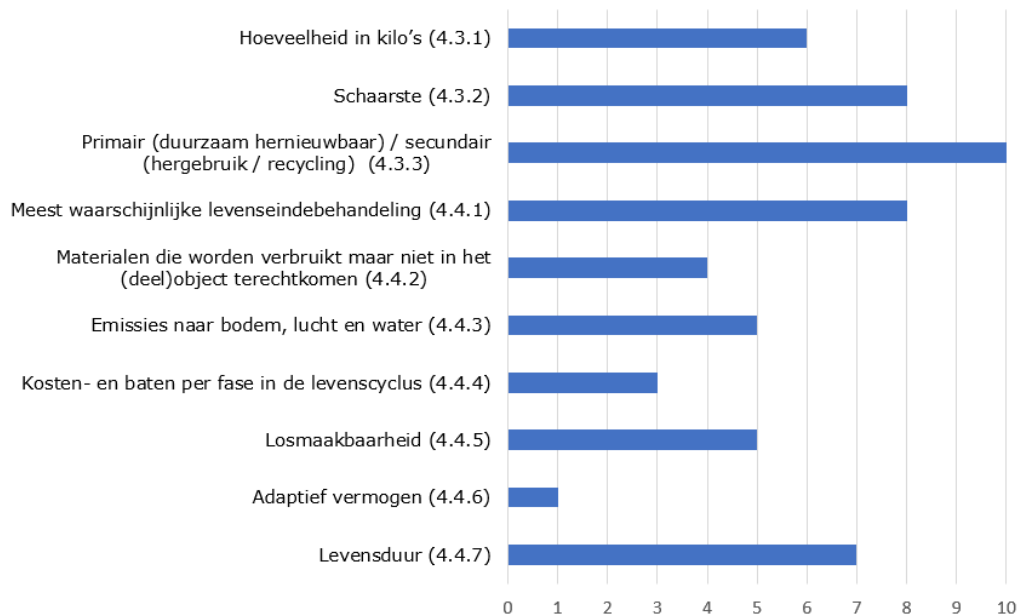
4.2 Kernmeetmethode Platform CB'23

Op het Platform CB'23 is de leidraad 'Meten van circulariteit' opgenomen. Binnen deze leidraad wordt de kernmeetmethode omschreven. De kernmeetmethode is in ontwikkeling. In de huidige versie 2.0 staan indicatoren beschreven, welke samen de circulariteit monitoren. Bij de toepassing van de kernmeetmethode zijn alle indicatoren inzichtelijk. Voor het transitiepad duurzame wegverharding is het van belang om gericht per indicator te monitoren zodat hierop gestuurd kan worden. In een volgende versie van de kernmeetmethode zal er ook één overkoepelende waarde over de indicatoren gehangen worden (Platform CB'23, 2020, pp. 34-37). Desondanks zal het mogelijk blijven om inzicht te houden in de verschillende indicatoren.

In de kernmeetmethode van het Platform CB'23 (2020a) staan de volgende indicatoren; hoeveelheid in kilo's, schaarste, primair / secundair, meest waarschijnlijke levensindebehandeling, materialen die worden verbruikt maar niet in het (deel)object terechtkomen, emissies naar bodem, lucht en water, kosten- en baten per fase in de levenscyclus, losmaakbaarheid, adaptief vermogen en levensduur. In bijlage B staan beschrijvingen van deze indicatoren.

Van deze indicatoren is in dit hoofdstuk de relevantie voor wegverharding bepaald. Middels een cijfer van één tot en met tien zijn de relevantiescores per indicator toegewezen. Deze relevantie is bepaald aan de hand van (een schatting van) de impact die een indicator bij wegverharding heeft op circulariteit. Het adaptief vermogen blijkt voor de wegverharding niet relevant te zijn. Een overzicht van de relevantiescores is te zien in figuur 8.

Mate van relevantie bij een circulaire wegverharding



Figuur 8 Mate van relevantie bij een circulaire wegverharding

4.3 Indicatoren over het materiaal in asfalt

Een aantal indicatoren van de kernmeetmethode is specifiek gericht op welke materialen worden toegepast in het asfalt. Op deze indicatoren kan het beste gestuurd worden wanneer de gegevens per materiaal bekend zijn (Platform CB'23, 2020, p. 35). Uit de behoeftes van het transitiepad duurzame wegverharding kwam naar voren dat circulariteit niet enkel op het volume asfalt gemonitord dient te worden maar per materiaal(impact) (Kernteam Transitiepad duurzame wegverharding, 9 maart 2021, bijlage A). Daarom zullen de volgende indicatoren bepaald moeten worden voor alle materialen uit het asfalmengsel:

4.3.1 Hoeveelheid in kilo's

Het verminderen van materiaalgebruik heeft een positief effect op alle drie de doelen van circulair bouwen. Bij wegverhardingen hebben voornamelijk de laagdikte en de verhoudingen in het mengsel invloed op de hoeveelheid materiaal. Voor de relevantie krijgt deze indicator de score zes.

4.3.2 Schaarste

De bouw van wegverhardingen is afhankelijk van verschillende materialen. Het is daarom van belang om te weten hoe schaars de materialen zijn. Het platform CB'23 geeft twee methodes aan die voor schaarste inzicht kunnen bieden. Eén van de methodes is aan de hand van de Critical Raw Materials (CRM) lijst, waarbij socio-economisch schaarse materialen benoemd zijn. Hiernaast wordt de Abiotic Depletion Potential (ADP) voorgeschreven, wat de fysieke schaarste berekent.

De CRM-lijst beperkt zich echter tot een aantal materialen welke niet in wegverhardingen worden toegepast (Blengini, 2020). Deze methode is voor de wegverharding ongeschikt.

Met de ADP wordt de verhouding tussen de materiaalvoorraden en het verbruik van het materiaal weergegeven (Platform CB'23, 2020, p. 43). In deze methode wordt echter niet meegenomen of deze winning voldoende is voor de vraag. De verhouding vraag / aanbod komt niet aan bod. Dit is wel bepalend voor de prijs en beschikbaarheid. Bijvoorbeeld bitumen is een restproduct uit de olieraffinage. Deze raffinage wordt steeds efficiënter ingericht omdat andere producten (zoals bijvoorbeeld benzine) meer geld opleveren wat ervoor zorgt dat er steeds minder bitumen geproduceerd wordt. Het aanbod daalt, terwijl dit in de ADP niet zichtbaar zal zijn (E. Schut, persoonlijke communicatie, 24-03-2021).

De CRM-lijst is niet geschikt om de schaarste voor de wegverharding te bepalen. De ADP geeft inzicht in een gedeelte van het schaarste vraagstuk. Echter ontstaat er niet een compleet beeld. Er zal een invulling gevonden moeten worden. Schaarste heeft namelijk veel impact op circulariteit. De toegekende score aan schaarste is een acht.

4.3.3 *Primair (duurzaam hernieuwbaar) / secundair (hergebruik / recycling)*

In de vastgestelde definitie van de circulaire wegverharding, is er invulling gegeven aan welke materialen wel of niet circulair zijn. Om inzicht te verkrijgen hoeveel van beiden categorieën toegepast wordt, dient dit gemonitord te worden.

Bij de monitoring zal er onderscheid gemaakt moeten worden tussen de gegevens uit figuur 9. Deze hebben namelijk allemaal een andere mate van impact op de drie doelen van circulair bouwen. Dit is de belangrijkste indicator om circulariteit te monitoren en scoort daarmee een tien.



