

Mogelijkheden CO_2-reductie rijksinfraprojecten tot en met 2030





CE Delft

Committed to the Environment

Mogelijkheden CO_2-reductie rijksinfraprojecten tot en met 2030

Dit rapport is geschreven door: Isabel Nieuwenhuijse en Geert Bergsma

Delft, CE Delft, oktober 2022

Publicatienummer: 22.220329.136

Overheid / Beleidsplannen / Infrastructuur / Kooldioxide / Reductie

Opdrachtgever: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, DG Mobiliteit

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Isabel Nieuwenhuijse, CE Delft

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft
Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al meer dan 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

1	Introductie	3
2	Mogelijkheden voor CO_2-reductie rijksinfraprojecten	5
	2.1 Afbakening: Scope 1-, 2- en 3-emissies	5
	2.2 Roadmaps en maatregelen	7
	2.3 Mogelijkheden ProRail en Rijkswaterstaat CO_2-reductie via rijksinfraprojecten	7
	2.4 Inzichten	10
3	Literatuur	13
A	Wegverhardingen	14
B	Kunstwerken	16
C	Spoor	19
D	Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud	22
E	Weg-, Dijk- en Spoormaterieel	24

1 Introductie

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) heeft in 2020 de strategie 'Naar Klimaatneutrale en Circulaire Rijksinfraprojecten' (KCI) vastgesteld. Dit vormde de start van de transitie naar klimaatneutraal en circulair werken aan infraprojecten, met als ambitie om dit te bereiken in 2030. Voor de vijf werksoorten met de grootste klimaatimpact en het grootste materiaalgebruik, zijn transitiepaden ontwikkeld. In 2022 zijn voor deze vijf transitiepaden *roadmaps* opgesteld met maatregelen om de genoemde ambities te halen. Het betreft:

1. Wegverhardingen.
2. Kunstwerken.
3. Spoor.
4. Kustlijnzorg & Vaargeulonderhoud (K&V).
5. Weg-, Dijk- en Spoormaterieel (WDSM).

Dit rapport geeft een inschatting van het CO_2-reductiepotentieel van de maatregelen uit de roadmaps. Overigens wordt met 'CO_2' in dit rapport alle broeikasgassen bedoeld. Het gaat dus om de CO_2-equivalente emissies.

Dit rapport geeft per transitiepad aan hoe de CO_2-uitstoot kan worden gereduceerd. We gaan daarbij uit van verschillende instrumenten. Dit zijn zowel instrumenten die binnen de invloedssfeer van IenW (met Rijkswaterstaat en ProRail) als opdrachtgever van infraprojecten vallen, als andere die daarbuiten vallen (zoals klimaatbeleid).

Het in dit rapport gegeven CO_2-reductiepotentieel berust deels op berekeningen en deels op inschattingen. De focus van de berekeningen ligt grotendeels op maatregelen uit de roadmaps waarmee Rijkswaterstaat en ProRail op korte termijn kunnen starten in rijksinfraprojecten. Voor de berekeningen zijn diverse achtergrondrapporten gebruikt, aangevuld met berekeningen door CE Delft, Copernicos, TNO en Rijkswaterstaat. Voor een deel van de maatregelen waren berekeningen niet mogelijk, wegens ontbrekende data. Naast een kwantitatieve inschatting geeft het rapport daarom ook een kwalitatieve duiding aan de resultaten.

Dit rapport biedt een onderbouwing voor het verzoek van de Tweede Kamer om 'te onderzoeken of een afdwingbaar afbouwpad naar nul CO_2-uitstoot in 2030 in de aanbesteding van infraprojecten mogelijk is' (Motie nr. 750, 32813 – Bontenbal (CDA)/Grinwis (CU) (Tweede Kamer, 2021)).

Toelichting op de mate van nauwkeurigheid

Voor elk transitiepad is in de roadmaps een serie maatregelen geformuleerd om CO_2-emissies te reduceren. Voor een kwart van deze maatregelen was voldoende data beschikbaar om het CO_2-reductiepotentieel te berekenen. Voor de overige driekwart was een cijfermatige onderbouwing van het CO_2-reductiepotentieel vanwege gebrek aan goede data nog niet mogelijk.

Bij het doorrekenen van de maatregelen moesten flink wat aannames worden gedaan. Veel maatregelen staan immers nog in de kinderschoenen of zijn nog niet breed toegepast, waardoor data niet altijd voldoende beschikbaar of betrouwbaar zijn. Bovendien zijn de uitgangspunten van de achtergrondrapporten niet altijd consistent en daardoor moeilijk

vergelijkbaar. Desondanks leiden de huidige berekeningen tot waardevolle kwalitatieve inzichten voor de hele KCI-strategie. Ze vormen een startpunt waarop de komende jaren kan worden doorgebouwd zodra de maatregelen concreter en steeds meer toegepast worden.

Daarnaast is, op basis van de niet-doorgerekende maatregelen en een analyse van waar in de keten uitstoot plaatsvindt, een inschatting gemaakt van het totale CO_2-reductie-potentieel in 2030.

In 2024 is voor KCI een beleidsevaluatie voorzien voor de periode tot en met 2023. Op dat moment zal ook de cijfermatige onderbouwing worden geactualiseerd.

Leeswijzer

Dit rapport bestaat uit de volgende onderdelen:
- Hoofdstuk 1: Inleiding en achtergrond.
- Hoofdstuk 2: Afbakening van de KCI-strategie, toelichting op de achtergrond van de roadmaps en maatregelen, en een overzicht van de belangrijkste resultaten en inzichten per transitiepad.
- Bijlagen C t/m D: Beschrijving van de vijf transitiepaden: overzicht en beschrijving van de maatregelen per transitiepad en toelichting op de invloed die IenW (met Rijkswaterstaat en ProRail) als opdrachtgever heeft op de CO_2-reductie per transitiepad.

2 Mogelijkheden voor CO_2-reductie rijksinfraprojecten

Dit hoofdstuk beschrijft hoe de beleidskern, Rijkswaterstaat en ProRail de maatregelen uit de roadmaps van de transitiepaden kunnen toepassen, en geeft een inschatting van de reikwijdte ervan.

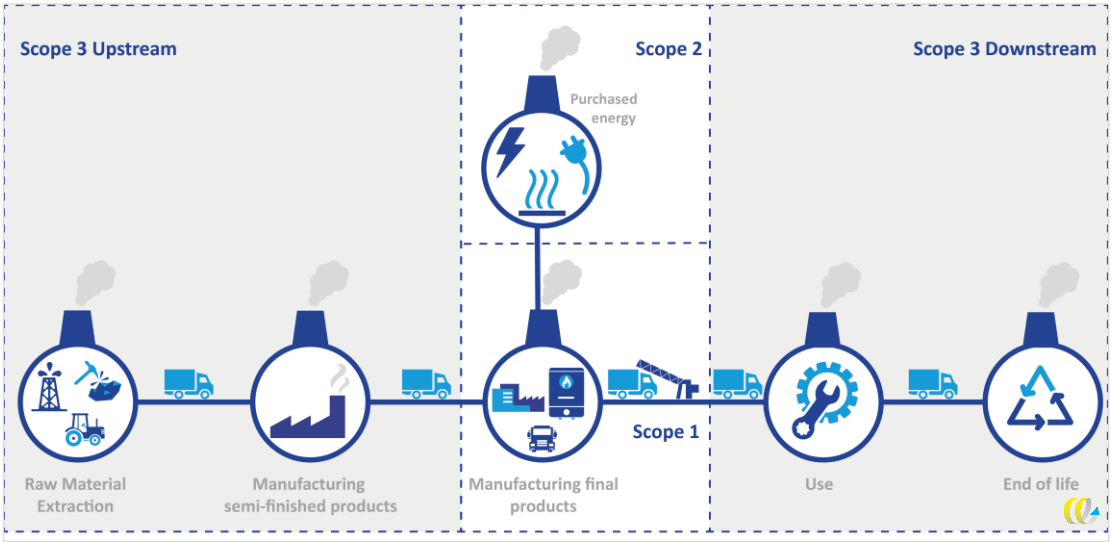
Het hoofdstuk start met de afbakening van de strategie 'Naar Klimaatneutrale en Circulaire Rijksinfraprojecten' (KCI). Hierna volgt een beschrijving van de achtergrond van de roadmaps, de maatregelen en het CO_2-reductiepotentieel van de transitiepaden tot en met 2030. Het hoofdstuk sluit af met de belangrijkste inzichten.

