



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuur

KCI-Samenwerkingsafspraken

Van analyse naar doen



ip^o Interprovinciaal Overleg
van, voor en door provincies

 **UNIE VAN
WATERSCHAPPEN**

Inhoud

Leeswijzer	3
1. Achtergrond & Doel	4
2. Transitiepaden toegelicht	9
a. Wegverharding	10
b. Kunstwerken	14
c. Spoor	17
d. Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud	21
e. Weg-, Dijk- en Spoomaterieel (WDSM)	24
3. Samen aan de slag	27
Linken naar roadmaps transitiepaden	34

Leeswijzer

Deze 'KCI Samenwerkingsafspraken' zijn een vervolg op de strategie die in 2020 werd gepubliceerd. Hoofdstuk 1 beschrijft deze voorgeschiedenis en het doel van dit document. Na het verschijnen van de strategie, is in vijf zogenaamde 'transitiepaden' gewerkt aan de analyse van de opgave en verkenning van de oplossingsrichtingen. Hoofdstuk 2 schetst deze analyses. Hoofdstuk 3 tenslotte, geeft de afspraken weer die Rijk en medeoverheden hebben gemaakt om klimaatneutrale en circulaire infra daadwerkelijk tot stand te brengen.

Wilt u een idee hebben van maatregelen die nu al concreet kunnen worden genomen; lees dan vooral hoofdstuk 2. Bent u vooral geïnteresseerd in hoe de gezamenlijke overheden die maatregelen in praktijk willen brengen, ga dan meteen door naar hoofdstuk 3.

1. Achtergrond & Doel

Inleiding

In het Klimaatakkoord – als Nederlandse uitwerking van de afspraken van Parijs voor Nederland – is afgesproken dat het Rijk met de medeoverheden in 2030 zoveel mogelijk klimaatneutraal en circulair gaat werken in hun projecten in de Grond- Weg- en Waterbouwsector (GWW-sector, inclusief Spoor). Het Rijk heeft met de andere overheden een stevige invloed op de ontwikkeling van deze sector, die vrijwel volledig afhankelijk is van overheidsopdrachten. Dit document geeft invulling aan deze afspraak in het Klimaatakkoord¹ door de vervolgstappen uit te werken.

Als grote opdrachtgever van infrastructurele projecten heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) de ambitie om in deze projecten al in 2030 volledig klimaatneutraal en circulair te werken, met hoogwaardig hergebruik van alle materialen en halvering van het gebruik van primaire grondstoffen. Dat vermindert ook de uitstoot van fijnstof en stikstof. IenW richt zich op het verminderen van de eigen klimaatimpact én op het aanwenden van zijn invloed als grote opdrachtgever van infrastructurele projecten om de markt te verduurzamen.

Het Rijk heeft in 2020 de strategie Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuur (KCI) opgesteld. Deze strategie beschrijft hoe het Rijk – voortbouwend op de afspraken uit het Klimaatakkoord van 2019 – samen met gemeenten, provincies en waterschappen de verduurzaming van de markt in gang wil zetten. De focus ligt daarbij op vijf werksoorten binnen de GWW-sector. Hiervoor zijn transitiepaden opgesteld met een nadere analyse van de betreffende markt en mogelijke maatregelen (zie hoofdstuk 2).

De provincies werken aan de uitwerking hiervan via het Ambitiebepaling Provinciale KCI, met bijbehorende actieagenda. Hierin heeft het Interprovinciaal Overleg (IPO) het voortouw.

De waterschappen hebben in 2021 de Strategie Duurzaam Opdrachtgeverschap Waterschappen vastgesteld. Deze verbindt de duurzame ambities die de waterschappen eerder hebben onderschreven (o.m. uit Klimaatakkoord en Grondstoffenakkoord) met hun praktisch handelen. De Unie van Waterschappen (Unie) ondersteunt de waterschappen bij de implementatie én uitvoering van deze strategie in hun organisaties.

Ook diverse gemeenten werken aan het verminderen van de klimaatimpact van hun infrastructuur. Zij kunnen zich direct of indirect aansluiten bij KCI (indirect via bijvoorbeeld regionale samenwerkingsverbanden vanuit de provincies). De Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG) wordt op de hoogte gehouden, maar neemt vooralsnog geen actieve rol op zich.

Bundelen inkoopkracht als centrale pijler

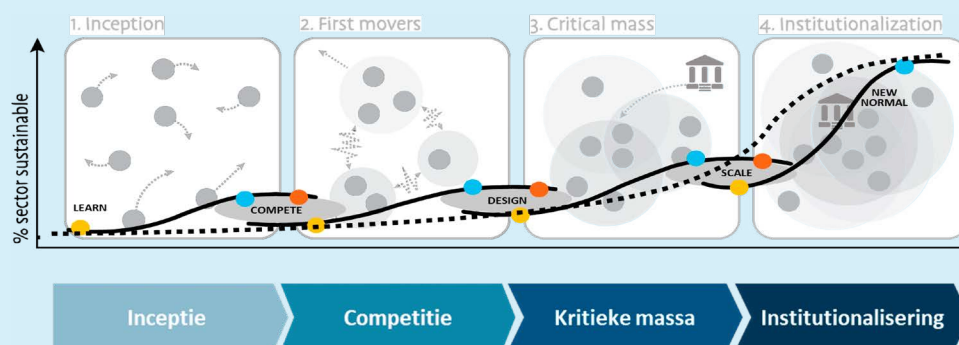
Het Klimaatakkoord noemt het bundelen van de inkoopkracht als centrale pijler onder de KCI-strategie. Het inzetten van de inkoopkracht vormt een krachtig instrument om de markt in een andere, meer gewenste richting te bewegen. De gezamenlijke overheden – Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen – bevragen de GWW-markt voor een bedrag van grofweg 18 miljard euro. Een derde van die uitvraag gebeurt door het Rijk, via Rijkswaterstaat en ProRail. Wanneer we als gezamenlijke overheden onze inkoopkracht op eenzelfde wijze inzetten, voorkomen we dat de markt te traag ‘omschakelt’ en koplopers de hoofdprijs betalen. Het gaat hier om inkoopkracht in brede zin. Dus zowel om de daadwerkelijke aanbesteding van een infraproject, als om keuzes in het ontwerp van infraprojecten en het verduurzamen van het assetmanagement.

Sturen op klimaatneutraliteit en circulariteit gebeurt niet alleen bij het bouwen van nieuwe infrastructuur. Er is veel winst te halen door zo lang mogelijk gebruik te maken van bestaande infrastructuur via goed beheer en onderhoud. Ook in vervanging en renovatie zit grote milieu-impact en daarmee mogelijke winst. Zo wordt het meeste asfalt gebruikt in het onderhouden van deklagen van bestaande wegen, en levert het hergebruik van liggers van viaducten – in plaats van ze tot betonpuin te vermalen – flinke CO₂-reductie en materiaalbesparing op. Het is dus van belang de hele keten te analyseren op CO₂-uitstoot en materiaalbeslag en op de reducties die daarin mogelijk zijn.

Naar een duurzame markt – de theorie

De transformatie van de markt naar een duurzame markt doorloopt vier fasen: inceptie, competitie, kritieke massa en institutionalisering². In fase 1 is er een beginnend bewustzijn en urgentie om duurzaamheidsproblemen aan te pakken, en te leren welke duurzame oplossingen mogelijk zijn en hoe deze werken. Kenmerkend voor deze fase is een veelheid aan gefragmenteerde pilots en projecten, die op zich niet leiden tot structurele verandering. In fase 2 krijgen de oplossingen uit fase 1 een plek in de businessmodellen van (markt)partijen en gaan deze partijen zich hiermee onderscheiden. Kenmerkend voor deze fase is concurrentie en innovatie. Essentieel voor deze fase is het creëren van vraag, het organiseren van aanbod en het verkleinen van risico's zodat partijen vol kunnen inzetten op de oplossingen. Dit leidt echter nog niet tot systemische verandering. In fase 3 vindt verdere opschaling plaats door een kritieke massa van partijen die non-competitief samenwerken en de voorwaarden creëren om duurzame oplossingen tot het nieuwe normaal te maken en het systeem écht te veranderen. In fase 4 lobbyt de kritieke massa van partijen voor institutionalisering van het nieuwe normaal. Door het creëren van een gelijk speelveld moeten achterblijvers zich ook aanpassen. Duurzame oplossingen landen in beleid, wet -en regelgeving waarmee het systeem definitief verandert.

De rollen voor de verschillende spelers in het veld (zoals marktpartijen, overheden, NGO's) verschillen per fase. Deze theorie geeft daarmee handelingsperspectief om bewust te sturen in elke fase van de transitie.



Figuur 1: Vier fasen in transitieprocessen

Transitiepaden voor werkterreinen met grootste klimaatimpact

KCI focust op vijf werkterreinen binnen de grond-, weg- en waterbouw die voor het Rijk de grootste klimaatimpact kennen: Wegverharding, Kunstwerken, Spoor, Kustlijnzorg & Vaargeulonderhoud, en Weg-, Dijk- en Spoomaterieel. Juist daar kunnen we het verschil maken; jaarlijks stoten de projecten van het Rijk en medeoverheden gezamenlijk zo'n 3 megaton CO₂ uit³ (scope 3 upstream ketenemissies). Per transitiepad is door Rijk, medeoverheden en de sector een gezamenlijke roadmap ontwikkeld waarmee we de weg naar 2030 uitstippelen. We bekijken wat er nu al kan, welke innovaties nodig zijn en hoe we de lat steeds hoger kunnen leggen.

De eerste drie transitiepaden – Wegverharding, Kunstwerken en Spoor – richten zich vooral op CO₂-reductie in het materiaalgebruik. De CO₂-impact ligt hier besloten in het winnen, transporteren en toepassen van beton, staal en asfalt. In deze transitiepaden is gezocht naar manieren om het gebruik van materiaal te verminderen en om minder belastende materialen te zoeken. Dit soort oplossingen hebben langere doorlooptijden. Naar verwachting zal de grootste CO₂-winst daarom pas na 2030 gehaald worden. Ook is er verschil in de invloed die we kunnen uitoefenen. De markt voor asfalt is nationaal en daardoor makkelijker te beïnvloeden dan de beton- en staalmarkt, waarin de Nederlandse infraprojecten relatief klein zijn.

De andere paden – Kustlijnverzorging & Vaargeulonderhoud, en Weg-, Dijk- en Spooarmaterieel – hebben vooral betrekking op materieel; op het energiegebruik van de vrachtwagens, de bouwmachines en de schepen. In deze transitiepaden is gezocht naar het verminderen van energiegebruik en naar niet-fossiele energiebronnen. Hiervoor bestaan al alternatieven – denk aan elektrificeren – zodat een groot deel van de CO₂-winst al in 2030 wordt voorzien.

Van Analyse naar Doen!

Onze aanpak is meerjarig. Daarmee zorgen we ervoor dat we de afgesproken koers vasthouden en dat investeringen van bedrijven op de langere termijn renderen. Juist zo'n meerjarig perspectief is belangrijk voor marktpartijen. Pilots alléén kunnen een dergelijk perspectief niet bieden; die moeten zijn ingebed in een implementatiestrategie (wat gebeurt er ná de pilot?).