Figuur 9 Categorieën monitoring primair / secundair (Platform CB'23, 2020)

4.4 Indicatoren over het asfaltmengsel

De onderstaande indicatoren zijn gericht op het processen rondom het asfaltmengsel. Deze indicatoren zijn gericht op het asfaltmengsel in zijn geheel in plaats van de separate materialen. Het gaat om de volgende indicatoren (Platform CB'23, 2020, p. 35):

4.4.1 *Meest waarschijnlijke levenseindebehandeling*

In de vastgestelde definitie voor circulaire wegverharding is een voorwaarde dat er geen afval ontstaat in de aanleg- of sloopfase. Het is daarom van belang dat het inzichtelijk is wat er aan het einde van de levensduur met het materiaal gebeurt. Het CB'23 geeft de opties beschikbaar voor volgende levenscyclus of niet beschikbaar voor volgende levenscyclus. Deze zijn onderverdeeld in hergebruik / recycling (beschikbaar) en energiewinning / stort (niet beschikbaar) (Platform CB'23, z.d., p. 35). Deze onderliggende parameters geven veel informatie over de impact op de drie doelen van circulair bouwen. Deze indicator scoort een acht.

4.4.2 *Materialen die worden verbruikt maar niet in het (deel)object terechtkomen*

Het Platform CB'23 benoemt hierbij; verpakkingsmateriaal, water en energiedragers. Verpakkingsmateriaal en water worden op zeer kleine schaal

gebruikt bij asfalt. Dit heeft daarom een kleine impact. Energiedragers, bijvoorbeeld het energieverbruik in de asfaltcentrale, hebben een grote impact op de doelstelling 'klimaatneutraal' van het transitiepad. De CO₂-uitstoot van deze materialen wordt meegenomen door de doelstelling klimaatneutraal en valt hierdoor buiten de scope van circulariteit. Het gebruik van fossiele grondstoffen heeft wel een impact op circulariteit.

Deze indicator heeft de score vier toegewezen gekregen. Een gedeelte van de indicator buiten de scope van circulariteit bij het transitiepad duurzame wegverharding en de andere punten hebben een kleine impact.

4.4.3 Emissies naar bodem, lucht en water

Er zijn actuele discussies over de toepassing van materialen in de wegenbouw welke emissies uitstoten, zoals granuliet en benzeen (Benzeen, z.d.). Emissies zijn een onderdeel van negatieve milieueffecten. De emissies hebben geen relatie tot circulair materiaalgebruik, maar wel tot het doel; bescherming van milieu. De impactscore is hierom een vijf.

4.4.4 Kosten- en baten per fase in de levenscyclus

Waardebehoud is een van de kerndoelen van circulariteit (Platform CB'23, z.d., p. 7). Door te monitoren op kosten en baten kan de restwaarde vergeleken worden met de initiële kosten. Wanneer het freesasfalt hergebruikt wordt, spaart dit kosten van primair materiaal.

Bij het vaststellen van het begrip circulaire wegverharding komt naar voren dat het doel waardebehoud door het transitiepad duurzame wegverharding als minder belangrijk wordt bevonden dan de andere kerndoelen van circulair bouwen (paragraaf 2.3). Daarom is er in dit rapport de waarde drie aan toegekend.

4.4.5 Losmaakbaarheid

Binnen de wegverharding betekent losmaakbaarheid dat per materiaalsoort uit elkaar gehaald kan worden. Bijvoorbeeld asfalt kan per laag gefreesd worden. Dit heeft als positief effect dat de hoogwaardige laagtype uniform blijft en de mogelijkheid tot hoogwaardig hergebruik behoudt. Voor de relevantie krijgt het de score vijf.

4.4.6 Adaptief vermogen

Het adaptief vermogen van asfaltmengsels komt nauwelijks voor en valt hierdoor buiten de scope (B. Sluer, persoonlijke communicatie, 17 maart 2021, bijlage A). De score is één.

4.4.7 Levensduur

Het vervangen van een wegverharding kost energie en geld. Een langere levensduur vermindert de frequentie van vervanging en heeft daarmee een positief effect op circulariteit (I. van Vilsteren, persoonlijke communicatie, 02 maart 2021, bijlage A). Het is van belang dat het materiaal over lange periode hoogwaardig gebruikt wordt. De relevantie van de levensduur scoort een zeven.

4.5 Conclusie

De kernmeetmethode van het Platform CB'23 is geschikt om circulariteit te monitoren. De volgende negen indicatoren zijn relevant voor het monitoren van circulariteit van de wegverharding: hoeveelheid in kilo's, schaarste, primair / secundair, meest waarschijnlijke levenseindebehandeling, materialen die worden

verbruikt maar niet in het (deel)object terechtkomen, emissies naar bodem, lucht en water, kosten- en baten per fase in de levenscyclus, losmaakbaarheid en levensduur. Deze verschillende indicatoren van de kernmeetmethode hebben een relevantiescore toegewezen gekregen, zie figuur 8.

Het merendeel van de indicatoren is relevant bij een circulaire wegverharding. Aan de hand van de scope is in dit rapport de relevantie van de verschillende indicatoren bepaald. De indicator 'adaptief vermogen' wordt in dit rapport niet verder meegenomen.

4.6 Aanbevelingen

Om de monitoring van circulariteit voor het transitiepad duurzame wegverharding in te richten, is het belangrijk om als transitiepad vast te stellen op indicatoren er gemonitord dient te worden. In dit hoofdstuk staat omschreven welke indicatoren dat kunnen zijn.

Het is van belang op al deze indicatoren op het gebied van circulariteit te monitoren, maar niet direct op alles te gaan sturen. Focus eerst op de onderdelen waar de meeste impact te halen is. In figuur 8 staat een inschatting van de impact van de indicatoren op de circulaire wegverharding.

Daarnaast helpt het de markt om gericht te innoveren. Door eerst een aantal focuspunten te benoemen, kunnen zij mee innoveren en investeringen doen. Wanneer deze focuspunten geïmplementeerd zijn, kan er op nieuwe focuspunten geïnnoveerd worden. Zo wordt de markt optimaal gemotiveerd om circulair te werken en is RWS een goede samenwerkingspartner (K. den Uil, persoonlijke communicatie, 25 maart 2021, bijlage A).

5 Monitoringsmethodes

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de vraag: 'Welke monitoringsmethodes kunnen invulling geven aan de indicatoren voor circulariteit bij de wegverharding?'. Er wordt gekeken welke monitoringsmethodes, waaronder instrumenten, systemen, initiatieven en activiteiten, invulling geven op de indicatoren voor een circulaire wegverharding. Deze methodes zijn bestudeerd, waaruit ook een drietal methodes naar voren kwam welke een andere invulling geven aan de implementatie van circulariteit.

5.1 Methodes

Er zijn verschillende monitoringsmethodes, van zowel binnen als buiten RWS, onderzocht die ten minste één van de indicatoren uit hoofdstuk vier vastlegt. Deze methodes staan toegelicht in bijlage C. Bij elke meetmethode is gekeken of deze toepasbaar is voor één of meerdere indicatoren bij wegverharding. Hoe frequenter de methode wordt toegepast en hoe meer indicatoren binnen een methode te vinden zijn, hoe makkelijker het wordt circulariteit bij de wegverharding inzichtelijk te maken. In bijlage D staat in een schema welke methodes welke indicatoren vastleggen.

Na het uitvoeren van het literatuuronderzoek (bijlage C) en het opstellen van het schema (bijlage D) is er inzicht welke methodes circulariteit inzichtelijk kunnen maken en welke methodes de data kunnen weergeven.