2.1 Afbakening: Scope 1-, 2- en 3-emissies

De KCI-strategie streeft naar emissiereductie van ingekochte diensten (zoals materieel en baggerschepen), materialen (zoals asfalt) en producten (zoals spoorstaven). Deze emissies vallen in de zogenaamde Scope 3 Upstream van ProRail en Rijkswaterstaat (zie Figuur 1): het zijn indirecte emissies voor deze organisaties. Het betreft de impact **over de hele keten** van deze producten en diensten; van de winning van de grondstoffen tot en met het einde van de levensduur. Om 100% CO_2-reductie te bereiken, moeten de emissies over deze hele keten worden gereduceerd tot nul.

Dat betekent dat de klimaatdoelstelling van de KCI-strategie verder reikt dan de Nederlandse grens: veel grondstoffen, materialen en producten komen immers uit het buitenland. Het bereik van de KCI-strategie is daarmee breder dan dat van bijvoorbeeld het Nederlandse Klimaatakkoord.

Figuur 1 - Inzicht in Scope 1, 2 en 3*



* Let op: de gebruiksfase van Scope 3 Downstream valt buiten de transitiepaden (bijvoorbeeld: het gebruik van snelwegen door verkeer).

In de Strategie 'Naar Klimaatneutrale en circulaire rijksinfraprojecten' bleek dat de jaarlijkse CO_2-impact voor de infrastructuur van IenW in totaal 0,7 Mton CO_2 bedraagt. Dit is gebaseerd op de projectenportefeuille van Rijkswaterstaat - ProRail in 2017. Ook maakte de KCI-strategie duidelijk dat klimaatneutraliteit in 2030 een hoge ambitie is.

Na oplevering van de Strategie in 2019 is de CO_2-impact opnieuw bekeken voor de transitiepaden. In Tabel 1 zijn de nieuwe inzichten vergeleken met die uit de Strategie van 2019. Waar nodig zijn de verschillen geduid.

Tabel 1 - Uitgangspunten CO_2-impact transitiepaden 2019 en huidige studie

Transitiepad	**Impact op basis van gegevens 2017 (kton CO_2-eq.) (Ministerie van I&W, 2020)**	**Impact 2021 (kton CO_2-eq.) + bron**	**Reden voor verandering (indien van toepassing)**
Wegverhardingen	200	151 (Rijkswaterstaat, 2021)	In 2019 werd in 'Wegverhardingen' de impact van materieel en logistiek nog meegenomen. In 2019 is voor de KCI-strategie al een inschatting gemaakt van de impact in 2030, dus de 200 kton was inclusief een prognose van de groei richting 2030.
Kunstwerken	184 (ProRail: 34, RWS: 150)	432 ProRail: 64 (Prorail, 2022) op basis van (RoyalHaskoningDHV, 2021) RWS: 369 (CE Delft, 2021)[1]	2017 was een klein productiejaar. In 2021 werd er meer materiaal gebruikt voor werk aan kunstwerken. Daarnaast zijn in 2017 sommige kunstwerken niet meegenomen (onder andere wegmeubilair) en miste 'Vervanging en Renovatie'.
Spoor	56 (Bovenbouw: 48; Energievoorziening: 8)	57 (Prorail, 2022) op basis van (RoyalHaskoningDHV, 2021)[2]	N.v.t.
Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud	189	172[3] (TNO, 2022)	N.v.t.
Weg-, Dijk- en Spoormaterieel	108 (ProRail: 34; RWS: 74)	225[4]	Deel van materieel en logistiek van 'Wegverhardingen' naar 'Weg-, Dijk- en Spoormaterieel'. 2017 was een klein productiejaar. In 2021 werd er meer materiaal gebruikt voor werk aan kunstwerken. Dat speelt door in het transitiepad Weg-, Dijk- en Spoormaterieel.
Totaal	**0,7 Mton**	**1 Mton**	

[1] Hierin is een kleine aanpassing gedaan ten opzichte van (CE Delft, 2021).

[2] Hierin is een kleine aanpassing gedaan ten opzichte van (RoyalHaskoningDHV, 2021).

[3] In 2019 werd 189 kton ingeschat voor RWS, in begin 2022 159 kton (Aveco de Bondt, 2022). Door TNO werd in 2022 172 kton ingeschat **Ongeldige bron opgegeven.**; daarmee is in deze studie gerekend.

[4] We gaan uit van 225 kton in de basisberekeningen. Dit getal komt redelijk overeen met de dominantieanalyses voor ProRail en Rijkswaterstaat uit 2021. Daarnaast hanteren we een bandbreedte van 200-325 kton, die afhankelijk is van de manier waarop de impact is bepaald. De lage kant van de bandbreedte komt voort uit bottom-up-berekeningen (TNO, 2021a, RoyalHaskoningDHV, 2021), de bovenkant van de bandbreedte uit top-down-berekeningen (TNO, 2021b).

2.2 Roadmaps en maatregelen

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat is met Rijkswaterstaat en ProRail gestart met de transitie naar klimaatneutrale en circulaire infraprojecten. Hiervoor zijn vijf transitiepaden benoemd voor de werksoorten met de grootste klimaatimpact en het grootste materiaalgebruik:

1. Wegverhardingen.
2. Kunstwerken.
3. Spoor.
4. Kustlijnzorg & Vaargeulonderhoud (K&V).
5. Weg-, Dijk- en Spoormaterieel (WDSM).

Het afgelopen jaar zijn voor elk transitiepad roadmaps met maatregelen opgesteld voor de periode tot 2030.

De transitie naar een klimaatneutrale en circulaire economie kan op (een combinatie van) de volgende manieren worden ingezet. Met uitzondering van (een deel van) 1a en 3, worden ze allemaal toegepast in het maatregelenpakket van de transitiepaden:

1. Door de vraag naar materialen, producten en materieel, voer- en vaartuigen te verminderen:
   a Door ervoor te kiezen om bepaalde activiteiten niet of op kleinere schaal uit te voeren.
   b Door optimaal te ontwerpen, levensduurverlenging, goed onderhoud en hergebruik van (eigen) materialen en objecten. En door de energievraag van materieel, voer- en vaartuigen te verlagen.
2. Door substitutie: het toepassen van alternatieve materialen, brandstoffen en energiebronnen met een lagere klimaatimpact.
3. Door verduurzaming van de winning en productie van huidige grondstoffen, materialen en energiebronnen. Dit is – afhankelijk van de dominantie in de markt - via infraprojecten in beperkte mate te beïnvloeden door opdrachtgevers. Het is afhankelijk van onder andere nationaal en Europees klimaatbeleid (zoals CO_2-beprijzing van zware industrie).