Een aansprekend voorbeeld van duurzaamheid implementeren is de gemeente Amsterdam, die in 2015 besloot om de stadsbussen te elektrificeren. “Met dit plan nemen we afscheid van pilots of kleinschalige projecten. We hebben besloten het gewoon te doen, dus niet eerst experimenteren met vijf bussen, maar een volledige uitrol”, aldus de toenmalige wethouder in 2015⁴. De bussen worden geleverd door de Nederlandse busbouwer VDL en in 2025 moet het volledige busvervoer in de hoofdstad verlopen zonder dieselmotoren⁵.

Duurzaam initiatief lonend maken voor de sector; koploper en peloton-aanpak

Concreet betekent de KCI-aanpak dat we als overheden in onze rol als publieke opdrachtgever van aanleg, onderhoud en vervanging van infrastructuur doelstellingen opnemen voor klimaatneutraliteit en circulariteit. Hierbij gaan we werken met een koploper-peloton aanpak richting de markt. In een deel van de opdrachten zullen koplopers in de markt beloond worden, met als doel om tot 2030 een afzetmarkt te creëren voor partijen die over de meest duurzame gevalideerde innovaties beschikken. Dat kan bijvoorbeeld door voor die projecten hogere duurzaamheidseisen uit te vragen voor bijvoorbeeld beton, asfalt of werktuigen. Of hogere ambities van marktpartijen te belonen met gunningsvoordeel.

Daarnaast gaat het om het meenemen van het peloton. Sommige nieuwe maatregelen zijn al op korte termijn goed in inkoopprocessen te vertalen naar basiseisen die voor alle marktpartijen gelden. Als er voldoende marktpartijen bepaalde technieken of bouwwijzen kunnen aanbieden zullen overheden dit als eis opnemen in het gros van hun opdrachten, waardoor het peloton wel moet volgen.

De besparingen die marktpartijen in de projecten kunnen aantonen, monitoren we voortdurend. Ook treden we op als launching customer door duurzame innovaties in de praktijk te testen en leerruimte te creëren in projecten. Op deze manier maken we duurzaam initiatief lonend en zorgen we dat duurzame alternatieven sneller worden ontwikkeld. Via kennis- en ontwikkelprogramma's delen we de opgedane ervaringen. Hiermee dragen we niet alleen bij aan duurzame projecten en een beter klimaat, maar ook aan een vitale infrasector.

Afbakening

KCI richt zich op het reduceren van de emissies en het grondstofgebruik als gevolg van de opdrachten die we als opdrachtgevers in de markt zetten in de GWW-sector. Ook wel de "Scope 3 upstream emissies" genoemd. KCI richt zich niet op de uitstoot van de gebruikers van de infrastructuur. Er is echter wel een verband hiermee. Denk aan zwaardere vrachtverkeer, dat zwaardere eisen stelt aan de dimensionering van wegen en bruggen. Zo beïnvloedt het gebruik ook de mogelijkheden voor klimaatneutraliteit of circulariteit van infrastructuur.

Aanpalende beleidstrajecten

Naast het KCI-programma zijn er andere programma's die werken aan het verduurzamen van de bouwsector, met een accent op de GWW-sector. Het Schone Lucht Akkoordⁱ (SLA) richt zich specifiek op het reduceren van gezondheidsschade als gevolg van de uitstoot van fijnstof en stikstofoxiden. Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB) richt zich op het verbeteren van natuur, klimaat en gezondheid door het reduceren van de uitstoot van stikstof, CO₂ en fijnstof door werk-, vaar- en voertuigen in de hele bouwsector, dus ook de utiliteitsbouw en woningbouw. Het Uitvoeringsprogramma van het Transitieteam Circulaire Bouweconomie, een van de vijf transitieteams van het Nationale Programma Circulaire Economie (NPCE) tenslotte, richt zich op vier circulariteitsdoelen in de bouw (CO₂-reductie, biodiversiteit, milieukwaliteit en leveringszekerheid).

Onderlinge afstemming zorgt ervoor dat de programma's elkaar versterken, duidelijk is wie welk onderdeel oppakt, en welke onderdelen de programma's gezamenlijk uitvoeren. Voor SEB is afgesproken dat KCI één op één aansluit op de drie sectorbrede ambitieniveaus van SEB voor de twee transitiepaden 'Kustlijnverzorging en Vaargeulonderhoud' en 'Weg-, Dijk- en Spoormaterieel'. Beleidsprogramma SEB is daarmee ook verantwoordelijk voor de sectorbrede implementatie en voor (de sturing op) de herijking en actualisatie van de routekaart SEB. Het Nationaal Programma CE leunt voor de implementatie van de circulaire GWW-doelen op KCI. Ook de regie voor de sectorbrede implementatie blijft bij het Programma KCI liggen. Dit is zo opgenomen in het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE), dat afgelopen februari aan de Kamer is verstuurd (IENW/BSK-2023/33017).

Hoe we samenwerken – doel van dit document

De overheden trekken als opdrachtgevers binnen de GWW-sector gezamenlijk op om het klimaatneutraal en circulair werken in deze sector tot een succes te maken. De massa die we daarmee creëren, biedt houvast aan marktpartijen, geeft richting en stimuleert hen om de transitie te versnellen. De te behalen ambitie is eerder al beschreven in het Klimaatakkoord. Dit document beschrijft hoe we als overheden samenwerken binnen de transitiepaden en hoe we monitoring en kennisdeling en -ontwikkeling in gezamenlijkheid aanpakken (zie hoofdstuk 3). De tijd van analyse, pilots en kleinschalige projecten is voorbij, we gaan het gewoon doen!

ⁱ NB: de waterschappen nemen niet deel in het Schone Lucht Akkoord

2. Transitiepaden toegelicht

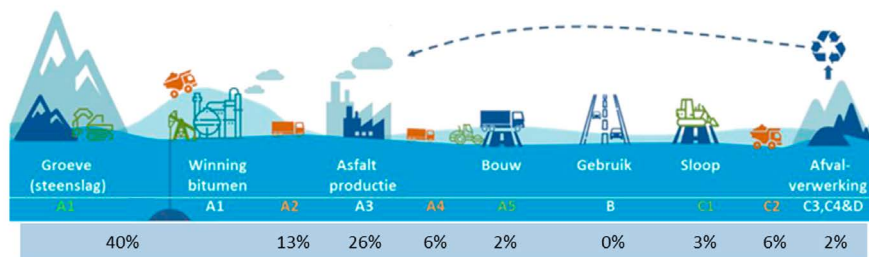


Wegverharding

Scope en milieubelang

Asfalt is nu het belangrijkste materiaal binnen Nederland voor de verharding van wegen met de grootste milieu-impact. Daarop ligt de focus van dit transitiepad. Omdat er ook naar alternatieven naast asfalt wordt gezocht, is er wel voor de benaming 'wegverharding' gekozen.

Asfalt wordt gemaakt van mineraal aggregaat (steen-, zand- en vulstoffractie) en bindmiddelen (bitumen; een reststroom uit de olieraffinage). De asfaltketen bestaat uit de winning van grondstoffen, productie in de asfaltcentrale, wegaanleg, onderhoud, sloop en hergebruik van materialen. Deze keten heeft in Nederland een jaarlijkse uitstoot van 550 kton CO₂-equivalenten⁶. Het grootste deel van die uitstoot is het gevolg van de winning en productie van asfalt (zie figuur 2).



Figuur 2: CO₂-eq uitstoot 2021 in de asfaltketen

Voor dit transitiepad betekent de ambitie van klimaatneutraliteit dat in de hele keten netto nul CO₂-equivalenten wordt uitgestoten, bij aanleg, onderhoud en sloop. Circulair werken binnen Wegverharding heeft betrekking op: (i) behoud en herstel van het milieu, (ii) behoud en creatie van waarde van objecten en materialen (hoogwaardig hergebruik heeft hierbinnen de voorkeur boven recycling), en (iii) beschermen van materiaalvoorraden (alleen primair materiaalgebruik waar dat echt nodig is). De uitdaging is om hergebruik te maximaliseren en voor productie van primair asfalt het gebruik van fossiele grondstoffen af te bouwen.

Markt en spelers

Rijkswaterstaat is de grootste wegbeheerder van Nederland, maar het grootste deel van het asfaltareaal ligt in de 342 gemeenten (zie kader). De overheden vragen veel verschillende asfaltmengsels uit. Voor Rijkswaterstaat gaat het vooral om ZOAB (zeer open asfaltbeton) en varianten daarvan. Provincies en gemeenten hebben andere eisen en vragen veel andere soorten mengsels uit.

Wegverhardingen in Nederland⁷

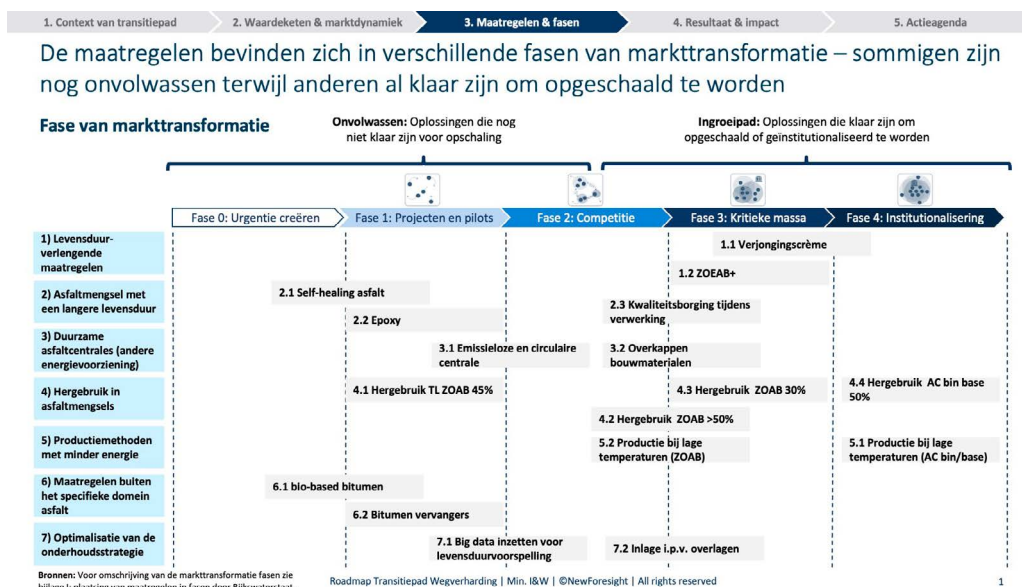
- In totaal ligt er in Nederland 479.000 km² aan geasfalteerde wegen (2019). Hiervan wordt ongeveer 18% beheerd door RWS, 12% door provincies, en 70% door gemeenten.
- In 2020 is er in Nederland in totaal 7,1 Mton asfalt aangebracht: 6 Mton (85%) voor vervanging en 1,1 Mton (15%) voor aanleg van nieuwe wegen. Het grootste deel van de vraag is afkomstig van gemeenten (58%). Rijkswaterstaat en provincies hebben respectievelijk een aandeel in de vraag van 27% en 15%.



Nederlandse aannemers vormen de markt; zo'n zeven grote spelers en 20 MKB bedrijven. Deze laatste worden ingezet door provincies en gemeenten. De 28 asfaltcentrales zijn meestal in eigendom van de grote aannemers. Er is overcapaciteit van asfaltcentrales om de pieken in asfaltbehoefte in het aanlegseizoen op te kunnen vangen. Dit zorgt tegelijk voor stevige concurrentie, die waarschijnlijk nog zal toenemen door het vaker toepassen van levensduurverlengende maatregelen en als gevolg daarvan een minder grote vraag naar nieuw asfalt. De asfaltproductie is kapitaalintensief door de hoge kosten voor het bouwen van de centrales. Bij elkaar zorgt dit ervoor dat investeringen in duurzame productie moeilijk zijn terug te verdienen.