5.2 Geschikte methodes

Op dit moment is geen van alle onderzochte methodes volledig geschikt om een inzichtelijk beeld in circulariteit te geven. Van alle methodes springt de milieukostenindicator (MKI) eruit met de hoeveelheid indicatoren die binnen de methode te vinden zijn en de mate waarin het door RWS wordt toegepast. De Standaardssystematiek voor Kostenramingen (SSK) kan gedeeltelijke invulling geven aan de indicator kosten en baten.

5.2.1 MKI

Een groeiend deel van de aanbestedingen gebeurt middels de MKI. Een methode welke een eenduidige waarde in euro's aan milieubelasting hangt. In 2020 werd 25% van de aanbestedingen binnen Programma's, Projecten en Onderhoud (PPO) en Grote Projecten en Onderhoud (GPO) de MKI toegepast. Binnen de asfaltprojecten van groot onderhoud wordt 100% van de deklaagvervangingen met MKI aanbesteed. Bij de prestatiecontracten wordt MKI niet toegepast. Binnen PPO wordt gemiddeld 80% van het asfalt met de MKI aanbesteed (persoonlijke communicatie, C van Schalm, 06-05-2021). De Nationale Milieudatabase (NMD) beschrijft in de bepalingmethode hoe de MKI bepaald dient te worden. De MKI is geschikt voor alle fases.

De berekening achter de MKI wordt aan RWS aangeleverd middels een Levenscyclusanalyse (LCA) rapport en / of een Environmental Product Declaration Summary (EPD). De EPD is het communicatiemiddel om de MKI te onderbouwen. Het LCA-rapport omschrijft de achterliggende parameters. Binnen een LCA-rapport worden vier levensfasen van elkaar onderscheiden, fase A t/m D. Deze verschillende fases staan in figuur 10 omschreven. Deze fases zorgen ervoor dat de gehele levensduur van een (deel)object in beeld zijn.



Figuur 10 Fases in een LCA-rapport (PIANOO, 2020)

De MKI wordt berekend middels elf milieu-effect categorieën (M. van der Klauw, persoonlijke communicatie, 12 april 2021, bijlage A). Met gegevens uit de MKI kan invulling gegeven worden aan vijf indicatoren van circulariteit (bijlage E). Dit zijn de indicatoren: hoeveelheid in kilo's, schaarste, materialen die worden verbruikt maar niet in het (deel)object terechtkomen, emissies naar bodem, lucht en water en de levensduur.

In de bepalingsmethode zullen naar verwachting ook aanvullende parameters over circulariteit opgenomen gaan worden. Hiermee kan invulling gegeven aan nog meer indicatoren voor circulariteit. Deze indicatoren zijn te vinden in bijlage E. Deze gegevens zullen dan naar grove inschatting vanaf 1 januari 2022 meegenomen worden in de LCA-rapporten van de aannemers (M. van der Klauw, persoonlijke communicatie, 12 april 2021, bijlage A).

De inschatting is dat er vanaf 1 januari 2023 met een set van 19 milieu-effect categorieën gewerkt kan worden (M. van der Klauw, persoonlijke communicatie, 12 april 2021, bijlage A). Dit levert alleen voor de indicator, materialen die worden verbruikt maar niet in het (deel)object terechtkomen, een voordeel op omdat waterverbruik in de nieuwe set wordt meegenomen.

In bijlage E staat een schema welke milieu-effect categorieën en gegevens uit de LCA en EDP invulling geven aan welke indicatoren voor circulariteit.

5.2.2 SSK

De SSK is een methode voor het maken van kostenramingen. Deze methode biedt inzicht in slechts een gedeelte van de indicator, kosten- en baten per fase in de levenscyclus, namelijk de kosten. Binnen een SSK wordt er onderscheid gemaakt in investeringskosten en instandhoudingskosten (RWS/ProRail/CROW, 2018, p. 1). Om de instandhoudingskosten inzichtelijk te maken wordt er een Life Cycle Costing (LCC) uitgevoerd. Binnen een LCC wordt onderzocht wat de kosten zijn voor een periode van 100 jaar. Echter wordt er in de LCC nog niet de restwaarde van grond en de (deel)objecten meegenomen. Wanneer het behoud van de economische waarde wordt meegenomen, wordt er gebruik gemaakt van de methode Whole-Life Costing (WLC) (Platform CB'23, 2020, p. 56). De WLC is dus een uitbreiding op de LCC. Deze uitbreiding op de huidige LCC heeft veel potentie om meer inzicht te bieden in de economische waarde van (deel)objecten wat ervoor zorgt dat circulariteit ook als economisch voordeel gezien kan worden (Platform CB'23, 2020, pp. 91-92).

Binnen RWS wordt de WLC niet toegepast en worden daarom enkel de kosten berekend (J. Bouma, persoonlijke communicatie, 8 april 2021). In samenwerking met gegevens over de restwaarde kan de SSK invulling gaan geven aan de indicator kosten- en baten per fase in de levenscyclus. Op dit moment kan deze indicator niet door de SSK bepaald worden.

5.3 Dataweergave

Naast de monitoringsmethodes zijn er ook methodes / instrumenten die een invulling kunnen geven aan de dataverzameling, dataopslag of het inzichtelijk maken van circulariteit. De methodes / instrumenten waar het om gaat zijn; Pavement Information Model (PIM), het materialenpaspoort en het duurzaamheidsdashboard.

5.3.1 PIM

PIM is een materialen- en procesdatabase waar door acht Nederlandse aannemersbedrijven aan gewerkt wordt. In PIM staan de projectgegevens gekoppeld aan de locatie. RWS zal geen toegang krijgen tot het PIM-systeem maar mogelijk projectinformatie als een PIM-bestand aangeleverd krijgen (B. Sluer, persoonlijke communicatie, 17 maart 2021, bijlage A). Het voordeel is dat gegevens terug vindbaar en inzichtelijk zijn wanneer RWS deze gegevens aan de locatie koppelt. Aan het einde van de levensduur is bijvoorbeeld bekend welke materialen gebruikt zijn, waardoor deze materialen (mogelijk) hergebruikt kunnen worden.

5.3.2 Materialenpaspoort

Het materialenpaspoort dient om de benodigde gegevens voor uiteindelijk hergebruik of recycling te archiveren. Het Platform CB'23 (2020b, p. 20) biedt een uitgebreide longlist Excel aan waarin data opgeslagen kan worden. Dit kan ook dienen voor een eenduidige archivering van assets. Daarvoor dienen de gegevens opgehaald te worden uit andere bronnen, bijvoorbeeld het PIM-systeem.

Gegevens uit het materialenpaspoort zouden gemakkelijk opgehaald en vergeleken kunnen worden. Het materialenpaspoort wordt tot op heden weinig toegepast binnen RWS.

5.3.3 Duurzaamheidsdashboard

Het duurzaamheidsdashboard is een methodiek van RWS welke de gemonitorde indicatoren overzichtelijk zal kunnen weergeven. Dit is in ontwikkeling. Circulariteit zal één van de thema's worden welke in het duurzaamheidsdashboard opgenomen wordt. De indicatoren zullen door middel van grafieken en tabellen inzichtelijk weergegeven worden. Het duurzaamheidsdashboard zal geen nieuwe informatie leveren voor de monitoring, maar kan wel een bijdrage leveren aan de inzichtelijkheid van de opgedane informatie (E. Boukris, persoonlijke communicatie, 8 maart 2021, bijlage A).