In deze studie is ervan uitgegaan dat in de periode tussen nu en 2030 financiële middelen beschikbaar komen voor het klimaatneutraal en circulair uitvoeren van de rijksinfraprojecten van IenW. Het gaat hier om een bedrag dat past bij een CO_2-prijs van € 100 per ton vermeden CO_2 en de uitstoot van IenW. Dit is een prijs die het PBL/CPB op dit moment maatschappelijk verantwoord vindt (CPB & PBL, 2019). Het gaat om een richtlijn en daarmee om een gemiddelde prijs. Dat wil zeggen dat individuele maatregelen hiervan kunnen afwijken.

2.3 Mogelijkheden ProRail en Rijkswaterstaat CO_2-reductie via rijksinfraprojecten

In deze paragraaf beschrijven we in hoeverre we verwachten dat het mogelijk is om de ambitie van 100% reductie te behalen in 2030 en wat daarvoor nodig is.

We delen de maatregelen van de transitiepaden in in de volgende drie groepen (de genoemde kleuren sluiten aan bij Figuur 2):

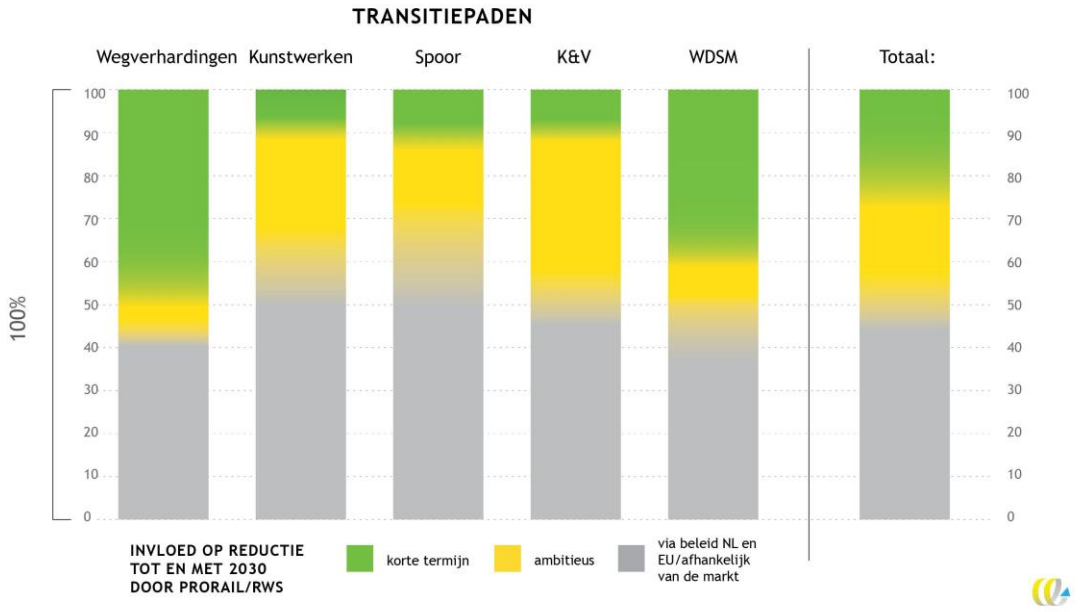
1. Korte termijn (groen): dit zijn maatregelen die dermate ver ontwikkeld zijn dat ze naar verwachting tussen nu en 2030 algemeen toegepast kunnen worden door Rijkswaterstaat en ProRail. In veel gevallen is de markt al bezig met de ontwikkeling van deze maatregelen of zijn ze al beschikbaar. Het gaat hier bijvoorbeeld over het toepassen van

gerecycled asfalt. Deze maatregelen zijn vaak al getest in pilots of worden al toegepast, waardoor er al kosten- en CO_2-reductiegegevens bekend zijn. In sommige gevallen gaat het om maatregelen die nog niet zijn uitontwikkeld, maar waarvan wordt verwacht dat dat tussen nu en 2030 wel gebeurt. Een voorbeeld hiervan is de brede uitrol van elektrisch materieel.

2. Ambitieus (geel): dit gaat om maatregelen waarmee Rijkswaterstaat en ProRail wel kunnen starten, maar die nog niet zijn uitontwikkeld of toegepast. Het gaat aan de ene kant om (het stimuleren van) disruptieve, technische innovaties. Voorbeelden hiervan zijn: het oogsten en hergebruiken van onderdelen uit de huidige assets (zoals betonnen liggers uit bruggen), het stimuleren/faciliteren van de markt om innovatieve alternatieven te ontwikkelen voor beton en alternatieve aandrijflijnen voor schepen.
   Aan de andere kant gaat het om aanpassing van huidige werkwijzen om klimaatneutraal en circulair werken te faciliteren en stimuleren. Voorbeelden hiervan zijn: het aanpassen van interne ontwerprichtlijnen en normen en het gangbaar maken van duurzaam assetmanagement. Voor deze maatregelen zijn door de beperkte toepassing in de praktijk doorgaans nog te weinig gegevens beschikbaar om de kosten en impactreductie te kunnen doorrekenen.
3. Via beleid en markt (grijs): tot slot is er een deel van de CO_2-uitstoot die naar verwachting grotendeels buiten de invloedsfeer van de uitvoerders van infraprojecten valt.
   De reductie van deze uitstoot is afhankelijk van Nederlands/Europees beleid en de markt. Een (groot) deel van de klimaatimpact van de bouwsector komt voort uit het gebruik van fossiele energiebronnen in de keten van materialen en grondstoffen. Deze keten is in Nederland en in het buitenland gesitueerd. Het gaat vaak om grote CO_2- en materiaalintensieve bedrijven die moeite zullen hebben om in acht jaar een complete transitie door te voeren. Publieke opdrachtgevers kunnen dit enigszins beïnvloeden door met elkaar en met bedrijven in de keten samen te werken (vooral als het om Nederlandse bedrijven gaat) en door deel te nemen aan initiatieven zoals de Europese Buyer Groups. Verder spelen de beschikbaarheid van laadinfrastructuur en de (wereldwijde) beschikbaarheid van duurzame brandstoffen/energiebronnen een rol. Dit zal om extra klimaatbeleid en regelgeving vragen, van Nederlandse ministeries (zoals IenW, EZK en LNV) en de EU.

Figuur 2 geeft de verdeling van het CO_2-reductiepotentieel per transitiepad over deze drie groepen indicatief weer.

Figuur 2 - Indicatieve verdeling van CO_2-reductiepotentieel van de transitiepaden tot en met 2030



Figuur 2 laat zien dat wanneer ProRail en Rijkswaterstaat de komende jaren maximaal **inzetten** op de maatregelen in de roadmaps, naar verwachting ongeveer 45-55% CO_2-reductie kan worden behaald (groene plus gele vlakken) in 2030. De overige CO_2-reductie (45-55%, de grijze vlakken) is zoals gezegd afhankelijk van onder andere de energietransitie in de keten van de bouwsector en het (inter)nationale klimaatbeleid. Het groene deel is doorgerekend, geel en grijs zijn inschattingen over het potentieel van niet-doorgerekende maatregelen.

Met de maatregelen die Rijkswaterstaat en ProRail op korte termijn kunnen gaan toepassen (groene vlakken), kan in 2030 – over het totaal van de vijf transitiepaden – ongeveer 20-25% CO_2-reductie[5] behaald worden ten opzichte van 2021. De waarde van het op korte termijn toepassen van de ambitieuze maatregelen (gele vlakken) zit hem vooral in de effecten die zij na 2030 opleveren. Wanneer met deze maatregelen niet op korte termijn wordt gestart, duurt het na 2030 vele jaren om de benodigde transitie te verwezenlijken. Het gaat om zowel de ontwikkeling en validatie van innovaties, als om het aanpassen van de manier van werken. Maatregelen die onder de laatste categorie vallen, leveren niet direct een CO_2-reductie op, maar zijn noodzakelijk om de rest van de transitie te faciliteren (een voorbeeld hiervan is het aanpassen van interne ontwerprichtlijnen).