Visie en verduurzamingsopties

Om tot een klimaatneutrale en circulaire wegverharding te komen, is gekeken naar de hele keten: alternatieve materialen (aggregaten, bindmiddelen), aanpassingen in de asfaltcentrales, verbetering in de aanleg, levensduurverlenging in de onderhoudsfase, en hergebruik van asfalt. Verschillende maatregelen blijken nu al uitvoerbaar, zoals verhoging van het percentage hergebruikt asfalt, verlagen van de temperatuur van asfaltmengsels bij de productie en levensduurverlengend onderhoud met zogenaamde 'verjongingscrèmes'. Andere maatregelen kunnen op middellange termijn worden uitgevoerd: nog verder hergebruik, andere energiebronnen voor asfaltcentrales, en datagedreven onderhoud. Pas op lange termijn zullen innovaties op het gebied van bijvoorbeeld de gebruikte materialen beschikbaar zijn, zoals bio-based bindmiddelen. De maatregelen bevinden zich in verschillende fasen van markttransformatie. Veel zitten er nog in een vroege fase, maar sommige zijn klaar om op te schalen. Overheden zijn grote afnemers voor wegverharding, waardoor ze gezamenlijk veel invloed kunnen hebben op de sector.



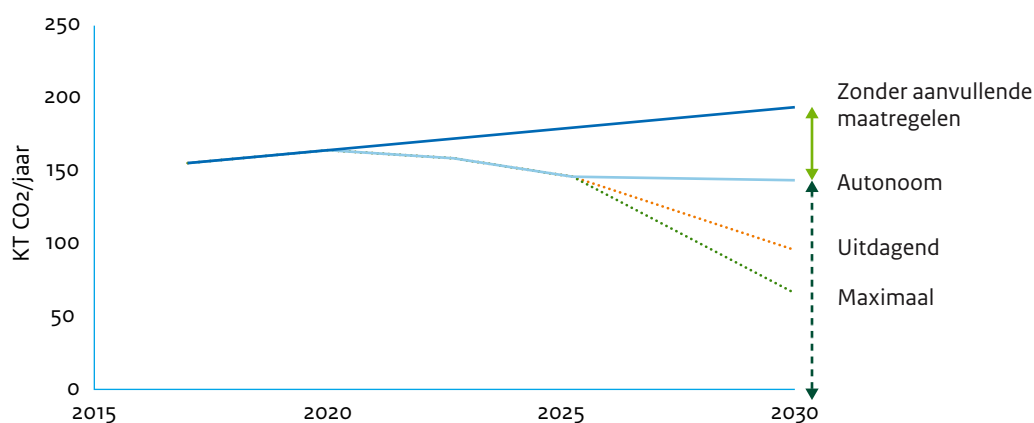
Figuur 3: Maatregelen rond asfalt in de transitiefasen



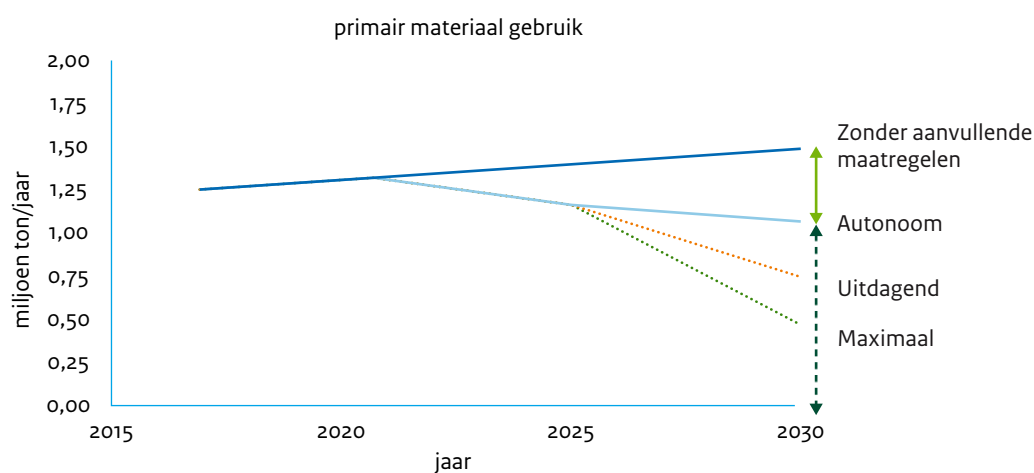
Wat gaat het transitiepad opleveren?

Voor Wegverharding is voor een viertal scenario's het effect op CO₂-reductie (figuur 4) en het gebruik van primaire grondstoffen (figuur 5) berekend:

1. *Zonder aanvullende maatregelen*: dit scenario schetst de ontwikkeling zonder aanvullende maatregelen. De verwachting is een groei van 15% tot 2030, vergeleken met 2020. Dit komt onder meer door de overstap van ZOAB naar tweelaags ZOAB door de geluidswetgeving, door noodzakelijke versterking als gevolg van intensiever gebruik, en door wegverbredingen;
2. *Autonoom*: dit scenario schetst de ontwikkeling indien verder wordt gegaan met het uitvragen van duurzaamheid en toepassen van technieken waarvan al gevalideerde mengsels bestaan, en waarbij in de productie wordt gestuurd op kwaliteitsborging en het naleven van aanlegprotocollen;
3. *Uitdagend*: in dit scenario is gerekend met een ETS prijs van €100,=/ton CO₂-equivalent;
4. *Maximaal*: in dit scenario is onder meer sprake van een nog hoogwaardiger hergebruik in asfalt-mengsels en het emissieloos en circulair maken van de asfaltcentrales.



Figuur 4: Reductiepad CO₂-uitstoot in kT CO₂/jaar



Figuur 5: Reductiepad primair grondstofgebruik in miljoen ton/jaar

Figuur 4 laat zien dat ook in het maximale scenario in 2030 geen 100% CO₂-reductie wordt gehaald, maar wel een reductie van 55%. Figuur 5 laat zien dat reeds in het uitdagende scenario, 50% grondstofvermindering wordt bereikt.



Wat is er nodig om de ambities te verwezenlijken?

Om deze transitie realiteit te laten worden, is het nodig dat opdrachtgevers meer gaan samenwerken. Momenteel bestaat er een Buyer Group van RWS en vier provincies (Noord-Holland, Noord-Brabant, Gelderland en Overijssel); uitbreiding naar meer provincies en gemeenten is gewenst. Door samen op te trekken, kunnen afspraken worden gemaakt over validatie van de kwaliteit, over de uit te vragen asfaltmengsels (aantal, temperatuur), en over de eisen aan centrales op vlak van energiegebruik. Verschillende maatregelen kunnen nu al worden uitgevraagd, voor maatregelen voor de langere termijn is het uitwerken van een kennisagenda nodig. Op termijn moeten ook wetgeving en beleid worden aangepast. De roadmap geeft een sectorbrede langetermijn visie op de inhoud en organisatie voor wegverhardingen, en een duidelijke focus in de ambities van overheid en markt als geheel. Deze moet voor langjarige eenduidigheid zorgen in de inkoopstrategie van verschillende overheden, inclusief het aanscherpen van de eisen in de loop der tijd. Een risico in deze transitie is de onvoldoende beschikbaarheid van secundaire grondstoffen door groei van het areaal, en door beter hergebruik van materialen in andere ketens. Andere risico's zijn onvoldoende gekwalificeerd personeel, onvoldoende financiële middelen, tegenvallende technische prestaties, en plotselinge veranderingen in het overheidsbeleid.

Hoe is de roadmap tot stand gekomen?

Het ministerie van IenW en Rijkswaterstaat (RWS) hebben samen het voortouw genomen om de roadmap op te stellen. Er is input opgehaald bij een groot aantal betrokkenen, waaronder opdrachtnemers, productleveranciers, provincies, kennisinstellingen, ingenieursbureaus, en platformorganisaties. Vervolgens zijn (i) de huidige prestaties met betrekking tot het transitiepad Wegverharding in kaart gebracht, (ii) de nodige maatregelen geïdentificeerd die bijdragen aan de duurzaamheidsambitie, (iii) de waardeketen en marktdynamiek genanalyseerd, en (iv) op basis van het markttransformatiemodel een strategie en concrete acties geformuleerd voor de periode tot 2030.

Een uitgebreide versie van de roadmap is te vinden op www.duurzame-infra.nl/roadmaps.



Kunstwerken

Scope en milieubelang

In het transitiepad kunstwerken gaat het om constructies die gebouwd zijn naast, in, of over vaar-, spoor- en gewone wegen. Denk daarbij aan bruggen, viaducten, onderdoorgangen, tunnels, damwanden en ook wegmeubilair. De grootste milieu-impact van kunstwerken is terug te voeren op de CO₂-uitstoot bij de winning van grondstoffen en de productie van materialen. Beton en staal spelen daarbij een hoofdrol. De scope van het transitiepad Kunstwerken beslaat echter niet alleen de winning van grondstoffen, maar de gehele levenscyclus: van ontwerp tot en met sloop en hergebruik. Alles bij elkaar leidt dat tot een brede scope van het transitiepad Kunstwerken.

De uitdaging voor het transitiepad is om het verminderen van gebruik van primaire grondstoffen en de CO₂-uitstoot te minimaliseren die vrijkomt bij het winnen van grondstoffen, bij de productie van materialen, en bij het bouwen en slopen van kunstwerken. Circulariteit betekent binnen het transitiepad: inzetten op waardebehoud en levensduurverlenging van bestaande kunstwerken, zo veel mogelijk hergebruik of hoogwaardige recycling van materialen en onderdelen van vrijkomende kunstwerken, circulair ontwerp van nieuwe kunstwerken en toepassing van secundaire materialen.

De totale CO₂-uitstoot die is gerelateerd aan kunstwerken in beheer bij Rijkswaterstaat en ProRail bedroeg 184 kton CO₂-equivalent in 2017 (RWS 150 kton en ProRail 34 kton). Bij de kunstwerken in beheer bij gemeenten, provincies en waterschappen gaat het om een geschatte hoeveelheid van grofweg 800 kton CO₂-equivalent. Deze getallen zullen naar verwachting nog flink stijgen wanneer de uitgangspunten voor de berekeningen bij de verschillende partijen beter op elkaar worden afgestemd. Dat geeft overigens geen verandering in de rest van de analyse en de voorgestelde oplossingsrichtingen.

Markt en spelers

De materialen beton en staal worden nu het meest gebruikt in kunstwerken; reden voor het transitiepad om die ketens nader te analyseren.

Kenmerkend voor de betonmarkt is het geringe aantal cementproducenten, die daardoor relatief veel marktmacht hebben. De invloed van bijvoorbeeld Rijkswaterstaat, een relatief kleine afnemer van cement, is beperkt. Dit geldt ook voor medeoverheden. Daar komt bij dat opdrachtgevers veelal op (lage) kosten, veiligheid en bereikbaarheid sturen. Duurzaamheid speelt nog maar een beperkte rol in inkoop en bij aanbestedingen. Om de kosten te drukken laten aannemers leveranciers concurreren op prijs en leveringssnelheid. Dit leidt tot het gebruik van veel beton. Hoogwaardig hergebruik en hoogwaardige recycling is op dit moment nog duur en er zijn weinig prikkels voor marktpartijen om hierop in te zetten.