5.4 Conclusie

De MKI kan in alle fases invulling geven aan zeven van de negen indicatoren, wanneer de circulaire parameters meegenomen zijn. De indicatoren die overblijven; kosten en baten en losmaakbaarheid, staan relatief laag in de prioritering van hoofdstuk vier. De SSK kan mogelijk invulling gaan geven aan de kosten en baten. Het materialenpaspoort en duurzaamheidsdashboard gaan zorgen voor meer inzicht in circulariteit. PIM kan mogelijk helpen bij het overzichtelijk verzamelen van data.

Tabel 1 Overzicht methodes - indicatoren

	Hoeveelheid in kilo's	Schaarste	Primair / secundair	Meest waarschijnlijke levenseindebehandeling	Materialen die verbruikt worden maar niet in het (deel)object terecht komen	Emissies naar bodem, lucht en water	Kosten- en baten per fase in de levenscyclus	Losmaakbaarheid	Levensduur
MKI									
SSK									
PIM									
Materialenpaspoort									
Duurzaamheidsdashboard									

	Monitort
	Maakt inzichtelijk
	Dataverzameling
	Dataopslag

5.5 Aanbevelingen

Alle asfaltprojecten dienen gemonitord te gaan worden op circulariteit. De MKI gegevens zijn daarvoor benodigd van deze projecten. Bij het groot onderhoud van asfaltprojecten worden alle deklagen op MKI aanbesteed. Binnen het prestatiecontract wordt MKI nog niet toegepast. Om ook prestatiecontracten op circulariteit te kunnen monitoren zal onderzocht moeten worden hoe de MKI hierbij het beste geïmplementeerd kan worden. Uiteindelijk zullen alle asfaltprojecten de MKI-documentatie moeten hebben om circulariteit van wegverharding te kunnen monitoren.

Voor de kosten en baten is er nog geen geschikte data beschikbaar. Middels de WLC-methodiek zal deze data wel gegenereerd kunnen worden. RWS zal moeten afwegen of de WLC toegepast kan worden of dat de baten middels een andere methode bepaald gaan worden.

Om circulariteit een belangrijk onderdeel van de organisatie te laten worden, is het van belang om ervoor te zorgen dat data over circulariteit overzichtelijk en vindbaar is. Dit zal mensen meer stimuleren om met circulariteit aan de slag te gaan. Maar zal er ook voor zorgen dat de voortgang bekend wordt. Het duurzaamheidsdashboard kan hier een grote rol in gaan spelen. Dit dashboard zou de verschillende indicatoren kunnen gebruiken om de circulariteit inzichtelijk te maken. Voor deze indicatoren kan het duurzaamheidsdashboard zoveel mogelijk aansluiten bij het transitiepad duurzame wegverharding. Het transitiepad is tot op heden verder in de ontwikkeling van indicatoren op het gebied van circulariteit. Via 'distance to target' kan de stand van zaken duidelijk worden gemaakt. Om de 'distance to target' scherp te krijgen zou deze RWS algemeen en per transitiepad weergegeven moeten worden.

6 Invulling aan de indicatoren

In dit hoofdstuk wordt er antwoord gegeven op de vraag: 'Welke data kan invulling geven aan de indicatoren voor circulariteit bij de wegverharding?'. In het vorige hoofdstuk zijn de MKI en SSK als geschikte methodes naar voren gekomen voor de indicatoren voor circulariteit bij wegverharding. Aangezien de SSK bij elk project van RWS wordt toegepast en een groeiend aantal aanbestedingen bij RWS middels de MKI-systematiek aanbesteed wordt, is verder uitgewerkt waar de betreffende data in de methodes vindbaar is. In dit hoofdstuk wordt er beschreven welke data er beschikbaar is binnen RWS om een invulling te geven aan de verschillende indicatoren.

6.1 Hoeveelheid in kilo's

Over de indicator hoeveelheid in kilo's is er data beschikbaar binnen de MKI-systematiek. Er wordt op dit moment op verschillende plaatsen bijgehouden hoeveel ton asfalt van elk asfaltmengsel toegepast wordt in een project. In een Excel (Standaard format voor MKI-rapportage) staan de hoeveelheden van de verschillende asfaltmengsels per project op één plek. De tonnen asfalt zijn in deze Excel ook gelinkt aan de MKI-waarde van het asfaltmengsel. De hoeveelheden per materiaal zijn te achterhalen doordat de verhoudingen van de materialen in de CE-markering staan. Het percentage bindmiddel en de percentages van de korrelgroottes staat aangegeven, waardoor de hoeveelheden bindmiddel, vulstof, zand, steenslag te herleiden is. Onderdeel van deze percentages is ook het aandeel asfaltgranulaat. Het percentage asfaltgranulaat is niet te herleiden uit de CE-markering.

6.2 Schaarste

Binnen de MKI wordt de schaarste van materialen uitgedrukt in de ADP. Voor de materialen steenslag, zand en vulstof geeft de ADP een goede indicatie. Maar voor het meest schaarse materiaal, bitumen, geeft de ADP slechts een gedeeltelijke invulling. De reden waarom de ADP geen goede indicatie geeft, wordt uitgelegd in paragraaf 4.3.2 van dit rapport.

Om de schaarste binnen de MKI te onderbouwen wordt een EPD toegepast. Bij een EPD staat de schaarste in ADP uitgedrukt over het gehele asfaltmengsel. Dit gebeurt niet per toegepast materiaal zoals dit de voorkeur zou hebben. De data die op er op dit moment binnen RWS beschikbaar is over schaarste is nog niet voldoende.

6.3 Primair (duurzaam hernieuwbaar) / secundair (hergebruik / recycling)

Wanneer er secundair materiaal in asfalt gebruikt wordt, staat dit vermeld in de naam van het asfaltmengsel. In de naam van het asfaltmengsel staat meestal het Partiële Recycling (PR) percentage genoemd. Bij een asfaltmengsel is dus wel bekend uit hoeveel primair / secundair materiaal het mengsel bestaat. Maar er is niet bekend wat de afkomst van het secundaire materiaal is en of dit uit hergebruik of recycling bestaat. Uit de CE-markering is niet te achterhalen wat het aandeel PR is. Primaire hernieuwbare materialen worden nog nauwelijks toegepast en hebben geen vaste notatie. Er wordt vanuit gegaan dat wanneer hernieuwbaar materiaal toegepast wordt in de wegverharding, hiermee gepromoot wordt en dit aangegeven staat.

Aan de LCA zal het onderdeel secundaire input toegevoegd worden. Dit wordt waarschijnlijk per 1 januari 2022 toegevoegd (M. van der Klauw, persoonlijke communicatie, 12 april 2021, bijlage A). Hiermee wordt aangeduid wat het aandeel secundair materiaal is, maar niet of de herkomst hergebruik of recycling is.

6.4 Meest waarschijnlijke levenseindebehandeling

Fase D van een LCA-rapport omschrijft de levenseindebehandeling die vervolgens wordt opgenomen in de MKI. Binnen deze fase wordt er bekeken wat de milieubaten van materialen zijn. Echter wordt deze fase tot op heden vaak niet opgenomen in een LCA-rapport waardoor het vaak onbekend is wat de meest waarschijnlijke levenseindebehandeling van een materiaal is (Keijzer, 2020, p. 37). Recentelijk is door de Product Categorie Rules (PCR) fase D als verplicht gesteld, maar hoeft dit niet specifiek omschreven te worden (van Ewijk, 2020).