[5] Voor Kustlijnzorg & Vaargeulonderhoud (K&V) is als kortetermijnmaatregel het toepassen van (geavanceerde) biobrandstoffen meegenomen. Daarmee kan (met de aangenomen uitgangspunten) het groene + gele vlak aan reductie worden behaald in 2030. Dit wordt echter om verschillende redenen niet als langetermijnoptie gezien (zie ook Bijlage D). Daarom is er in Figuur 2 voor gekozen om het grootste deel van de K&V-staaf geel te houden. Dit geeft aan dat er de komende jaren nog veel innovatie nodig is. Alleen het deel wat bijmengverplichting van biobrandstof betreft is groen gemaakt. Wanneer je de totale reductie die met deze maatregel te behalen is, meeneemt in de totale reductie van alle transitiepaden, kan in 2030 20-30% reductie worden behaald ten opzichte van 2021.

Na 2030 kunnen de verhoudingen flink veranderen; dit is wanneer andere manieren van werken zijn ingebed in de organisaties en innovatieve maatregelen zijn uitontwikkeld en opgeschaald (zoals bitumenvervangers in asfalt, alternatieven voor beton en baggerschepen op waterstof). Dan worden de groene vlakken groter. De verwachting is dat de tijd tot 2030 nodig is om inbedding te bereiken en dat deze verschuiving daarom grotendeels vanaf 2030 plaatsvindt. Inspanningen die ProRail en Rijkswaterstaat op korte termijn nemen, betalen zich dus met name vanaf 2030 uit. Wanneer de verduurzaming van de bouwsector inclusief toeleveranciers en industrie binnen en buiten Europa doorzet richting klimaatneutraliteit in 2050, verkleint het grijze deel.

Verschillen in de verdeling tussen de transitiepaden worden met name veroorzaakt door 1) de mate van verduurzaming en de locatie van huidige ketens (binnen/buiten Nederland), en 2) de mate waarin alternatieven ontwikkeld of in beeld zijn. Per transitiepad wordt in Bijlagen C t/m D meer achtergrond gegeven.

2.4 Inzichten

De berekeningen en inschattingen geven een eerste inzicht in de CO_2-reductie die – met name - de kortetermijnmaatregelen kunnen opleveren. De berekeningen kennen echter flink wat onzekerheden en aannames. Ze vormen dan ook een startpunt dat de komende jaren kan worden uitgebouwd wanneer de invulling van maatregelen concreter wordt. Niettemin leveren ze de volgende waardevolle inzichten op voor de hele KCI-strategie:

1. Met de inzichten van nu lijkt het niet mogelijk om 100% klimaatneutraal te zijn in 2030. Dat heeft verschillende redenen:
   a De ambities van IenW betreffen de klimaatimpact van alles wat wordt ingekocht in infraprojecten - van winning tot en met einde levensduur. Opdrachtgevers van infraprojecten hebben niet altijd evenveel invloed op wat er gebeurt bij organisaties in de keten, vooral wanneer deze zich buiten Nederland of de EU bevinden, zoals bij cement en staal. Daarnaast hangt de mate van invloed af van hoe groot ProRail en/of Rijkswaterstaat zijn als opdrachtgever in de markt. Zo is Rijkswaterstaat een relatief grote inkoper van asfalt. Voor staal, beton en baggerschepen zijn Rijkswaterstaat en ProRail echter relatief kleine spelers in een internationale markt. Langeretermijnvoorspelbaarheid in uitvragen kan helpen om deze invloed groter te maken, zeker als (inter)nationaal met andere organisaties wordt samengewerkt. Aanvullend zijn er in 2030 – in lijn met (inter)nationale doelstellingen - naar verwachting onvoldoende niet-fossiele energiebronnen beschikbaar voor grondstofwinning, de industrie en gebruik in materieel en schepen.
   b De snelheid van de ontwikkeling van veel van de technische maatregelen in de transitiepaden is een aandachtspunt. Veel maatregelen met een grote CO_2-reductiepotentie zijn nog niet marktrijp (denk aan alternatieven voor beton). Het marktrijp maken ligt bij de markt en kennisinstituten, maar het helpt als de markt meer zekerheid krijgt van de opdrachtgevers dat hun investeringen gaan lonen. Daarnaast is er budget nodig om te investeren in kennis- en innovatieontwikkeling, om de maatregelen die nog in de kinderschoenen staan verder te ontwikkelen.
2. Sommige maatregelen kunnen de komende jaren nog niet breed worden toegepast, ook wanneer ze technisch mogelijk zijn en worden gefaciliteerd. Een voorbeeld is hergebruik; hiervoor geldt dat veel objecten en constructies die nu in beheer zijn bij Rijkswaterstaat en ProRail nog niet zijn ontworpen om te worden hergebruikt. Het reductiepotentieel van deze maatregel is daarom in de komende jaren nog laag, maar wanneer dit in de manier van werken (ontwerpen, bouwen, slopen) wordt ingebed, zal dit potentieel na 2030 veel groter worden. Daarom is het van belang hier wel zo snel mogelijk mee te starten. Hierbij geldt voor hergebruik- en recyclingmaatregelen dat

wanneer de hoeveelheid werk die binnen transitiepaden moet worden uitgevoerd groeit, de vraag naar secundaire producten en materialen groter is dan wat er vrijkomt. De vraag kan dan dus per definitie niet geheel worden ingevuld met hergebruik en recycling.

3. Naast de verduurzamingsmaatregelen die in de roadmaps van de verschillende transitiepaden zijn gedefinieerd, passen ook *rethink*, *refuse* en *reduce* in een circulaire, klimaatneutrale maatschappij. Dat kan door al voorafgaand aan het uitvragen van een ontwerp kritisch te beoordelen en heroverwegen of (delen van) een project wel echt nodig zijn. Naar verwachting groeit het werk dat in de transitiepaden moet worden uitgevoerd richting 2030, gezien de grote vervangingsopgave, groei van het aantal woningen en de stijgende zeespiegel. Dat betekent dat zonder (aanvullende) maatregelen de klimaatimpact van IenW stijgt en de ambities lastiger haalbaar worden.
4. Het is noodzakelijk om uitvoeringsbudget beschikbaar te stellen om in de komende jaren de energietransitie via rijksinfraprojecten op gang te brengen. Dit maakt het (voor de markt) mogelijk om de benodigde investeringen te doen en toont de toewijding van IenW, ProRail en Rijkswaterstaat. Eerste berekeningen laten zien dat de kosteneffectiviteit in veel gevallen in het begin hoger is dan € 100 per ton vermeden CO_2. Dit geldt onder andere voor de maatregelen in de transitiepaden Weg-, Dijk- en Spoormaterieel en Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud, maar ook voor innovatieve materialen zoals voor beton. Om de ambities te halen, is dan ook gericht beleid nodig om productontwikkeling bij de sector te versnellen. Voor veel innovaties dalen de kosten na verloop van tijd. Daarom is het van belang dat publieke opdrachtgevers nog meer hun rol als launching customer pakken, zodat innovatieve technieken breder en sneller toegepast gaan worden. Dat zal bij aanvang lang niet altijd passen binnen de richtlijn dat maatregelen rond de € 100 per ton vermeden CO_2 mogen kosten. Aan de andere kant zijn er ook maatregelen die kostenneutraal zijn of zelfs goedkoper dan gangbaar. Het is daarom van belang niet te rigide vast te houden aan de richtlijn van € 100 per ton en tot slimme pakketten te komen, passend binnen het beschikbare budget.
5. Voor maatregelen die technisch gevalideerd zijn, kan brede toepassing door opschaling worden versneld door het vergroten van de vraag en deze financieel te belonen, maar ook door de markt duidelijke doelstellingen te geven voor de langere termijn. Concreet zou het flink helpen als Rijkswaterstaat en ProRail nu al aankondigen hoe de criteria en eisen aan materiaal en materieel zich gaan ontwikkelen en wat de spelregels voor aanbesteden worden tot 2030. Als bijvoorbeeld nu aangekondigd wordt dat in 2030 alleen emissieloos bouwmaterieel mag worden ingezet, kan de sector daar naartoe werken.
6. Bij veel maatregelen komt een andere manier van werken kijken: denk aan het aanpassen van normen en interne richtlijnen, de manier van uitvragen, duurzaamheid meenemen in de ontwerpfase van een project, en het circulair assetmanagement. Voorbeelden hiervan zijn het opzetten van een bruggenbank en functioneel uitvragen om ruimte te bieden voor toepassing van nieuwe materialen. Dit zijn randvoorwaarden en procesaanpassingen die minstens zo belangrijk zijn om het reductiepotentieel van de technische maatregelen te behalen. Hierop is actieve sturing nodig vanuit de organisaties. Hoe sneller hiermee wordt gestart, hoe groter de CO_2-reductie in en na 2030 zal zijn.