De hoeveelheid staal die nodig is voor stalen kunstwerken is op de totale vraag naar staal erg klein en heeft daarmee beperkte invloed op de verduurzaming van de staalproductie zelf. Vanuit andere sectoren gebeurt er al wel veel op dit gebied. Er is echter nog maar een zeer beperkt aantal partijen dat (gerecycled en nieuw) staal met een lage CO₂-voetafdruk kan leveren. Tegelijk heeft Rijkswaterstaat veel marktmacht binnen het domein van de staalconstructie, een voornamelijk Nederlandse markt met een beperkt aantal aanbieders. Rijkswaterstaat zou die positie effectiever kunnen inzetten, bijvoorbeeld door meer regie te nemen in het ontwerpproces en meer te sturen op duurzaamheid. Op dit moment is er onzekerheid bij staalconstructiebedrijven over de mogelijkheid om duurzame investeringen terug te verdienen. Daardoor nemen bedrijven weinig risico en vindt er weinig innovatie plaats op het gebied van verduurzaming en circulariteit.

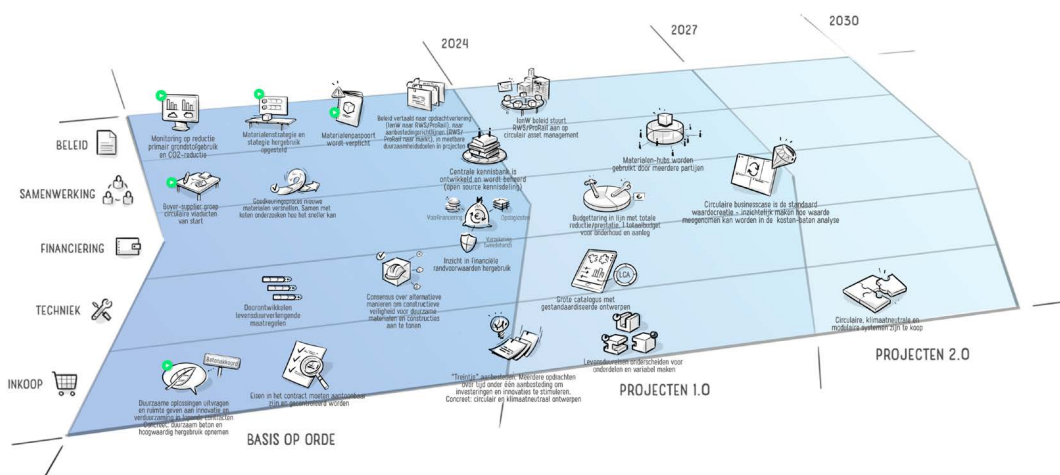


Om te kunnen investeren in klimaatneutrale en circulaire maatregelen vraagt de markt dat de overheden langjarig beleid uitzetten en bijpassende financiering garanderen. Voor een gelijkwaardig speelveld is het nodig dat overheden dezelfde aantoonbare eisen stellen en ook meer toetsen of geleverd is wat was aangeboden.

Visie en verduurzamingsopties

Om tot klimaatneutrale en circulaire kunstwerken te komen, is de hele levenscyclus van kunstwerken in beschouwing genomen: van de winning van grondstoffen en productie van materialen, via ontwerp, tot en met gebruik, sloop en hergebruik. Kenmerkend voor Kunstwerken is dat er relatief weinig ruimte is om de materialen zelf te verduurzamen. De focus ligt daarom op duurzame ontwerpkeuzes en het hergebruiken van onderdelen en materialen, om zo het gebruik van materiaal te verminderen. Sommige maatregelen binnen de cyclus zijn nu al inzetbaar, zoals het toepassen van duurzaam beton en van circulaire ontwerpprincipes. Andere maatregelen komen op middellange termijn beschikbaar. Denk daarbij bijvoorbeeld aan de toepassing van alternatieve constructieve betonmengsels of levensduurverlengende maatregelen en het structurele gebruik van een materialenpaspoort. Het hoogwaardig recycleren van beton en staal en het toepassen van (meer) biobased materialen in kunstwerken zijn voorbeelden van innovaties die op langere termijn inzetbaar kunnen zijn.

Transitiepad Kunstwerken heeft mogelijke maatregelen op alle onderdelen van het ontwerp- en inkoopproces in kaart gebracht.



Figuur 6: Bron: Flatland Agency

Wat gaat het transitiepad opleveren?

De roadmap geeft een sectorbrede langetermijn visie op inhoud en organisatie voor verduurzaming van kunstwerken, en duidelijke focus in ambities van overheid en markt als geheel. Deze moet voor langjarige eenduidigheid zorgen in de inkoopstrategie van verschillende overheden, inclusief het aanscherpen van de eisen in de loop van de tijd.

Wat is er nodig om de ambities te verwezenlijken?

Het verwezenlijken van de ambities van het transitiepad Kunstwerken vraagt om actie op verschillende gebieden. Als het gaat om beleid is het onder meer noodzakelijk een materialenstrategie en een strategie voor hergebruik op te stellen, en het maken van duurzame ontwerpkeuzes op te nemen als randvoorwaarde. Het betekent ook een verandering in de organisatie, die zich moet richten op maximaal hergebruik van objecten en materialen. Dat heeft impact op onder meer de onderhoudsstrategie, opslag van vrijgekomen materiaal en het eigenaarschap ervan. Daarnaast is het nodig de reductie van het primair grondstoffengebruik en de CO₂-uitstoot te monitoren.



De markt kan zich versneld ontwikkelen door de uitvraag van duurzame oplossingen zoals duurzaam beton, of hergebruikte producten te vergroten. Dit vraagt om samenwerking op het gebied van inkoop die via Buyer Groups – bijvoorbeeld voor circulaire viaducten en voor het toepassen van CO₂-arm beton – vorm kan krijgen.

Verder is het voor de transitie essentieel dat voldoende fundamentele kennisontwikkeling en kennisdeling plaatsvindt als het gaat om (bijvoorbeeld) kwaliteit en levensduur van duurzaam beton, levensduurverlengende maatregelen en hergebruik van elementen. Bovendien is, naast het ontwikkelen van kennis, ook ruimte nodig om te kunnen experimenteren met nieuwe technieken en innovaties die de transitie kunnen versnellen.

Hoe is de roadmap tot stand gekomen?

Het ministerie van IenW, Rijkswaterstaat en ProRail hebben samen het voortouw genomen bij het opstellen van de routekaart. Daarvoor is input opgehaald bij een groot aantal betrokkenen, zoals marktpartijen, medeoverheden en kennisinstellingen. Vervolgens zijn (i) de huidige CO₂-impact rond het transitiepad Kunstwerken in kaart gebracht, (ii) waarna de nodige oplossingen en maatregelen zijn geïdentificeerd die bijdragen aan de duurzaamheidsambitie. Ook is (iii) een analyse uitgevoerd van de waardeketen en marktdynamiek, en (iv) zijn op basis van het markttransformatiemodel een strategie en concrete acties geformuleerd voor de periode tot 2030.

Een uitgebreide versie van de roadmap is te vinden op www.duurzame-infra.nl/roadmaps.



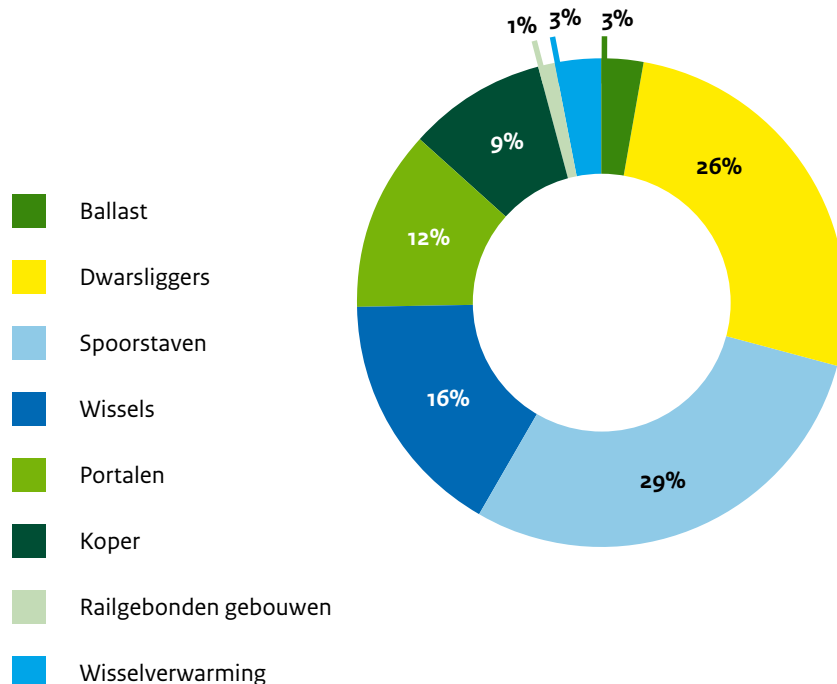
Spoor

Scope en milieubelang

Het transitiepad Spoor richt zich op het deel van de spoorinfrastructuur waar de trein overheen rijdt (de 'bovenbouw') en op het systeem voor energievoorziening. De bovenbouw bestaat uit vier hoofdonderdelen: (i) spoorstaven (rails), (ii) dwarsliggers, (iii) ballast en (iv) wissels. De energievoorziening betreft een verzameling objecten, systemen en materialen gerelateerd aan de energievoorziening van het spoor (de bovenleiding inclusief draagconstructie, gebouwen rond het spoor met technische installaties en de wisselverwarming). De productie en verwerking van spoorstaven en dwarsliggers hebben de grootste milieu-impact (zie figuur 7).

In totaal bedroeg de CO₂-uitstoot gerelateerd aan bovenbouw en energievoorziening 57 kton in 2021⁸. De grootste uitstoot is gerelateerd aan spoorstaven (29%) en dwarsliggers (26%). Dit komt doordat er veel emissies vrijkomen bij de productie van staal en beton.

De ambitie van klimaatneutraliteit betekent voor het transitiepad Spoor dat er ten behoeve van de winning van materialen, productie van onderdelen, en aanleg en onderhoud van het spoor, netto nul uitstoot plaatsvindt van CO₂-equivalenten. Circulariteit betekent dat gebruikte producten en materialen na einde levensduur een andere, zo hoogwaardig mogelijke functie krijgen door bijvoorbeeld hergebruik op productniveau of hergebruik op materiaalniveau.



Figuur 7: Uitstoot van CO₂ in de bovenbouw van de spoorinfrastructuur



Markt en spelers

ProRail beheert als opdrachtgever circa 7.000 km aan spoor, terwijl tram- en metrobedrijven zoals de RET, GVB, HTM en U-OV gezamenlijk ruim 750 km aan tram- en metrospooren beheren. In de spoorbouw zijn er zeven erkende spooraannemers die werk voor ProRail uitvoeren. Dit zijn middelgrote en grote ondernemingen, die veelal ook actief zijn in andere sectoren van de (infra)bouw. Om voor ProRail als hoofdaannemer op te kunnen treden voor spoorvernieuwingsprojecten dient een bedrijf een erkenning te verkrijgen. De spoorbouwsector is daardoor een betrekkelijk kleine en overzichtelijke sector. ProRail heeft al een reductie van de CO₂-uitstoot ter grootte van 7% vanaf 2015 tot stand gebracht door aan te besteden met de MKI als gunningscriterium. Ook toekomstige verbeteringen worden gestimuleerd met dit hulpmiddel.