Voor deze indicator zal waarschijnlijk ook per 1 januari 2022 verdere invulling gegeven worden in de LCA. Het materiaal voor recycling en materiaal voor hergebruik wordt daarbij in kilo's uitgedrukt. Hiermee kan goed omschreven worden wat de waarschijnlijke levenseindebehandeling is.

6.5 Materialen die worden verbruikt maar niet in het (deel)object terechtkomen

Binnen de EPD is er informatie opgenomen over materialen die worden verbruikt maar niet in het (deel)object terechtkomen. Zo is er binnen een EPD te zien hoeveel m³ water en hoeveel energie er verbruikt is. Bij de hoeveelheid energie is er bekend hoeveel hernieuwbare energie en hoeveel niet-hernieuwbare energie er verbruikt is.

Waterverbruik en hoeveelheid hernieuwbare energie zullen waarschijnlijk vanaf 1 januari 2022 in de LCA meegenomen worden. Waterverbruik wordt waarschijnlijk per 1 januari 2023 ook als milieu-effect categorie opgenomen binnen MKI (M. van der Klauw, persoonlijke communicatie, 12 april 2021, bijlage A).

6.6 Emissies naar bodem, lucht en water

Negen van de elf milieu-effect categorieën zijn relevant voor emissies, naar bodem, lucht of water. In de nieuwe set van negentien milieu-effect categorieën, welke waarschijnlijk vanaf 1 januari 2022 gebruikt gaan worden, zijn er zestien categorieën die hier impact op hebben. De nieuwe set milieu-effect categorieën is uitgebreider. In bijlage E staat aangegeven om welke milieu-effect categorieën het gaat.

6.7 Kosten- en baten per fase in de levenscyclus

In de SSK zijn de kosten van de gehele levenscyclus terug te vinden. De baten van het terugwinnen van materialen bij RWS zijn niet terug te vinden in de SSK (J. Bouma, persoonlijke communicatie, 8 april 2021). De verhouding van de restwaarde zal daarom niet berekend kunnen worden. Ook elders in de organisatie wordt in de aanlegfase niet eenduidig bijgehouden wat de baten aan de einde levensduur zijn. Dat betekent dat er voor de baten op dit moment geen data beschikbaar is.

6.8 Losmaakbaarheid

De losmaakbaarheid bij wegverharding is grotendeels afhankelijk van de toe te passen freestechiek. Het frezen bepaalt namelijk de kwaliteit van het freesasfalt en in welke laag het hergebruikt of gerecycled zal worden. Ten tijde van de aanleg is hier geen informatie over. De losmaakbaarheid is niet te vinden binnen de MKI-systematiek of op een andere locatie.

6.9 Levensduur

Het is mogelijk dat er binnen een LCA-rapport voor de MKI-informatie is opgenomen over de levensduur van verschillende asfaltmengsels. De levensduur wordt niet in elk LCA-rapport meegenomen waardoor het verschilt of de levensduur wel of niet bekend is. Een andere mogelijkheid is het opvragen van de levensduur bij de producent.

6.10 Projecttoetsing

De beschikbaarheid van de bovenstaande indicatoren op de genoemde locaties zijn getoetst aan het project *groot onderhoud Noord Nederland*. De projecttoetsing staat in bijlage F. De aanwezige indicatoren komen overeen met de informatie die volgens dit hoofdstuk aanwezig hoort te zijn. Alleen de MKI-waarden stonden enkel in de EPD omdat het Excel bestand 'Standaard format voor MKI-rapportage' niet is toegepast. In de volgende contracten gaat dit wel gebeuren. Verder komen de gegevens overeen met hoe dit in tabel 2 van dit rapport staat aangeven.

6.11 Conclusie

De MKI biedt vanuit verschillende documenten, zoals de LCA-rapportage en de EPD, invulling aan een deel van de indicatoren. In de documenten die RWS tot haar beschikking heeft, staan de milieufactoren aangeduid over het hele asfaltmengsel. Voor de circulaire indicatoren; hoeveelheid in kilo's, schaarste en primair/secundair is dit niet het gewenste detailniveau.

Aan de indicator kosten en baten kan op dit moment geen volledige invulling gegeven worden doormiddel van de SSK. Voor losmaakbaarheid is er op dit moment geen data beschikbaar. Meest waarschijnlijke levenseindebehandeling en levensduur staat niet altijd beschreven.

In tabel 2 staat per indicator beschreven welke data en waar deze op dit moment beschikbaar is en welke data er in de toekomst beschikbaar is (in blauw weergegeven). Daarin is te zien dat de benodigde informatie versnipperd over verschillende bestanden gearhiveerd staat.

Tabel 2 Beschikbare data per indicator

Indicator	Data
Hoeveelheid in kilo's	Excel (bij hoeveelheid ton) in de MKI
Schaarste	EPD (bij ADPE en ADPF)
Primair / secundair	Naam asfaltmengsel (PR-percentage) LCA (bij secundaire input)
Meest waarschijnlijke levenseindebehandeling	LCA (bij fase D) LCA (bij secundair materiaal output, materiaal voor recycling en materiaal voor hergebruik)
Materialen die verbruikt worden maar niet in het (deel)object terecht komen	EPD (bij FW, PERT en PENRT) LCA (bij waterverbruik en hernieuwbare energie) en MKI (waterverbruik)
Emissies naar bodem, lucht en water	MKI → LPD & Excel (bij GWP, ODP, POCP, AP, EP, HTP, FAETP, MAETP en TETP) MKI → LPD & Excel (zie bijlage E)
Kosten- en baten per fase in de levenscyclus	Voor de kosten: SSK Voor de baten: geen data beschikbaar
Losmaakbaarheid	Geen data beschikbaar
Levensduur	LCA (bij levensduur)

6.12 Aanbevelingen

Zoals in tabel 2 zichtbaar is, staat de benodigde data over verschillende documenten verspreid. Voor een efficiënte monitoring zal de data op één locatie opgeslagen moeten worden en gegenereerd kunnen worden tot de monitoringsgegevens. De data moet in een database opgeslagen worden. Deze behoefte overstijgt de data voor circulariteit en zal voor alle data binnen RWS toegepast moeten worden.

Om een complete invulling te geven aan de indicator primair / secundair die de onderliggende gegevens; aandeel hergebruik, gerecycled en primair hernieuwbaar vastgelegd te worden. Op de huidige planning staat dat het percentage primair / secundair bij het NMD vastgelegd gaat worden, wat al een verbetering is ten opzichte van de mengselnaam. Maar voor een complete invulling zullen ook de onderliggende factoren, hergebruikt, gerecycled en primair hernieuwbaar materiaal, vastgelegd moeten worden. Hier kan RWS als investeerder in de NMD invloed op uitoefenen. RWS moet zich inzetten dat deze circulaire gegevens een vast onderdeel van de NMD worden.

Om te waarborgen dat de gegevens uit de MKI compleet zijn voor de monitoring kunnen levensduur en levenseindebehandeling als eis meegevraagd worden door RWS. Daarnaast kan er in de eisen gestuurd worden op monitoringsgegevens vanuit indicatoren. Wanneer er bijvoorbeeld blijkt dat het freesasfalt niet hergebruikt wordt, kan er vervolgens in de eisen opgenomen worden dat dit wel dient te gebeuren. Op deze manier kan er op basis van de monitoring gestuurd worden.

Conclusie

De hoofdvraag luidt: 'Hoe kan de voortgang op de circulaire ambitie binnen het transitiepad duurzame wegverharding meetbaar worden gemaakt?'. In deze conclusie wordt er antwoord op deze hoofdvraag gegeven.