Aandachtspunten kosten en klimaatimpact komende jaren

Er zijn een aantal belangrijke aandachtspunten wanneer het gaat om het bepalen van de klimaatimpact en kosten van maatregelen ten opzichte van de huidige werkwijze (oftewel: de referentie). We kijken naar de toekomstige impact van maatregelen die nog niet zijn uitontwikkeld; deze inschattingen zullen daardoor in de toekomst veranderen. Hetzelfde geldt voor uitgangspunten in het berekenen van de referentie.

- De kosten van de referentie (de huidige werkwijze) en de maatregelen bewegen zich de komende jaren naar verwachting naar elkaar toe door het volgende:
  - De kosten van de referentie: er zijn redenen om aan te nemen dat de kosten van de huidige werkwijze de komende jaren gaan stijgen. Zo zal het emissiehandelsysteem van de EU (EU ETS) waarschijnlijk worden uitgebreid naar transport (EC, 2021). Daarnaast wordt de komende jaren ook een CO_2-grensheffing (het carbon border adjustment mechanism: CBAM) ingevoerd door de EU. Dat betekent dat er een CO_2-heffing komt op producten die worden geïmporteerd van buiten de EU. Een recente analyse van CBS laat zien dat dit met name effect heeft op de prijs van staal en aluminium; materialen die in de (machine)bouw in Nederland veel worden toegepast (Westerveld, 2022). De effecten van dit soort instrumenten op de kosten voor de eindgebruiker zijn nu nog lastig in te schatten, maar de kans is groot dat de huidige manier van werken duurder gaat worden. Ook zijn de prijzen van fossiele brandstoffen en primaire grondstoffen momenteel erg in beweging, onder andere door schaarste. Deze beide zaken kunnen ertoe leiden dat de meerkosten van een duurzame/circulaire maatregel ten opzichte van de referentie lager worden.
  - Onzekerheid in de kosten van de innovatieve maatregelen: als maatregelen op dit moment nog in ontwikkeling zijn, zijn kosten ervan moeilijk in te schatten. Ook wanneer de maatregel al op kleine schaal beschikbaar is, kunnen de kosten die nu worden ingeschat nog dalen door schaalvergroting en meer concurrentie.
- Bovenstaande punten hebben ook effect op de klimaatimpact van zowel de referentie als de maatregelen in de komende jaren. Door schaarste van bestaande materialen met een relatief lage milieu-impact moet mogelijk worden uitgeweken naar opties met een hogere milieu-impact (zoals de verwachte schaarste van alternatieven voor Portland-cement). Een ander effect is dat grotere beschikbaarheid van hernieuwbare energie de CO_2-emissies van zowel de duurzame maatregelen als de referentie doet afnemen.
- De kosten van maatregelen en randvoorwaarden die aanpassingen in de manier van werken vragen zijn nog onbekend. Deze zijn echter wel relevant: een langere uitvoeringsduur bij hergebruik van componenten, of een nieuwe manier van ontwerpen die meer tijd vraagt, kan leiden tot hogere (arbeids)kosten.

3 Literatuur

Aveco de Bondt, 2022.*Stand van zaken Scope 3 CO_2-footprint RWS*:

CE Delft, 2021.*Zwaartepuntanalyse Transitiepad Kunstwerken RWS,* Delft: CE Delft

CE Delft & TNO, 2020.*Kostencurves asfalt 2019 - update november 2020*:

CPB & PBL, 2019.*Verantwoording bij: Economische effecten van CO_2-beprijzing: varianten vergeleken, CPB/PBL Achtergronddocument,* Den Haag: Centraal Planbureau (CPB)

EC.2021.Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union, Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and peration of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and Regulation (EU) 2015/757, COM(2021)551 final, European Commission (EC) https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/revision-eu-ets_with-annex_en_0.pdf.

Ministerie van I&W, 2020.*Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten,* Den Haag: Ministerie van Infrastrutuur en Waterstaat (IenW)

Ministerie van I&W, ProRail & NewForsight, 2022.*Roadmap Transitiepad Spoor,* Utrecht: NewForesight

Prorail, 2022.*Roadmap Transitiepad Kunstwerken deel C 2022, intern document*:

Rijkswaterstaat, 2021.*Toelichting rekenwijze asfalt CO_2 en materiaalbalans op netwerkniveau 2021 - intern document*:

RoyalHaskoningDHV, 2021.*Dominantieanalyse ProRail 2021,* Amersfoort: RoyalHaskoningDHV

TNO, 2021a.*Emissies mobiele werktuigen in de bouwsector*: TNO

TNO, 2021b.*Kostencurves droog grondverzet*: TNO

TNO, 2022.*Inventarisatie en categorisatie huidige en toekomstige aanbod duurzame mobiele werktuigen, bouwlogistieke voertuigen, spoorwerktuigen en vaartuigen die worden ingezet voor de waterbouw,* Den Haag: TNO, Trafic & Transport

Tweede Kamer, 2021. *Kabinetsaanpak Klimaatbeleid : Motie d.d. 1 juli 2021 van de leden Bontenbal en Grinwis, kamerst, 32813, nr. 750,* Den Haag: Tweede Kamer der Staten-Generaal

Westerveld, J. 2022. CO_2-grensheffing raakt inkoop metaal, bouw en machine-industrie het meest. *Energeia*, 1 juli 2022

A Wegverhardingen

Huidige klimaatimpact en ontwikkelingen richting 2030

De klimaatimpact van het transitiepad Wegverhardingen wordt met name veroorzaakt door de inkoop van asfalt. De grondstoffen voor de productie van asfalt worden binnen en buiten Nederland gewonnen. Asfalt wordt veelal in Nederland geproduceerd.
De hoeveelheid werk aan wegen groeit naar verwachting richting 2030, onder andere door het versterken en verbreden van wegen, het (vroegtijdig) vervangen van deklagen vanwege geluidsreducerende nieuwe deklagen en het aanleggen van nieuwe stukken weg. Maatregelen zijn daarom nodig om in ieder geval geen stijgende CO_2-emissies te hebben ten opzichte van 2021.

Reductiemaatregelen uit roadmap Wegverhardingen

In de roadmap van het transitiepad Wegverhardingen zijn verschillende maatregelen benoemd om de klimaatimpact te reduceren. Deze maatregelen zijn gepresenteerd in Tabel 2.