Een viertal onderdelen wordt nader toegelicht.

Spoorstaven

De Europese markt voor staal is groot en de vraag naar staal voor spoorstaven vanuit Nederland is hierbij in vergelijking klein. Dat beperkt de invloed vanuit Nederland op de verduurzaming van de spoorstaafproductie.

Het aantal producenten van spoorstaven is klein en ook voor het leveren van materialen is een erkenning van ProRail nodig. Al met al leidt dit er nu toe dat een koploeraanpak om de markt te verduurzamen niet heel effectief zal zijn.

Dwarsliggers

Betonnen dwarsliggers vormen binnen de markt voor beton maar een klein marktsegment. Er is sprake van een beperkt aantal producenten en leveranciers, waarbij vooral kleine producenten aan de slag zijn met duurzame innovaties. Zo komen op korte termijn dwarsliggers beschikbaar met een kleinere milieuoetadruk.

Ballast

Vanuit arbo-eisen is het streven om op termijn alleen kwartsvrije ballast te gebruiken. Dit heeft mogelijk grote gevolgen voor de milieu-impact. Enerzijds, omdat de groeves die kwartsvrij materiaal kunnen leveren, verder weg liggen (extra transport). Anderzijds is hergebruik van ballast wellicht niet langer mogelijk (extra grondstofgebruik). Het is op dit moment nog niet duidelijk wat de uitkomst in de afweging tussen arbo- en milieueisen wordt.

Wisselverwarming

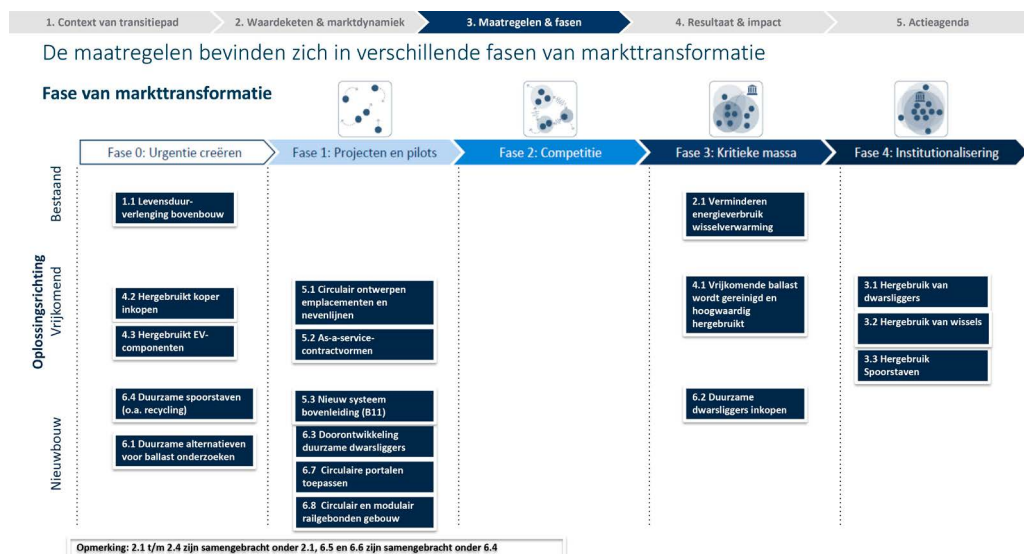
ProRail werkt aan de vermindering van de CO₂-uitstoot van wisselverwarming door:

- Verdere vervanging van gasgestookte door elektrische verwarming,
- Scherpere aansturing van de verwarming (minder preventief), en
- Aanpassing van het ontwerp, waardoor wissels efficiënter worden verwarmd.

Deze maatregel neemt ProRail zelf, zonder actieve betrokkenheid van de markt.

Visie en verduurzamingsopties

Om tot klimaatneutraal en circulair spoor te komen (bovenbouw en energievoorziening) zijn voor bestaand, vrijkomend en nieuw spoor verschillende maatregelen geïdentificeerd. Daarbij is de gehele keten in beschouwing genomen: van circulair ontwerp, en het gebruik van duurzame producten en materialen, levensduurverlenging bovenbouw, het verminderen van energieverbruik voor wisselverwarming, tot hergebruik van vrijkomende producten en materialen. De maatregelen bevinden zich in verschillende fasen van volwassenheid. Sommige zijn nu reeds inzetbaar, zoals het hergebruik van wissels en het hoogwaardig hergebruiken van ballast. Andere zijn op middellange termijn uitvoerbaar. Dan gaat het bijvoorbeeld om het hergebruik van spoorstaven en de toepassing van duurzame dwarsliggers van gerecycled beton. Het ontwikkelen van duurzame alternatieven voor ballast en de productie van dwarsliggers met biobased materialen zijn innovaties voor de langere termijn.



Figuur 8: Maatregelen rond spoor in de transitiefasen

Wat gaat het transitiepad opleveren?

Voor het transitiepad Spoor is voor een drietal scenario's het effect op CO₂-reductie berekend.

- het scenario 'Autonoom' schetst de verwachte ontwikkeling op basis van autonome beleidsontwikkeling zonder verdergaande maatregelen.
- het scenario 'Versnelling' schetst de verwachte ontwikkeling bij de inzet van de geïdentificeerde maatregelen die 100 of minder euro per ton vermeden CO₂ kosten.
- het scenario 'Maximaal' schetst de technisch maximaal haalbare ontwikkeling. Ten opzichte van 'Versnelling' worden in dit scenario ook duurdere en disruptieve maatregelen ingezet.

De doorrekening van de scenario's laat zien dat de ambitie van het transitiepad Spoor op het gebied van klimaatneutraliteit in 2030 nog niet worden bereikt. Spoor degenerereert tijdens het gebruik en dient uiteindelijk te worden vervangen door nieuw materiaal, met een flinke CO₂-voetafdruk. Het streven naar een reductie van 30% in 2030 lijkt realistischer, maar die reductie kan wel doorzetten daarna. Innovaties op het gebied van duurzame productontwikkeling kunnen een belangrijke versnelling teweegbrengen. ProRail zet in op het (grootschalig) toepassen van duurzame dwarsliggers. Duurzaam inkopen van spoorstaven heeft in 2030 nog een beperkt effect, maar heeft een hoge potentie op de langere termijn. ProRail laat de mogelijkheid van recycling en duurzamere productie van spoorstaven onderzoeken.

Wat is er nodig om de ambities te verwezenlijken?

Zoals beschreven is de markt voor spoormaterialen relatief klein en stelt ProRail strenge eisen aan die materialen, aan de producenten ervan, en aan de bedrijven die de materialen toepassen. Veel hangt daarmee af van de interne ProRail organisatie, bijvoorbeeld waar het gaat om het anders opstellen van specificaties. Deze dienen functioneler te worden, waardoor een betere afweging gemaakt kan worden tussen duurzaamheid, kosten, veiligheid en levensduur. De benodigde personele capaciteit hiervoor met name bij de afdeling Asset Management dient te worden geregeld. MKI-sturing is een blijft een belangrijk instrument om verduurzaming te bereiken.

ProRail heeft de KCI-roadmap opgenomen in het spoor Materialen van de Routekaart Verduurzaam, waarmee ProRail intern werkt. In het ProRail-team 'Materialen' zal de roadmap nog verder worden doorontwikkeld en zullen de acties worden opgepakt.



Hoe is de roadmap tot stand gekomen?

Het ministerie van IenW, Rijkswaterstaat en ProRail hebben samen het voortouw genomen bij het opstellen van de routekaart.

Allereerst zijn (i) de huidige prestaties met betrekking tot het transitiepad Spoor in kaart gebracht, waarna (ii) maatregelen en oplossingen zijn geïdentificeerd die bijdragen aan de duurzaamheidsambitie. Ook is (iii) een analyse gemaakt van de waardeketen en marktdynamiek, en (iv) zijn op basis van het markttransformatiemodel een strategie en concrete acties geformuleerd voor de periode tot 2030.

Een uitgebreide versie van de roadmap is te vinden op www.duurzame-infra.nl/roadmaps.



Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud

Scope en milieubelang

Voor het onderhoud aan de kustlijn (door bijvoorbeeld strandsuppleties) en bij baggerwerkzaamheden voor het onderhoud van vaargeulen in zoet water ('zoet baggerwerk') en op zee ('zout baggerwerk'), zetten aannemers materieel in dat CO₂, stikstof en fijnstof uitstoot. In 2021 bedroeg de totale CO₂-uitstoot van kustlijnzorg en vaargeulonderhoud in opdracht van IenW 175 kton CO₂-equivalent⁹ (bandbreedte 130-220 kton). Het grootste deel van de emissies (84%) vindt plaats bij het transport van bagger/grond.

De uitdaging voor het transitiepad Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud op het gebied van klimaatneutraliteit is om de CO₂-uitstoot als gevolg van de baggerwerkzaamheden in 2030 terug te brengen tot nul of te compenseren. Voor fijnstof en stikstofemissies gelden reductiedoestellingen van respectievelijk 75% en 60%. De route die het transitiepad hiervoor uitzet, richt zich vooral op het verduurzamen van materieel (zoals baggerschepen en amfibische kranen).

Een tweede uitdaging voor het transitiepad ligt op het vlak van circulariteit. Hierbij gaat het om het zo hoogwaardig mogelijk gebruiken van het materiaal dat bij 'zoete' baggerwerkzaamheden vrijkomt.

Markt en spelers

De opdrachten in de zoute baggermarkt komen vooral van Rijkswaterstaat en havenbedrijven. Deze markt is internationaal en kapitaalintensief. Investerings zijn groot, afschrijvingen duren lang en de terugverdientijd is afhankelijk van de bezettingsgraad van het materieel. Dit leidt tot financiële risico's en vormt een belemmering voor het gebruik van alternatieve aandrijflijnen op basis van hernieuwbare energiedragers. De bouw van schepen en baggermaterieel (zoet en zout) is een kleine nichemarkt met enkele spelers en specialistische afnemers. De zoete baggermarkt is eveneens kapitaalintensief, maar kent een meer nationaal karakter met veel (kleine) spelers. Rijkswaterstaat en de waterschappen zijn verantwoordelijk voor 60% van de vraag naar zoet baggerwerk.

De markt voor bagger uit zoetwater is in beginsel nationaal, maar het speelveld is gebaseerd op Europese regelgeving. Maatschappelijke opgaven – droge voeten houden bijvoorbeeld – leiden naar verwachting tot een toenemende vraag naar grond en bagger in de GWW-sector. Minder gebruik is daarom geen optie, te meer omdat vervangende restmaterialen uit andere ketens in onvoldoende volumes beschikbaar zijn. Rijkswaterstaat en de waterschappen leveren circa 90% van het gebaggerde materiaal.