De circulaire ambitie van het transitiepad duurzame wegverharding is om circulair te werken op de rijkswegen in 2030. Daarbij wil het transitiepad dat er hoogwaardig hergebruik is van alle materialen en een halvering in het gebruik van primaire grondstoffen.

Onder een circulaire wegverharding wordt een weg verstaan die grotendeels bestaat uit secundaire materialen. Primaire materialen die toegevoegd worden dienen hernieuwbaar en duurzaam geproduceerd te zijn. Bij een circulaire wegverharding ontstaat er geen afval in de aanleg- en sloopfase.

Voor het meten van de circulaire ambitie zijn er vanuit het transitiepad duurzame wegverharding verschillende behoeftes. Zo is de voorkeur voor het meten van circulariteit om dit te doen in de ordegrootte materiaal(impact). Ook heeft het transitiepad de voorkeur om circulariteit te meten in de praktijk. Over de hoeveelheid projecten die er gemonitord dienen te worden, is er op dit moment nog geen gezamenlijke visie.

Om circulariteit te monitoren is de kernmeetmethode van het Platform CB'23 geschikt. De volgende negen indicatoren zijn relevant en geprioriteerd vanaf de grootste relevantie bij een circulaire wegverharding: primair / secundair, schaarste, meest waarschijnlijke levenseindebehandeling, levensduur, hoeveelheid in kilo's, emissies naar bodem, lucht en water, losmaakbaarheid, materialen die worden verbruikt maar niet in het (deel)object terechtkomen, kosten- en baten per fase in de levenscyclus.

Van deze indicatoren kan MKI invulling geven aan zeven van de negen indicatoren wanneer de circulaire parameters zijn meegenomen. Bij twee van deze zeven indicatoren staat de informatie niet in alle MKI's beschreven. Voor drie indicatoren is het detailniveau met gegevens uit de MKI minder specifiek dan gewenst.

De SSK kan een gedeeltelijke invulling geven aan de overige indicator kosten en baten. Echter kunnen de baten nog niet vastgesteld worden, waardoor deze indicator niet ingevuld kan worden. Ook voor de indicator losmaakbaarheid is nog geen invulling gevonden.

Met het materialenpaspoort en / of het duurzaamheidsdashboard kan de uitkomsten inzichtelijk gemaakt worden. Ook kan het duurzaamheidsdashboard de voortgang weergeven. De PIM is mogelijk geschikt om de data op een eenduidige manier aangeleverd te krijgen.

De monitoring van de circulaire wegverharding kan niet direct in gang gezet worden. Er zullen eerst andere stappen gezet moeten worden om onder andere te bepalen wát er gemonitord dient te worden, door onder andere circulariteit te definiëren. In het implementatieplan staat omschreven welke acties genomen moeten worden. Het kernteam van het transitiepad duurzame wegverharding zal hier het voortouw in moeten nemen.

Discussie

In deze discussie wordt er omschreven wat de validiteit van het onderzoek is, de verwachtingen, de beperkingen en wat de implicaties (gevolgen) van het onderzoek zijn.

In dit onderzoek is fieldresearch en deskresearch toegepast. De experts waarmee gesproken is voor de kwalitatieve fieldresearch, hebben inzicht en kennis over de besproken onderwerpen. Zij zijn een afspiegeling van beleidsmakers van zowel circulariteit als wegverharding. Echter hebben deze gesprekken plaatsgevonden in een periode waar o.a. de circulaire definitie nog niet vastligt, waardoor de gesprekken een moment opname van meningen zijn. Voor de deskresearch zijn bronnen van betrouwbare organisaties gebruikt.

Bij de eerste deelvraag zijn de circulaire ambities en doelen onderzocht. Hierbij was de verwachting dat voornamelijk de doelen al concreter zouden zijn binnen RWS. Daarnaast was bij de start van het onderzoek de verwachting dat er weinig rondom circulariteit bij de wegverharding bekend is. Dit leek in het eerste gedeelte van het onderzoek zo te zijn. Maar na veel gesprekken met collega's bleek dat er meer over circulariteit bekend was dan verwacht.

Een beperking van het onderzoek is dat circulariteit een groot onderwerp is om te onderzoeken. Dat houdt in dat dit onderzoek slechts een gedeelte is van het grote geheel. Ook zijn er weinig recente inhoudelijke documenten over circulariteit in de GWW-sector.

Naar aanleiding van dit onderzoek kan het transitiepad duurzame wegverharding stappen zetten om de monitoring van circulariteit te implementeren. Door de circulariteit van de wegverharding te monitoren, wordt de 'distance to target' bekend en kan hierop gestuurd worden.

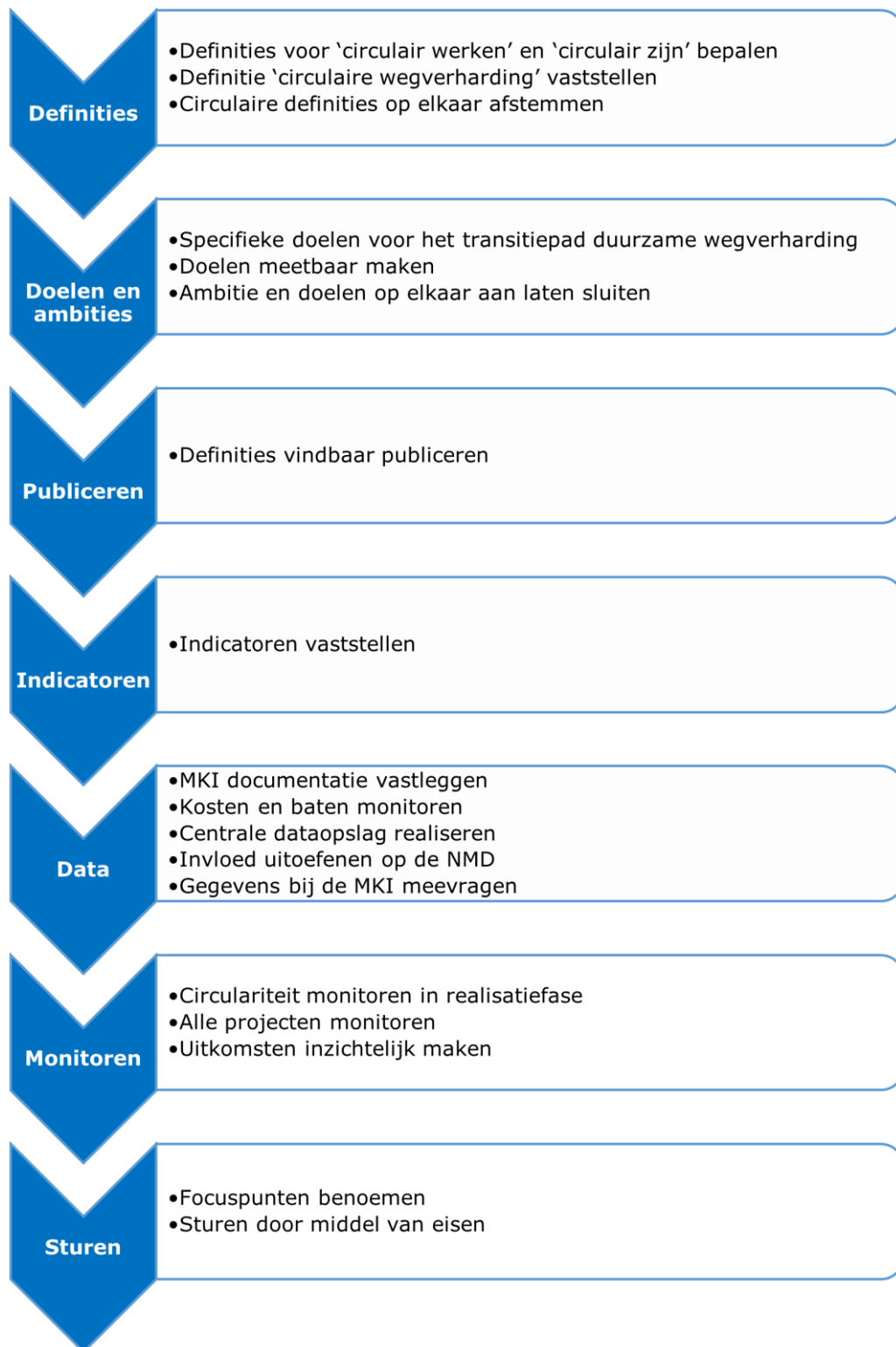
Om dit ook te bereiken binnen de andere transitiepaden, kan een vervolgonderzoek uitgevoerd worden naar de monitoring van circulariteit binnen de andere transitiepaden.