Tabel 2 - Maatregelen uit de roadmap van transitiepad Wegverhardingen*

Maatregel	Doorgerekend/kosteneffectiviteit	Kosteneffectiviteit[6]	Categorie
	Levensduurverlengde maatregelen		
Verjongingscrème	Ja	< € 0 / = € 0	Groen
ZOEAB+	Nee	Onbekend	Geel
	Asfaltmengsel met een langere levensduur		
Self-healing asfalt	Nee	Onbekend	Geel
Epoxybitumen	Nee	Onbekend	Geel
Kwaliteitsborging tijdens verwerken	Nee	Onbekend	Geel/Groen
	Duurzame asfaltcentrales (andere energievoorziening)		
Emissieloze en circulaire centrale (asfaltcentrale)	Deels (groengas of geothermie als energiebron)	> € 0	Geel/Grijs
Overkappen bouwmateriaal (asfaltcentrale)	Nee		Geel/Grijs
	Hergebruik van asfaltmengsels		
Hergebruik 2L ZOAB 45%	Ja	< € 0 / = € 0	Groen
Hergebruik ZOAB >50%	Ja	< € 0 / = € 0	Geel/Groen
Hergebruik ZOAB 30%	Ja	< € 0 / = € 0	Groen
Hergebruik AC bin/base 50%	Ja	< € 0 / = € 0	Groen
	Productiemethoden met minder energie		
Productie bij lage temperaturen (AC bin/base)	Ja	< € 0 / = € 0	Geel/Groen
Productie bij lage temperaturen (ZOAB)	Ja	< € 0 / = € 0	Geel/Groen

[6] Indicatie op basis van (CE Delft & TNO, 2020).

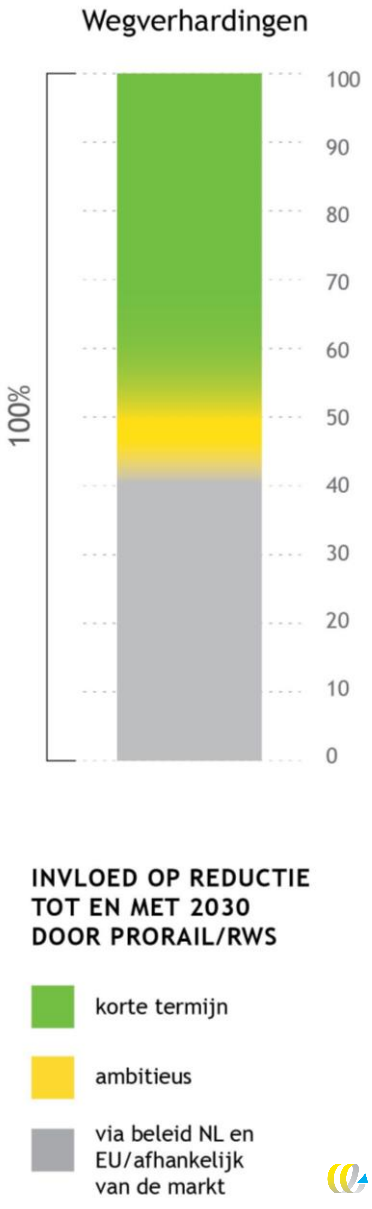
Maatregel	Doorgerekend/kosteneffectiviteit	Kosteneffectiviteit[6]	Categorie
	Alternatieve grondstoffen		
Biobased bindmiddelen	Nee	Onbekend	Geel
Bitumenvervangers	Nee	Onbekend	Geel
	Optimaliseren van de onderhoudsstrategie		
Big data inzetten voor levensduurvoorspelling en onderhoudsstrategie	N.v.t.	Onbekend	Geel
Inlage in plaats van overlagen	Nee	Onbekend	Geel/Groen

* 'Categorie' bepaald door CE Delft.

CO_2-reductiepotentieel van de maatregelen

De grootste impact binnen het transitiepad Wegverhardingen wordt veroorzaakt door de winning en productie van bitumen en de productie van asfaltmengsels. Asfaltmengsels worden veelal geproduceerd door Nederlandse bedrijven. Daardoor is contact met de markt makkelijker dan in de transitiepaden Spoor en Kunstwerken, zowel om huidige asfaltmengsels te verduurzamen als voor het ontwikkelen van alternatieven. De grootste potentie ligt de komende jaren bij het verminderen van materiaalgebruik door levensduurverlenging, het recyclen van eigen materialen, het reduceren van de impact door energiegebruik in asfaltcentrales en het ontwikkelen van innovatieve materialen voor bitumen.

- Korte termijn (groen): asfalt op basis van gerecyclede grondstoffen kan op korte termijn worden toegepast. Ook de eerste levensduurverlengende maatregelen zijn al uitontwikkeld en kunnen worden toegepast. Daarnaast kan een kleine reductie van energiegerelateerde emissies worden gestimuleerd.
- Ambitieus (geel): het ervoor zorgen dat levensduurverlengende maatregelen ook daadwerkelijk langer blijven liggen en het doorontwikkelen van innovatieve levensduurverlengende maatregelen en alternatieven voor bitumen, vergen aanpassingen in de manier van werken en inkopen in de organisatie. Hetzelfde geldt voor vermindering van asfaltgebruik door maatregelen op de werkplaats.
- Afhankelijk van de markt en het Nederlandse/EU-beleid (grijs): verdergaande verduurzaming van het energiegebruik in asfaltcentrales is afhankelijk van de markt en het klimaatbeleid. Hetzelfde geldt voor de productie van bitumen. Naast de maatregelen in het transitiepad kan vanuit breder beleid invloed op de hele keten worden uitgeoefend. Wegen worden nu verbreed of versterkt vanwege de toename van het aantal voertuigen en de toename van zwaar verkeer. De huidige tendens is om dit op te lossen door de genoemde reacties, maar wanneer er groei blijft, zal klimaatneutraliteit een lastig doel blijven.



B Kunstwerken

Huidige klimaatimpact en ontwikkelingen richting 2030

De klimaatimpact van het transitiepad Kunstwerken wordt met name veroorzaakt door de inkoop van (producten van) staal en beton. De materialen en objecten die binnen het transitiepad Kunstwerken worden ingekocht, worden veelal gewonnen en geproduceerd buiten Nederland. Staal- en cementproducenten zijn grote internationale bedrijven. Voor de productie van deze materialen is veel energie nodig. Daarnaast komen, met name bij cementproductie, niet-energiegerelateerde CO_2-emissies vrij.

Er is de komende jaren veel werk voorzien aan kunstwerken, vanwege het feit dat veel kunstwerken tegen het einde van de levensduur lopen. De hoeveelheid werk aan kunstwerken groeit daarom naar verwachting ten opzichte van 2021. Verder worden er richting 2030 prijs- en impactontwikkelingen van huidige materialen verwacht. Deze kunnen invloed hebben op de kosteneffectiviteit van maatregelen en/of impactreductie die met maatregelen behaald kan worden. Voorbeelden hiervan zijn de verwachting dat de prijzen van met name staal en in mindere mate cement gaan stijgen en dat alternatieven voor Portlandcement - zoals hoogovencement, met een lagere impact – naar verwachting schaarser worden (zie Paragraaf 2.4).

Reductiemaatregelen uit de roadmap Kunstwerken

In de roadmap van het transitiepad Kunstwerken zijn verschillende maatregelen benoemd om de klimaatimpact de komende jaren te reduceren. De maatregelen zijn gepresenteerd in Tabel 3.