Visie en verduurzamingsopties

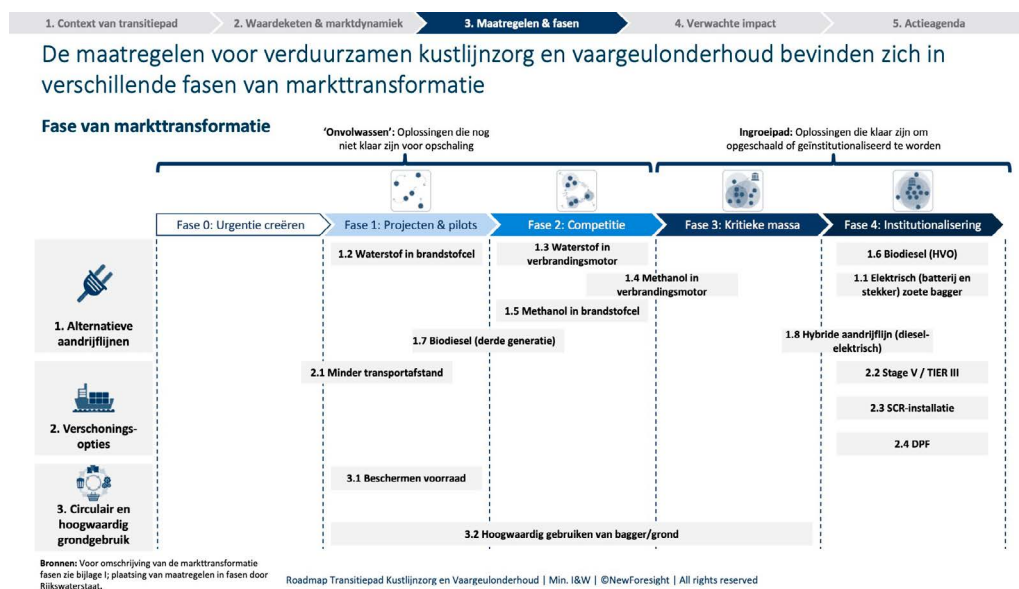
De maatregelen waarmee verduurzaming op het transitiepad Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud kan plaatsvinden, richten zich op twee sporen. Bij het eerste spoor gaat het om het reduceren van de uitstoot van CO₂, stikstof en fijnstof door het verduurzamen van (de aandrijving van) het baggermaterieel. Het tweede spoor betreft het optimaliseren van het systeem om met bagger om te gaan en om die zo hoogwaardig mogelijk te gebruiken.



Voor het verduurzamen van het materieel zijn verschillende maatregelen geïdentificeerd. Deze bevinden zich in verschillende fasen van markttransformatie. Sommige zijn nu al uitvoerbaar, zoals het gebruik van schonere motoren en het verwijderen van roetdeeltjes uit rookgassen. Andere maatregelen zijn op middellange termijn inzetbaar, zoals elektrificering van klein materieel. Aandrijving op basis van waterstofbrandstofcellen is een voorbeeld van een innovatie die pas op langere termijn beschikbaar is.

Ook op het gebied van het omgaan met het gebaggerde materiaal zijn maatregelen geïdentificeerd die zich in verschillende fasen van inzetbaarheid bevinden. Diverse maatregelen richten zich op verbetering van de regelgeving, die een midden moet zien te vinden tussen wensen voor hergebruik (hoogwaardig) enerzijds en eisen aan kwaliteit (veilig) anderzijds.

Naast het verbeteren van regelgeving kan op technisch vlak voor de middellange termijn gedacht worden aan de ontwikkeling (via onderzoek en experimenten) van nieuwe mogelijkheden voor hoogwaardig gebruik van baggermateriaal. Het winnen van klei uit bagger ten behoeve van dijkverbeteringen of het ophogen van landbouwgronden zijn hier voorbeelden van. Ook wordt gewerkt aan technieken om van bagger stenen te maken.



Figuur 9: Maatregelen rond Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud in de transitiefasen

Wat gaat het transitiepad opleveren?

Voor het transitiepad Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud is voor twee scenario's het effect op de emissies van CO₂, stikstof (NOx) en fijnstof berekend van het baggerwerk zelf (effecten hergebruik zijn nu niet door te rekenen).

Binnen het scenario 'Autonoom' ontbreken aanvullende maatregelen, en is er geen sprake van nieuwe inkooprikkels om de markt aan te zetten tot verduurzaming (zie tabel). Het scenario 'Uitdagend en haalbaar' levert meer reductie op. Dit scenario zet in op het nemen van reductiemaatregelen die per ton vermeden CO₂ maximaal 100 euro kosten.



Onderstaande tabel laat onder meer zien dat het scenario Uitdagend en haalbaar voor zoet baggerwerk uitzicht geeft op een CO₂-reductie in 2030 van 61% ten opzichte van 2021. Voor zout baggerwerk ligt dit percentage op 45%.

Welk onderdeel transitiepad	Soort reductie	Autonome ontwikkeling	Uitdagend en haalbaar
Vaargeulonderhoud zoet	CO ₂ -reductie in 2030*	18%	61%
	NO _x -reductie in 2030*	10%	67%
	PM ₁₀ -reductie in 2030*	19%	85%
Kustlijnzorg en vaargeulonderhoud zout	CO ₂ -reductie in 2030*	5%	45%
	NO _x -reductie in 2030*	27%	70%
	PM ₁₀ -reductie in 2030*	0%	0%

*ten opzichte van 2021

Wat is er nodig om de ambities te verwezenlijken?

Voor het verwezenlijken van de ambities van het transitiepad Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud op het gebied van emissiereductie is het allereerst nodig dat opdrachtgevende overheden meer samenwerken en op eenzelfde wijze opdrachten in de markt zetten. Hieraan gerelateerd zijn het opstellen van een gezamenlijke inkoopstrategie, het hanteren van minimale contracteisen en het belonen van koplopende marktpartijen van belang om het transitietempo hoog te houden. De markt kan zich versneld ontwikkelen door de vraag naar duurzame oplossingen te bundelen en te vergroten.

Daarnaast is er op technisch vlak meer onderzoek en innovatie nodig. Bijvoorbeeld naar methodes om te kunnen baggeren met lager piekvermogen, of het toepassen van een stationair zuig- perssysteem voor zand en slib ter vervanging van varend materieel.

Ook als het gaat om het circulair omgaan met baggermateriaal is meer onderzoek nodig. Zo doet Rijkswaterstaat onderzoek naar de effecten van methaanemissies uit bagger. Dit levert kennis op die nodig is om te bepalen of het materiaal hoogwaardig gebruikt kan worden. Omdat naar verwachting steeds meer bagger gebruikt zal worden, is het van belang om een visie te ontwikkelen op de het borgen van de beschikbaarheid van baggermateriaal in het licht van toekomstige maatschappelijke opgaven. Daarnaast is het van belang de bestaande regelgeving te verbeteren, zodat grondverzet circulair wordt uitgevoerd.

Hoe is de roadmap tot stand gekomen?

Het ministerie van IenW en Rijkswaterstaat hebben het voortouw genomen bij het opstellen van de routekaart. Er is input opgehaald bij een groot aantal betrokken partijen. Vervolgens zijn (i) de huidige prestaties met betrekking tot het transitiepad Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud in kaart gebracht, waarna (ii) maatregelen en oplossingen zijn geïdentificeerd die bijdragen aan de duurzaamheidsambitie. Ook is (iii) een analyse gemaakt van de waardeketen en marktdynamiek, en (iv) zijn op basis van het markttransformatiemodel een strategie en concrete acties geformuleerd voor de periode tot 2030.

Een uitgebreide versie van de roadmap is te vinden op www.duurzame-infra.nl/roadmaps.



Weg-, Dijk- en Spoormaterieel (WDSM)

Scope en milieubelang

Een groot deel van het materieel dat aannemers inzetten bij het werk aan wegen, dijken en spoor is voorzien van een verbrandingsmotor. Het materieelgebruik leidt daarmee tot de uitstoot van CO₂, stikstof en fijnstof. Daarbij gaat het om de emissies van het materieel op de bouwplaats (bouwmaterieel) en de emissies ten gevolge van de logistiek van en naar de bouwplaats (bouwlogistiek). In 2021 bedroeg die uitstoot 980 kton aan broeikasgassen, 5,63 kton aan stikstof en 234 ton aan fijnstof¹⁰ (Rijk en mede-overheden tezamen). Het transitiepad Weg-, Dijk- en Spoormaterieel (WDSM) werkt aan een reductie van al deze emissies vanwege de betrokkenheid bij zowel KCI als SEB.

De milieu-impact van WDSM omvat de hele keten (Well-To-Wheel). Dat wil zeggen (i) de productie, het gebruik en de sloop van de machines en voertuigen, en (ii) de productie en gebruik van energiedragers en daarbij benodigde systemen en installaties.

De ambitie van het transitiepad WDSM is om zowel klimaatneutraal (netto nul CO₂-equivalent) en circulair te werken in 2030, als het halen van de doelen op het gebied van stikstof en fijnstof (60% stikstofreductie in 2030, resp. 75% minder gezondheidsschade door fijnstof). Een transitie van fossiel bouwmaterieel naar zero-emissie (ZE) materieel is hiervoor op termijn de meest voor de hand liggende invulling, zeker wanneer er alleen groene stroom wordt gebruikt.

Markt en spelers

De opdrachten in de GWW- en spoorsector komen voor het overgrote deel van overheden (het Rijk via RWS en ProRail, provincies, gemeenten en waterschappen). Nederland is tot nu toe het enige land binnen Europa dat een landelijk beleid ontwikkelt dat is gericht op het bevorderen van emissieloos bouw-materieel.

Aan opdrachtnemende kant zijn voor het transitiepad WDSM vooral de bouwsector die materieel inzet en de fabrikanten en leveranciers van materieel relevant. Binnen de bouwsector is een groot aantal aannemers actief van verschillende grootte. Er is een groeiende trend bij (bouw)bedrijven om materieel te leasen of te huren. Grote internationale spelers domineren de productie van materieel. In Nederland zijn importeurs en leveranciers voor alle grote fabrikanten van mobiele werktuigen actief. Ombouw en retrofit van mobiele werktuigen vindt in Nederland plaats bij een klein aantal bedrijven.

De productie en levering van (middel-) zware elektrische machines is momenteel nog maatwerk. Seriereproductie moet voor het zwaardere emissieloze materieel nog op gang komen. Een factor die daarbij een rol speelt is de beperkte internationale vraag. Nederland is verhoudingsgewijs een kleine markt. De beschikbaarheid van kleiner zero-emissie materieel op de Nederlandse markt neemt echter sterk toe. De start van de eerste seriereproductie gaf direct positieve gevolgen voor de prijsontwikkeling.



Visie en verduurzamingsopties

De maatregelen waarmee verduurzaming op het transitiepad WDSM kan plaatsvinden, zijn onder te verdelen in verschillende categorieën:

1. Transitie naar zero-emissie, via bijvoorbeeld batterij-elektrisch en netaansluitingen,
2. De eerste jaren nog stimuleren van schonere diesels en het uitfasen van de meest vervuilende diesels, en
3. Slimme procesmaatregelen, gericht om minder en efficiënter gebruik van energie, zoals het optimaliseren van de bouwlogistiek en de inzet van bouw- en werkmethoden die minder inzet van materieel vragen of efficiënter gebruik mogelijk maken. Door onderdelen te prefabriceren zijn er bijvoorbeeld minder transportbewegingen nodig om losse onderdelen te verplaatsen. Veel van dit type maatregelen staan al in de roadmaps van wegverhardingen, spoor, en kunstwerken.

De maatregelen bevinden zich in verschillende fasen van markttransformatie; veel ervan zitten er nog in een vroege fase, maar sommige zijn nu al uitvoerbaar. Denk daarbij bijvoorbeeld aan schonere dieselmotoren. Die hebben positief effect op stikstof- en fijnstofemissies, maar brengen de ambities rond CO₂-reductie niet dichterbij. Elektrificeren van licht materieel is al gestart, maar zal nog fors moeten opschalen. Innovaties die pas op langere termijn beschikbaar zullen zijn, zijn bijvoorbeeld het elektrificeren van zwaar en specialistisch materieel en de inzet van waterstof.