Implementatieplan

In het implementatieplan wordt omschreven wat, hoe, door wie en wanneer de acties uit de aanbevelingen uitgevoerd moeten worden om de monitoring van circulariteit mogelijk te maken. In figuur 11 staat de volgorde van wanneer de acties uitgevoerd dienen te worden. De omschrijvingen staan gesorteerd per hoofdstuk (deelvraag) van dit rapport.

Stappenplan

Voor de implementatie zijn de benodigde acties in figuur 11 weergegeven. De volgorde van de door te nemen acties staan hierin weergegeven. Het kunnen sturen op de doelen en ambities, welke voor 2030 zijn vastgelegd, is mogelijk wanneer alle stappen doorlopen zijn. Om de doelen te bereiken, zal het sturen hierop zo snel als mogelijk moeten starten. Er zal spoedig begonnen moeten worden met de acties en deze vlot laten doorlopen.



Figuur 11 Stappenplan voor de verschillende stappen van de implementatie

Circulaire ambitie en doelen

Ambitie en doelen op elkaar aan laten sluiten

De doelen zullen inhoudelijk afgestemd moeten worden op de ambitie door beoogde resultaten overeen te laten komen. Dit zal RWS breed door het Impulsprogramma CE opgepakt moeten worden. Bij de wegverharding zal dit door het transitiepad duurzame wegverharding gedaan moeten worden.

Doelen meetbaar maken

De doelen dienen meetbaar te zijn. De doelen kunnen omschreven worden middels een vaste waarde of als verandering ten opzichte van een referentie. Bij de toepassing van een referentie zal een nul meting beschikbaar moeten zijn. Het aanpassen en / of opstellen van de ambitie en doelen zal gedaan worden door het impulsprogramma CE en het transitiepad duurzame wegverharding.

Specifieke doelen voor het transitiepad duurzame wegverharding

Om ervoor te zorgen dat het transitiepad duurzame wegverharding gericht aan de slag kan gaan met wegverharding dienen zij specifieke doelen voor het transitiepad op te stellen. Hiervoor zullen de kernteamleden met elkaar moeten afstemmen wat zij als uitdagende maar wel haalbare doelen zien.

Circulaire wegverharding

Definities voor 'circulair werken' en 'circulair zijn' bepalen

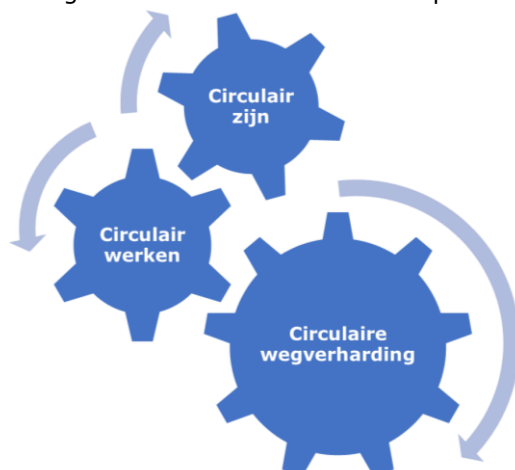
Het projectteam CE in de GWW van RWS is bezig het vastleggen van het begrip 'circulair werken' volgens de 'message house' methode. Voor zowel 'circulair werken' als 'circulair zijn' dient te definitie bepaald te worden door het projectteam.

Definitie 'circulaire wegverharding' vaststellen

Het transitiepad duurzame wegverharding zal een definitie voor circulaire wegverharding moeten vaststellen waarbij de vastgestelde definitie uit hoofdstuk twee een uitgangspunt zal zijn. Het transitiepad dient hiervoor de leiding te nemen maar wel in overleg met marktpartijen, medeoverheden en het Platform CB'23.

Circulaire definities op elkaar afstemmen

De definities van circulair werken en circulair zijn en van de circulaire wegverharding dienen op elkaar afgestemd te worden. Zoals figuur 12 weergeeft, zal de samenhang tussen deze definities in de gaten gehouden moeten worden. Er zal overlegt moeten worden tussen de opstellende partijen.



Figuur 12 Samenhang definities

Definities vindbaar publiceren

Nadat de definities 'circulair werken', 'circulair zijn' en 'circulaire wegverharding' vastgesteld zijn, dienen de definities vindbaar gepubliceerd te worden door RWS. Wanneer RWS dit op haar publieke website plaatst, kunnen zij een inspirerende koploper zijn.

Behoeftes transitiepad duurzame wegverharding

Alle projecten monitoren

RWS zal er naar toe moeten werken dat er op alle projecten, met een significant onderdeel wegverharding, gemonitord zal worden op circulariteit. Verschillende collega's zullen meegenomen moeten worden in het belang van de monitoring zodat zij de benodigde bijdrage zullen leveren. Daarnaast zal er een team, onder begeleiding van het impulsprogramma CE, opgezet moeten worden om de monitoring uit te voeren.

Circulariteit monitoren in realisatiefase

De monitoring zal uitgevoerd moeten worden in de realisatiefase. Met gegevens uit de realisatiefase zal het team, wat opgezet is voor de monitoring, de monitoring uit kunnen voeren.

Indicatoren circulaire wegverharding

Indicatoren vaststellen

Om circulariteit te kunnen monitoren dienen er indicatoren vastgesteld te worden. Voor circulariteit bij de wegverharding kan het transitiepad duurzame wegverharding samen met het Impulsprogramma CE deze indicatoren vaststellen. Een uitgangspunt hiervoor staat in hoofdstuk vier van dit rapport.

Focuspunten benoemen

Wanneer de indicatoren voor circulariteit vastgesteld zijn, is het van belang om wel alle indicatoren te monitoren maar niet direct op alles te sturen. Het transitiepad duurzame wegverharding zal op het gebied van wegverharding een aantal focuspunten moeten benoemen. Op deze focuspunten wordt gestimuleerd om te innoveren. Wanneer deze focuspunten geïmplementeerd zijn, kan er op nieuwe focuspunten geïnnoveerd worden.

Monitoringsmethodes

MKI documentatie vastleggen

Om op alle asfaltprojecten te kunnen monitoren dient de benodigde informatie beschikbaar te zijn. Van alle asfaltprojecten is de MKI-documentatie nodig. De afdeling contractmanagement zal in de aanbestedingsleidraad moeten vastleggen dat de MKI uitgevraagd wordt.