Tabel 3 - Maatregelen uit de roadmap van transitiepad Kunstwerken*

Maatregel	Doorgerekend?[7]	Kosteneffectiviteit[8]	Categorie
Optimaal en duurzaam uitvoeren van onderhoud			
Circulair assetmanagement	N.v.t.	Onbekend	Geel
Duurzame onderhoudsmaatregelen	-	Onbekend	Geel/Groen
Data-inwinning objectgedrag	N.v.t.	Onbekend	Geel
Verlengen levensduur van bestaande objecten			
Dwarskrachtversterking betonnen liggers	-	Onbekend	Geel/Groen
Levensduurverlengende maatregelen	N.v.t.	Onbekend	Geel
(Geschikt maken voor) hergebruik			
Oogsten betonnen liggers/elementen	N.v.t.	Onbekend	Geel/Groen
Oogsten hele bruggen/onderdelen	N.v.t.	Onbekend	Geel
Oogsten wegmeubilair	N.v.t.	Onbekend	Geel/Groen
Oogsten installaties	N.v.t.	Onbekend	Geel/Groen
Recyclen van materialen			
Hoogwaardig recyclen beton	N.v.t.	Onbekend	Groen
Duurzaam recyclen staal	N.v.t.	Onbekend	Groen

[7] In de doorrekeningen is er rekening mee gehouden dat sommige maatregelen in 2030 nog niet 100% kunnen worden toegepast (bijvoorbeeld vanwege opschaling of een innovatief karakter van de maatregel).

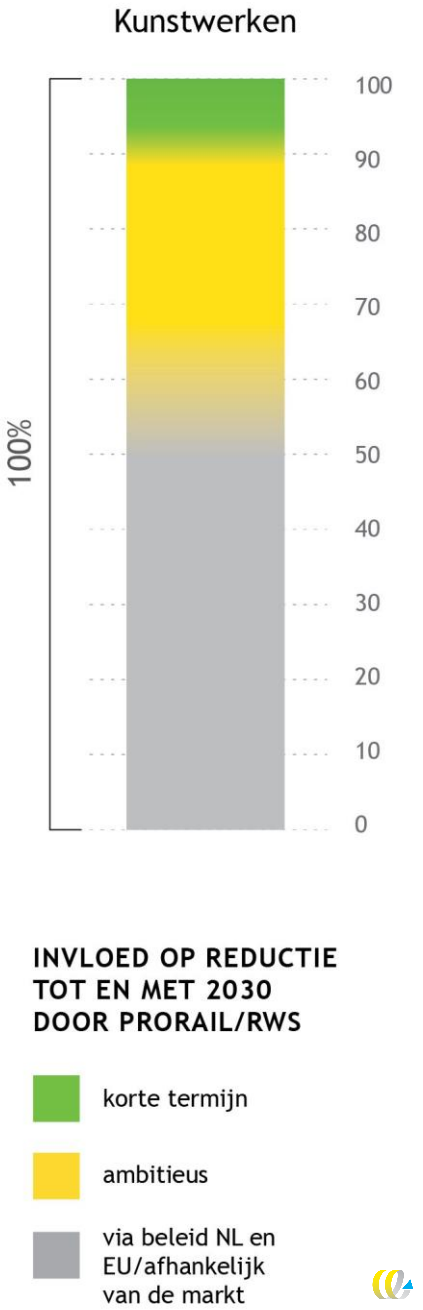
[8] Op basis van de huidige gegevens; zie aandachtspunten voor kosten in Paragraaf 2.4.

Maatregel	Doorgerekend?[7]	Kosteneffectiviteit[8]	Categorie
Circulair slopen	N.v.t.	Onbekend	Geel/Groen
Circulair ontwerpen			
Circulaire objectcatalogus	N.v.t.	Onbekend	Geel
Ontwerpen voor hergebruikte stalen of betonnen liggers/elementen	N.v.t.	Onbekend	Geel
Circulaire ontwerpprincipes	N.v.t.	Onbekend	Geel
IFD bouwen bij vaste en beweegbare bruggen	-	Onbekend	Geel
Duurzame conservering en verwijdering staal	-	Onbekend	Geel/Groen
Toepassen van (meer) klimaatneutraal, circulair en gerecycled materiaal			
Alternatieve betonmengsels (niet-constructief)	Alleen korte termijn (via MKI-verlaging)	Via MKI: > € 0	Via MKI: Groen Innovatief: Groen/Geel
Alternatieve betonmengsels (constructief)	Alleen korte termijn (via MKI-verlaging)	Via MKI: > € 0	Via MKI: Groen Innovatief: Geel
Alternatieve materialen betonproducten	-	Onbekend	Geel
Biobased materialen (hout)	Voor deel kunstwerken	> € 0	Geel/Groen
Biobased materialen (overig)	-	Onbekend	Geel
Hergebruik wegmeubilair	Ja	< € 0	Geel/Groen
Hergebruik andere producten/elementen	-	Onbekend	Geel/Groen
Toepassen betonrecyclaat	-	Onbekend	Geel/Groen
Circulair en klimaatneutraal wegmeubilair	Voor deel wegmeubilair	= € 0	Geel/Groen
Materialenpaspoort	N.v.t.	Onbekend	Geel
Modulaire, circulaire en klimaatneutrale installaties en bewegingswerken	N.v.t.	Onbekend	Geel

* 'Categorie' bepaald door CE Delft.

CO_2-reductiepotentieel van de maatregelen

De klimaatimpact van het transitiepad Kunstwerken wordt met name veroorzaakt door grondstoffen en materialen die veelal worden geproduceerd door grote internationale bedrijven (denk aan cement, staal). Het is lastig voor deze materiaal- en energie-intensieve sectoren in acht jaar tijd een complete transitie door te maken. De grootste potentie ligt daarom de komende jaren bij het verminderen van materiaalgebruik door optimaal ontwerpen, goed onderhoud en levensduurverlenging, het hergebruik van eigen objecten en producten, het recyclen van eigen materialen en het toepassen van alternatieve (disruptieve) materialen (innovaties). Deze worden echter vaak nog niet grootschalig geproduceerd, zijn nog niet uitontwikkeld of niet eens in beeld.



- Korte termijn (groen): omdat de maatregelen met de meeste potentie innovaties zijn en/of aanpassingen in de manier van werken vergen, kunnen tot en met 2030 nog weinig maatregelen (op grote schaal) worden toegepast.
- Ambitieus (geel): de meest effectieve maatregelen die ProRail/Rijkswaterstaat kunnen treffen om de klimaatimpact van het transitiepad Kunstwerken (blijvend) te reduceren, zijn: optimaal ontwerpen, goed onderhoud, levensduurverlenging, hergebruik, recycling en toepassing van innovatieve materialen. Hiervoor moeten interne regelgeving/normen en ontwerp-, bouw- en inkoopprocessen worden aangepast. Veel innovaties moeten daarnaast uitontwikkeld en gevalideerd worden voordat grootschalige toepassing mogelijk is (denk aan toepassing van biobased materialen en alternatieven voor beton).
- Afhankelijk van de markt en het Nederlandse/EU-beleid (grijs): voor huidige essentiële materialen (zoals staal en beton) ligt de verduurzaming van de ketens meer bij (inter)nationaal beleid. Mogelijk kan optrekken met vergelijkbare Europese organisaties in initiatieven zoals Buyer Groups verduurzaming in deze markten stimuleren. Daarnaast moeten we opmerken dat ook bij toepassing van innovatieve materialen een deel van de impact moeilijk te beïnvloeden blijft, omdat de keten nog fossiele emissies zal kennen in 2030.