De hoeveelheid biobrandstoffen die Nederland kan inzetten is gelimiteerd op grond van EU-regelgeving, die daarmee onder meer verdringingseffecten tegengaat (speelt bij voedselgewassen). Een groter gebruik van biobrandstoffen in de bouw leidt dus niet tot extra emissiereductie en wordt daarom niet gestimuleerd binnen de scope van WDSM.

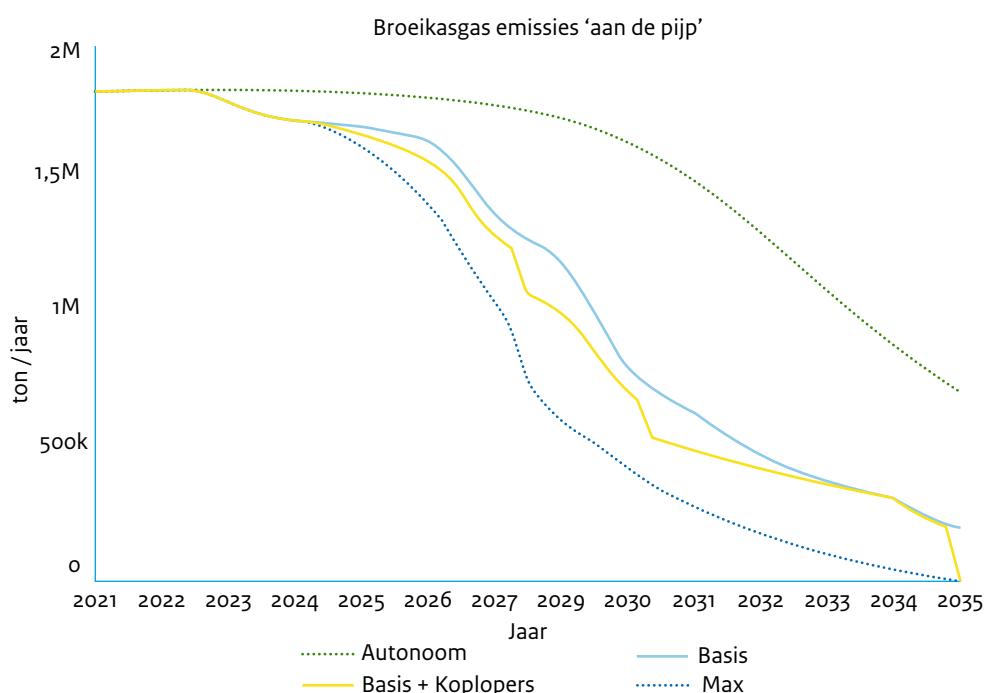
Wat gaat het transitiepad opleveren?

Het transitiepad WDSM gaat uit van een heldere ambitie: 100% emissieloos materieel in 2030 of zo snel mogelijk daarna. Het tijdspad is onderverdeeld in vier perioden. Per periode gelden basiseisen voor het inzetten materieel (mobiele werktuigen en bouwlogistiek). Stapsgewijs vindt verscherping plaats van deze basiseisen. Opdrachtgevers stimuleren de ontwikkeling met gunningscriteria en contracteisen, die in koploperprojecten nog wat scherper zijn. Dit werken opdrachtgevers uit in hun inkoopstrategie.

Voor een viertal scenario's is het effect van verschillende maatregelpakketten op broeikasgasemissies, stikstofemissies, en fijnstofemissies berekend:

- Autonoom: business as usual;
- Basis: een scenario dat voor de hele bouwsector ('peloton') is opgesteld;
- Basis + koplopers: combinatie van het basisscenario en de koploeraanpak met verhoogde ambitie voor koplopers in de markt;
- Max: een maximaal scenario waarbij alle knoppen op de maximale stand zijn gezet.

In de grafiek¹¹ op de volgende pagina is het verloop van de emissie van CO₂-equivalenten weergegeven voor de scenario's 'Autonoom' en 'Uitdagend en haalbaar', en voor het samengestelde scenario 'Huidig'. De grillige vorm van het Huidig scenario is het gevolg van de overgangen naar een hoger percentage koploperprojecten.



Figuur 10: Emissie van CO₂-equivalenten

Wat is er nodig om de ambities te verwezenlijken?

Het verwezenlijken van de ambities van het transitiepad WDSM vereist om inzet op verschillende terreinen. Als het gaat om 'beleid en samenwerking' is het onder meer nodig initiatieven tot samenwerking in de sector (nationaal en internationaal) te stimuleren. Op het gebied van contractering is het ontwikkelen van inkoopinstrumenten en gezamenlijk optrekken in de inkoopstrategie voor een 'Zero Emissie'-bouwplaats cruciaal. De markt kan zich versneld ontwikkelen door de vraag naar duurzame oplossingen te bundelen en te vergroten. Daarnaast vraagt het domein 'techniek en proces' bijvoorbeeld om meer onderzoek naar werkmethode en werkwijzen op de bouwplaats (ook voor de veiligheid) en het ontwikkelen en implementeren van onder meer een plan voor laadinfrastructuur. Ten slotte liggen er ook op het gebied van financiering – bijvoorbeeld via subsidies – mogelijkheden om de transitie te versnellen.

De roadmap geeft een sectorbrede langetermijn visie op inhoud en organisatie voor verduurzaming van materieel, en een duidelijke focus voor overheid en markt als geheel. Deze moet voor langjarige eenduidigheid zorgen in de inkoopstrategie van verschillende overheden, inclusief het aanscherpen van de eisen in de loop van de tijd. Verder is het voor de transitie wezenlijk dat er voldoende kennisontwikkeling en -deling plaatsvindt op het vlak van 'zero emissie'-technologieën, net als ruimte om te experimenteren met nieuwe technieken en te innoveren.

Hoe is de roadmap tot stand gekomen?

I&W, RWS en ProRail hebben het voortouw genomen bij het opstellen van de roadmap. Ook heeft de PIANOo Buyer Group Zero Emissie Bouwmaterieel input geleverd en is de roadmap nauw afgestemd met een groot aantal stakeholders die samen een representatieve afspiegeling van de sector vormen.

Vervolgens zijn (i) de huidige prestaties met betrekking tot het transitiepad duurzame WDSM in kaart gebracht, waarna (ii) maatregelen en oplossingen zijn geïdentificeerd die bijdragen aan de duurzaamheidsambitie. Ook is (iii) een analyse gemaakt van de waardeketen en marktdynamiek, en (iv) zijn op basis van het markttransformatiemodel een strategie en concrete acties geformuleerd voor de periode tot 2030.

Een uitgebreide versie van de roadmap is te vinden op www.duurzame-infra.nl/roadmaps.

3. Samen aan de slag

De GWW-sector (incl. Spoor) kent voornamelijk publieke en semipublieke opdrachtgevers. Dat maakt van het benutten van die publieke inkoopkracht een krachtig instrument om de transitie naar een duurzame sector te versnellen. De roadmaps die er nu voor elk transitiepad liggen, maken deze ambitie concreet en geven de route aan naar klimaatneutrale en circulaire infraprojecten in 2030. Ze laten zien welke maatregelen nu al inzetbaar zijn, welke innovaties gewenst zijn en hoe we de lat steeds hoger kunnen leggen. Door de meerjarige aanpak houden we koers.

Het Klimaatakkoord, met daarin de ambitie om in 2030 zoveel mogelijk klimaatneutraal en circulair te werken, is door alle overheden ondertekend. De tekst hieronder gaat in op de vraag hoe we dat vormgeven, wat ervoor nodig is en wie eraan gaan bijdragen. De afspraken hieronder richten zich op overheden, voor specifieke onderwerpen kunnen separaat ook met marktpartijen afspraken worden gemaakt.

Deel 1 – Transitie in gang zetten met grootste impact

1a – Lerend implementeren met de roadmaps

De afgelopen twee jaar zijn roadmaps opgesteld met maatregelen voor de korte en de lange termijn. Er zijn daarmee voldoende concrete maatregelen in beeld, die nu al kunnen worden uitgevoerd. Voor de maatregelen die er op korte termijn kunnen worden genomen zijn er technisch gezien eigenlijk geen obstakels, maar moet er vooral wat gebeuren in organisaties en hun werkwijzen. De focus ligt daarom de komende tijd op de uitvoering van de maatregelen die nu al kunnen worden genomen. Kanttekening daarbij is dat de vijf beschreven transitiepaden zijn gebaseerd op de analyse van de infrastructuur van het Rijk. Mogelijk zijn voor medeoverheden ook andere onderwerpen relevant (zoals bijvoorbeeld riolering).

Niet alle marktpartijen zijn even ver op de weg naar klimaatneutraliteit en circulariteit. Met de afspraken die we als overheden maken om deze transitie vorm te geven vragen we veel van de markt. Maar niet het onmogelijke. We kiezen daarom voor een koploper- en peloton-aanpak, waarbij een kleine groep marktkoplopers steeds voorloopt op het peloton. Het doel van deze aanpak is het versnellen en opschalen van duurzame alternatieven door de vraag ernaar te vergroten.

Afspraken

1. *Deelnemende overheden onderschrijven de richting en ambitie van de strategie KCI, en spreken af om samen op te trekken om hun GWW-projecten te verduurzamen. De roadmaps dienen daarbij als leidraad om deze ambitie te verwezenlijken. Deze worden met het vorderen van de transitie regelmatig bijgewerkt.*
2. *De deelnemende partijen hebben een inspanningsverplichting om de gemaakte afspraken uit te voeren, waarbij de doelen uit het Klimaatakkoord het uitgangspunt vormen.*
3. *Naast de transitiepaden die al zijn uitgewerkt kunnen er op basis van de analyse van de CO₂-impact van overheden nieuwe transitiepaden in beeld komen. De deelnemende overheden spreken af of er in dat geval een nieuw transitiepad uitgewerkt moet worden, wie hierin het voortouw neemt en hoe dit wordt bekostigd.*

1b – Inkoopkracht en veranderopgave

Door als overheden de roadmaps te verwerken in de eigen uitvoering, bundelen we de krachten en maken we het verschil. Voor die bundeling is het nodig gezamenlijke inhoudelijke criteria en eisen te hanteren in uitvragen richting marktpartijen. Hiermee is het voor de markt helder wat de gezamenlijke overheden van de sector vragen en kunnen marktpartijen hun verdienmodellen en investeringen hierop afstemmen. Tegelijkertijd brengen gezamenlijke eisen en criteria veranderingen met zich mee voor het inkoopproces van de overheden. Door onze ervaringen onderling te delen, leren we van elkaar en kunnen we onze uitvoering sneller en efficiënter verduurzamen.

De roadmaps bieden inzicht in de duurzaamheidswinst die kan worden geboekt. Het laat zien welke maatregelen relatief makkelijk te implementeren zijn en welke nog meer uitzoekwerk vragen. Het verzilveren van die winst zal ook veranderingen in de organisatie vergen. Voor het ontwerpen van een viaduct met hergebruikte liggers, is bijvoorbeeld inzicht nodig in de beschikbaarheid van die liggers en in de

kwaliteit. Het ontwerpproces heeft daarmee een andere start dan in het traditionele proces. Hetzelfde geldt voor het beheer en onderhoud. Soms kan het lonen om iets extra's te doen om zo later juist kosten, CO₂-impact en materiaalgebruik te besparen. Neem het voorbeeld van verjongingscrèmes voor de deklaag van wegen.