Kosten en baten monitoren

Voor de invulling van de indicator, kosten- en baten per fase in de levenscyclus, is op dit moment nog geen data beschikbaar. Er zal door kostendeskundigen afgewogen moeten worden of de WLC of een andere methode een goede invulling aan deze indicator kunnen geven en hoe dit geïmplementeerd kan gaan worden.

Uitkomsten inzichtelijk maken

De uitkomsten uit de monitoring zullen specifiek voor het transitiepad duurzame wegverharding inzichtelijk gemaakt moeten worden in het duurzaamheids-dashboord. Het impulsprogramma CE zal een tabblad binnen het duurzaamheidsdashboord moeten maken voor de circulaire wegverharding.

Invulling aan de indicatoren

Centrale dataopslag realiseren

Voor een efficiënte monitoring moet er binnen RWS één plek komen waar alle data opgeslagen wordt. Hiervoor zal een database ontwikkeld moeten worden. Dit zal RWS breed moeten gebeuren omdat dit voor de gehele organisatie van belang is.

Invloed uitoefenen op de NMD

Rijkswaterstaat zal bij de NMD invloed moeten uitoefenen om de circulaire onderliggende parameter en daarbij ook hergebruikt, gerecycled en hernieuwbaar materiaal op te nemen in de NMD. Werknemers van RWS die samenwerken met de NMD zullen het belang hiervan moeten overbrengen.

Gegevens bij de MKI meevragen

Zolang de levenseindebehandeling niet door de NMD gevraagd wordt, zal RWS dit bij de MKI mee moeten vragen. De levensduur zal RWS als standaard in de MKI documentatie moeten vragen om de benodigde gegevens te kunnen verzamelen. Dit zal door de afdeling contractmanagement in de aanbestedingsleidraad opgenomen moeten worden.

Sturen door middel van eisen

Het transitiepad duurzame wegverharding zal aan de hand van de gemonitorde data actiepunten op stellen. De onderdelen waar extra op bijgestuurd moet worden, zullen in de eisen van nieuwe projecten meegenomen moeten worden. Het transitiepad zal dit bepalen en uitzetten.

Bronvermelding

Benzeen. (z.d.). AsphaltNu. Geraadpleegd op 10 mei 2021, van <https://www.asfaltnu.nl/over-ons/benzeen>

Blengini, G. A. (2020, januari). Study on the EU's list of Critical Raw Materials (2020). European commission.

CROW. (z.d.). Standaardsystematiek voor Kostenramingen (SSK). Geraadpleegd op 19 mei 2021, van <https://www.crow.nl/thema-s/projectmanagement/kostenmanagement/standaardsystematiek-voor-kostenramingen-ssk>

De Circulaire Weg. (z.d.). De Circulaire Weg. Geraadpleegd op 14 mei 2021, van <https://decirculaireweg.nl/de-circulaire-weg/>

H. (2020, 8 oktober). De NMD en circulariteit. Nationale Milieudatabase. <https://milieudatabase.nl/de-nmd-en-circulariteit/>

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2016, september). Nederland circulair in 2050. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/09/14/bijlage-1-nederland-circulair-in-2050>

Keijzer, E. (2020). Product Category Rules voor bitumineuze materialen in verkeersdragers en waterwerken in Nederland ("PCR Asphalt"). TNO. <https://docplayer.nl/197347681-Product-category-rules-voor-bitumineuze-materialen-in-verkeersdragers-en-waterwerken-in-nederland-pcr-asfalt-versie-1-0.html>

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2020). Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten. <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2020/06/15/bijlage-1-strategie-naar-klimaatneutrale-en-circulaire-rijksinfraprojecten/bijlage-1-strategie-naar-klimaatneutrale-en-circulaire-rijksinfraprojecten.pdf>

Mulder, P. (2020, 29 november). Wat is een ISO norm / zijn ISO normen? Uitleg + tips | Toolshero. toolshero. <https://www.toolshero.nl/kwaliteitsmanagement/iso-normen/>

NEN. (z.d.). Woordenboek Circulaire Economie. Woordenboek Circulaire Economie. Geraadpleegd op 19 mei 2021, van <https://www.cewoordenboek.nl/>

Peddemors, R. (2021, 15 april). Presentatie kick off programma klimaatneutrale en circulaire infrastructuurprojecten [Presentatieslides]. Duurzame-infra. <https://www.duurzame-infra.nl/Portals/0/PDF/Presentatie%20Wegverharding.pdf>

PIANOO. (2020, augustus). STAPPENPLAN: INKOPEN MET DE MILIEUKOSTENINDICATOR. https://www.pianoo.nl/sites/default/files/media/documents/2020-12/inkopen_met_de_milieukostenindicator-augustus2020.pdf

Platform CB'23. (z.d.). Over Platform CB'23. Geraadpleegd op 13 april 2021, van <https://platformcb23.nl/over-platform-cb-23>

Platform CB'23. (2020, juli). Meten van circulariteit (2.0). https://platformcb23.nl/images/downloads/2020/meten-van-circulariteit/20200702_Platform_CB23_Leidraad_Meten_van_circulariteit_versie_2.pdf

Platform CB'23. (2020b, juli). Paspoorten voor de bouw. https://platformcb23.nl/images/downloads/2020/paspoorten-voor-de-bouw/Platform_CB23_Leidraad_Paspoorten_voor_de_bouw_versie_2.0.pdf

Rijkswaterstaat. (z.d.). Onze organisatie. Geraadpleegd op 19 mei 2021, van <https://www.rijkswaterstaat.nl/over-ons/onze-organisatie>

Rijkswaterstaat. (2020, februari). Werken aan een circulaire economie. https://www.afvalcirculair.nl/publish/pages/91894/20200213_factsheet_algemeen-vormvrij_def.pdf

RWS/ProRail/CROW. (2018). SSK 2018: STANDAARDSYSTEMATIEK VOOR KOSTENRAMINGEN IN DE GWW SECTOR.

Stichting Nationale Milieudatabase. (z.d.). Over ons. Nationale Milieudatabase. Geraadpleegd op 19 mei 2021, van <https://milieudatabase.nl/organisatie/>

The Ellen MacArthur Foundation. (2013). TOWARDS THE CIRCULAR ECONOMY. https://www.werktrends.nl/app/uploads/2015/06/Rapport_McKinsey-Towards_A_Circular_Economy.pdf

Transitie naar Duurzame Wegverharding (1.3). (2020, februari). Ron Peddemors.

Van Dale. (z.d.). Gratis woordenboek. Geraadpleegd op 19 mei 2021, van <https://www.vandale.nl/opzoeken>

van Ewijk, H. (2020, 29 mei). Gevolgen van de gewijzigde EN 15804 voor de Bepalingsmethode Milieuprestatie. Nationale Milieudatabase. <https://milieudatabase.nl/gevolgen-van-de-gewijzigde-en-15804-voor-de-bepalingsmethode-milieuprestatie/#:%7E:text=Module%20D%2C%20die%20in%20EN,niet%20langer%20optioneel%20maar%20verplicht>

Bijlagen

Bijlage A:	Interviews en mails
Bijlage B:	Uitleg indicatoren Platform CB'23
Bijlage C:	Monitoringsmethodes
Bijlage D:	Monitoringsmethodes versus indicatoren
Bijlage E:	MKI versus indicatoren
Bijlage F:	Projecttoetsing Groot onderhoud Noord Nederland

Zie hiervoor het document 'De transitie naar een circulaire wegverharding; De bijlage'.