Naast de aandacht voor de technische aspecten, is er daarom aandacht nodig voor de veranderkundige opgave binnen de organisaties. Voor veel overheden is nu de vraag 'hoe ontwikkelen we duurzaamheid van opdracht vanuit het bestuur, naar een vast onderdeel van onze bedrijfsvoering'.

Om de markt op een eenduidige wijze te bevragen bestaan er al verschillende instrumenten. Zo zijn er zogenoemde Buyer Groups waarin (koplopende) overheden marktstrategieën en -visies vertalen naar de concrete aanbestedingspraktijk. Vanuit het Expertisecentrum Aanbesteden van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (PIANOo) zijn inmiddels verschillende Buyer Groups actief. De Buyer Groups Zero Emissie bouwmaterieel, CO₂-arm beton, Circulaire viaducten en bruggen, Baggeren, en Duurzame wegverhardingen zijn daar voorbeelden van.

Elk van deze Buyer Groups bestaat uit een kerngroep van koplopende publieke opdrachtgevers (van het Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen) die de markt op een gezamenlijk vastgestelde wijze benaderen. Deze groep deelt de opgedane ervaring met een tweede groep van opdrachtgevers die zo op de hoogte blijft van de ontwikkelingen, en nieuw gevalideerde maatregelen en eisen kan toepassen. Op deze manier werkt een kleine groep aan het ontwerpen van oplossingen – zowel voor technische als organisatorische vraagstukken – die door een grotere groep kan worden overgenomen. Uiteindelijk moeten deze leerervaringen ook landen in de standardeisen die provincies, gemeenten en waterschappen nu ook al gebruiken in hun GWW-projecten (RAW-standaardbestek, Provinciaal Contractenbuffet). Zo vinden de ervaringen van de koplopers hun weg naar het peloton.

Afspraken:

1. *Deelnemende overheden spreken af om de maatregelen die voortkomen uit de verschillende roadmaps en Buyer Groups te vertalen naar geschikte ontwerp- en inkoopstrategieën voor hun infrastructurele projecten. Hierin is ook aandacht voor de organisatorische aspecten.*
2. *Met de CROW worden de mogelijkheden verkend om te zorgen voor een regelmatige doorvertaling van deze eisen en criteria naar het RAW-standaardbestek en Provinciaal Contractenbuffet zodat de minimeisen steeds een stapje hoger komen te liggen.*
3. *Rijk en koepelorganisaties van medeoverheden bepalen in overleg of er nieuwe Buyer Groups opgezet moeten worden en hoe de bekostiging hiervan wordt georganiseerd.*

Deel 2 – Ondersteunende afspraken

2a – Kennisdeling

De vereiste transitie­snelheid ligt hoog. Te hoog om elke overheid eerst eigen pilots te laten draaien. Daarom implementeren we de strategie op een lerende manier. Dat betekent: doen, leren, en vervolgens beter doen. Het delen van de kennis en ervaring die we al doende op de transitiepaden opdoen, is cruciaal voor het versnellen van de transitie. Delen maakt inzichtelijk waar we staan en wat er verder nog nodig is om stappen te zetten. Én: ervaringen die de ene overheid opdoet, zijn van nut voor de implementatie van maatregelen bij de andere overheid. Actieve uitwisseling van kennis en ervaring vindt niet alleen plaats binnen een overheids­laag, maar ook tussen de verschillende overheids­lagen. We organiseren dit op een gestructureerde manier.

Afspraken:

1. *Het Netwerk Duurzaam GWW van partijen die het Manifest Duurzaam GWW 2030 hebben onderschreven, organiseert in samenspraak met het ministerie van IenW, medeoverheden en CROW, vormen van kennisuitwisseling om de opgedane kennis binnen de transitiepaden en de Buyer Groups op een gestructureerde manier te verspreiden.*
2. *We onderzoeken hoe de kennisdeling kan aansluiten op bestaande platforms (zoals Platform WOW, Platform CB23, BouwCirculair etc.).*

Overheden werken door heel het land in uiteenlopende regionale verbanden al volop samen. Voorbeelden hiervan zijn INDUSA in Brabant, Vereniging Circulair Friesland, Groene Metropool Regio (Arnhem/Nijmegen), Infra Future Labs Overijssel, Metropoolregio Amsterdam et cetera. Het KCI-programma beoogt geen nieuwe (regionale) samenwerkingsverbanden in het leven te roepen, maar juist te versterken wat er al is.

Afspraken:

3. *Het ministerie van IenW brengt in 2022 in samenwerking met IPO en Unie de relevante regionale samenwerkingsverbanden in kaart.*
4. *In 2023 worden er afspraken gemaakt met deze samenwerkingsverbanden om ervoor te zorgen dat onder meer opgedane kennis, en te nemen maatregelen, bij hen landen en in regionaal verband verspreid kunnen worden. De afspraken omvatten ook de ondersteuning die hiervoor nodig is.*

2b – Kennisontwikkeling

In de roadmaps voor de verschillende transitiepaden zijn maatregelen opgenomen die nu al inzetbaar zijn, maar ook maatregelen waarmee meer ervaring nodig is, of die verder onderzoek vragen. Bovendien zijn er de zogeheten ‘unknown unknowns’; maatregelen die we nu nog niet kennen of in beeld hebben, maar die in de toekomst wel van essentieel belang zijn om tot structurele verduurzaming te komen. Naast het delen van kennis en ervaring, is daarom ook het ontwikkelen van nieuwe kennis cruciaal voor de transitie naar een duurzame GWW-sector.

Afspraken:

1. Het ministerie van IenW werkt in samenwerking met kennisinstellingen, koepelorganisaties en Buyer Groups in 2023 een kennis- en innovatieagenda uit. Onderdelen van deze kennisagenda zijn bijvoorbeeld het onderzoek naar nieuwe materialen en disruptieve technieken, et cetera).
2. Met betrokken partijen wordt onderzocht waar de verschillende onderdelen van de kennisagenda het beste kunnen landen voor toetsing in de praktijk via bijvoorbeeld pilots.

2c – Monitoring en beleidsevaluatie

Monitoring is essentieel voor het meten van het effect van de strategie om tot een klimaatneutrale en circulaire GWW-sector te komen. Daarbij gaat het om monitoring op verschillende niveaus: het meten van voortgang op de gemaakte afspraken, het meten van de voortgang van de markttransformatie en het meten van emissiereducties. Voor het KCI-programma is het meten van de voortgang op de afspraken en de transformatie van de markt het belangrijkste. Om deze voortgang te monitoren, werkt IenW met de koepels van de medeoverheden een model uit. Voor het monitoren van het geheel aan emissiereducties is het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) leidend.

Afspraken:

1. De deelnemende overheden zijn zelf verantwoordelijk voor de monitoring van de emissiereducties en vermindering van primair materiaalgebruik van de eigen uitvoering. Er wordt hiervoor door de samenwerkende partijen in het Netwerk Duurzaam GWW een gezamenlijk hulpmiddel ontwikkeld (Klimatdashboard Duurzaam GWW).
2. Het ministerie van IenW onderzoekt in samenspraak met het PBL hoe KCI kwantitatief in de Klimaat en Energieverkenning (KEV) van het PBL opgenomen kan worden.
3. Het ministerie van IenW monitort in samenspraak met medeoverheden, vanaf 2023 en daarna tweemaal per jaar, de voortgang op de gemaakte afspraken alsmede de stand van de transitie. IenW en de koepels werken de opzet van de monitoring gezamenlijk uit.
4. Het ministerie van IenW evalueert in 2024 het beleid van de Rijksstrategie. Hierin worden ook de eerste resultaten van deze afspraken meegenomen.

2d – Financiering

De route naar een klimaatneutrale en circulaire GWW-sector brengt kosten met zich mee. Daarbij gaat het om meerkosten voor de infrastructuur zelf, om organisatiekosten ten behoeve van de transitie en om onderzoeks- en innovatiekosten.

Naarmate de transitie verder vordert, nemen de meerkosten voor de infrastructuur zelf naar verwachting af. En hoe sneller de transitie verloopt en hoe meer partijen al in een vroeg stadium stappen zetten op de transitiepaden, des te lager de totale kosten zullen zijn. De deelnemende overheden dragen de (meer) kosten voor de infrastructuur in beginsel zelf via de normale budgetten.

De rijksoverheid draagt bij in de kosten die zijn gemoeid met de organisatie van de transitie wanneer het gaat om onderwerpen die brede nationale afstemming vragen.

De deelnemende overheden onderzoeken gezamenlijk hoe en welke fondsen zijn in te zetten voor onderzoeks- en innovatieopgaven.

Afspraken:

1. De deelnemende overheden bekostigen zelf de eventuele meerkosten op projectniveau.
2. Het Rijk ondersteunt het transitieproces op onderwerpen die brede nationale afstemming vereisen. Medeoverheden kunnen hiervoor uitgewerkte voorstellen aandragen via hun koepelorganisaties.
3. De deelnemende overheden onderzoeken gezamenlijk hoe en welke fondsen zijn in te zetten voor onderzoeks- en innovatieopgaven.

2e – Regelgeving

Op termijn is 'klimaatneutrale en circulaire infrastructuur' het nieuwe normaal dat ook in regelgeving zijn beslag krijgt. Dit betekent dat ook de achterblijvers uit de 'bezemwagen' moeten omschakelen. In de loop naar 2030 zal in beeld komen welke onderwerpen in regelgeving zullen landen.

Afspraak:

1. Vanaf 2024 wordt gezien welke regelgeving aanpassing behoeft om ook de achterblijvers mee te nemen in de transitie.

Verwijzingen Noten

- ¹ Zie pagina's 67 en 68 van het Klimaatakkoord onder de kop 'Klimaatneutrale en circulaire GWW'
- ² Lucas Simons en André Nijhof : *Changing the game*, Taylor & Francis Ltd, 2020
- ³ Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten, Strategie KCI, Rijksoverheid, Januari 2020
- ⁴ Primeur Amsterdam: alle bussen elektrisch. Volkskrant 15 april 2015
- ⁵ Amsterdam koopt elektrische bussen VDL, op weg naar uitstootvrij openbaar vervoer. Volkskrant 16 mei 2022
- ⁶ R. de Blois, G. Korevaar en K. Blok. (2018). "Op weg naar een klimaatneutrale infrasector in Nederland." TU-Delft
- ⁷ EIB (2022) De markt voor freesasfalt tot 2030.
- ⁸ Roadmap transitiepad Spoor (2022) o.b.v. Dominantieanalyse 2021 (RoyalHaskoningDHV, 2021)
- ⁹ TNO (2022), Schoon en emissieloos bouwen; effect en haalbaarheid ingroeipaden
- ¹⁰ TNO (2022), Schoon en emissieloos bouwen; effect en haalbaarheid ingroeipaden
- ¹¹ Copernicusgroep, mei 2022

Linken naar roadmaps transitiepaden

De roadmaps zijn te vinden op www.duurzame-infra.nl/roadmaps.

De directe links staan hieronder.

[Roadmap transitiepad Wegverharding](#)

[Roadmap transitiepad Kunstwerken](#)

[Roadmap transitiepad Spoor](#)

[Roadmap transitiepad Kustlijnzorg en vaargeulonderhoud](#)

[Roadmap transitiepad Weg,- Dijk- en Spoormaterieel](#)

Dit is een uitgave van het

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Postbus 20901 | 2500 ex Den Haag
www.rijksoverheid.nl/ienw

Juni 2023