C Spoor

Huidige klimaatimpact en ontwikkelingen richting 2030

De klimaatimpact van het transitiepad Spoor (Ministerie van I&W et al., 2022) wordt met name veroorzaakt door de inkoop van (producten van) staal, beton, koper en ballast. De materialen en objecten die binnen het transitiepad Spoor worden ingekocht, worden veelal geproduceerd buiten Nederland. Grondstofwinning voor de materialen vindt vrijwel altijd plaats in het buitenland, net als de productie van de materialen met de meeste impact in dit transitiepad (staal, cement en koper, etc.). Voor de productie van deze materialen is veel energie nodig. Daarnaast komen, met name bij cementproductie, niet-energiegerelateerde CO_2-emissies vrij.

Naar verwachting wordt het spoor richting 2030 uitgebreid[9]. Verder worden er richting 2030 prijs- en impactontwikkelingen van huidige materialen verwacht. Deze kunnen invloed hebben op de kosteneffectiviteit van maatregelen en/of impactreductie die met maatregelen behaald kan worden. Voorbeelden hiervan zijn dat alternatieven voor Portlandcement - zoals hoogovencement, met een lagere impact – naar verwachting schaarser worden en dat de staalprijs gaat stijgen (zie verder Paragraaf 2.4).

Reductiemaatregelen uit de roadmap Spoor

In de roadmap van het transitiepad Spoor zijn verschillende technische maatregelen benoemd om de klimaatimpact de komende jaren te reduceren. De maatregelen zijn gepresenteerd in Tabel 4.

Tabel 4 - Maatregelen uit de roadmap van transitiepad Spoor*

Maatregel	Doorgerekend?[10]	Kosteneffectiviteit per ton vermeden CO_2	Categorie
Levensduurverlenging			
Levensduurverlenging bovenbouw	-	Onbekend	Geel
Verminderen energieverbruik			
Verminderen energieverbruik wisselverwarming	Ja	< € 0	Groen
Hergebruik vrijkomende materialen			
Hergebruik van dwarsliggers	Ja	= € 0	Geel/Groen
Hergebruik van wissels	Ja	= € 0	Geel/Groen
Spoorstaven hergebruiken	-	Onbekend	Geel/Groen
Hergebruik stimuleren in beleid en voorschriften	N.v.t.	Onbekend	Geel/Groen
Vrijkomend ballast hoogwaardig hergebruiken	-	Onbekend	Geel/Groen
Ongebruikt koper uit de grond halen	-	Onbekend	Geel
Hergebruik EV componenten	-	Onbekend	Geel

[9] Als dit wordt gedaan om treinreizen aantrekkelijker te maken t.o.v. bijvoorbeeld reizen met de auto, kan het over de hele keten positiever uitpakken. Dit is onderdeel van beleidsoverwegingen.

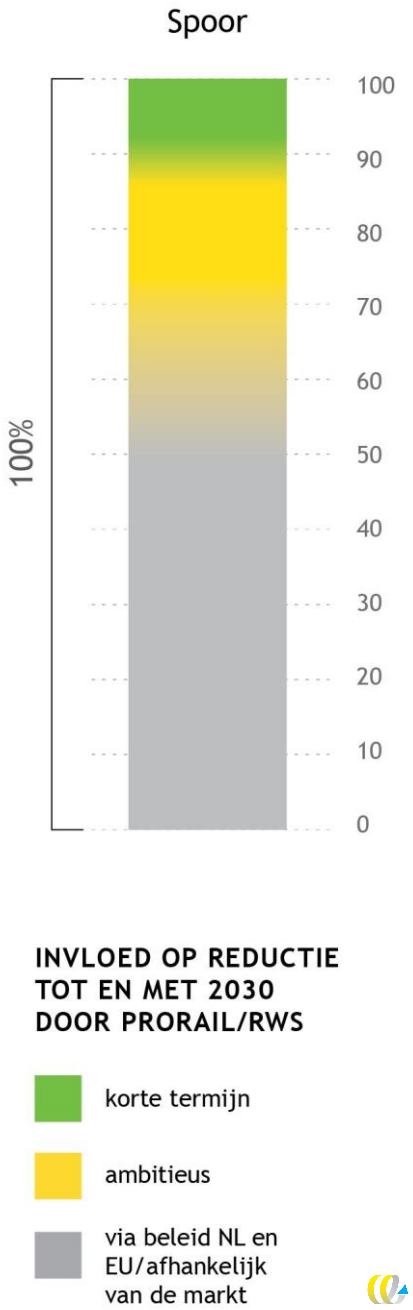
[10] In de doorrekeningen is er rekening mee gehouden dat sommige maatregelen in 2030 nog niet 100% kunnen worden toegepast (bijvoorbeeld vanwege opschaling of een innovatief karakter van de maatregel).

Maatregel	Doorgerekend?[10]	Kosteneffectiviteit per ton vermeden CO_2	Categorie
Circulair ontwerpen			
Circulair ontwerpen emplacementen en nevenlijnen	N.v.t.	Onbekend	Geel
MKI-eisen herzien	-	Onbekend	Groen
As-a-Service contractvorm	N.v.t.	Onbekend	Geel
Nieuw systeem bovenleiding B11	Ja	< € 0	Groen
Duurzame producten en materialen			
Duurzame alternatieven voor ballast onderzoeken	N.v.t.	Onbekend	Geel
Duurzame dwarsliggers inkopen	Ja	> € 100	Geel/Groen
Doorontwikkeling duurzame dwarsliggers	N.v.t.	Onbekend	Geel
Sturen op duurzaamheid bij inkoop spoorstaven	Ja	> € 100	Geel/Groen
Circulaire productie van spoorstaven	-	Onbekend	Geel
Circulaire portalen toepassen	-	Onbekend	Geel/Groen
Ontwikkeling circulair en modulair railgebonden gebouw	-	Onbekend	Geel

* 'Categorie' bepaald door CE Delft.

CO_2-reductiepotentieel van de maatregelen

De klimaatimpact van het transitiepad Spoor wordt met name veroorzaakt door grondstoffen en materialen die veelal worden geproduceerd door grote internationale bedrijven (denk aan cement, staal, koper). Het is lastig om in deze materiaal- en energie-intensieve sectoren in acht jaar tijd een complete transitie door te maken. De grootste potentie ligt daarom de komende jaren bij het verminderen van materiaalgebruik door optimaal ontwerpen, goed onderhoud en levensduurverlenging, het hergebruik van (eigen) objecten en producten, het recyclen van (eigen) materialen en het toepassen van innovatieve materialen. Deze worden echter vaak nog niet grootschalig geproduceerd, zijn nog niet uitontwikkeld of niet eens in beeld.



- Korte termijn (groen): omdat de maatregelen met de meeste potentie innovaties zijn en/of aanpassingen in de manier van werken vergen, kunnen tot en met 2030 nog weinig maatregelen (op grote schaal) worden toegepast.
- Ambitieus (geel): de meest effectieve maatregelen die ProRail kan treffen om de klimaatimpact van het transitiepad Spoor (blijvend) te reduceren, is door goed onderhoud, levensduurverlenging, hergebruik, recycling en toepassing van disruptieve alternatieve materialen. Hiervoor moeten interne regelgeving/ normen en ontwerp-, bouw en inkoopprocessen worden aangepast. Veel innovaties moeten daarnaast uitontwikkeld en gevalideerd worden voordat grootschalige toepassing mogelijk is.
- Afhankelijk van de markt en het Nederlandse/EU-beleid (grijs): voor huidige essentiële materialen (zoals staal en beton) ligt de verduurzaming van de ketens meer bij (inter)nationaal beleid. ProRail kan hier wel optrekken met andere Europese spoorbedrijven om de markt van de productie van specifieke objecten zoals spoorstaven te beïnvloeden en de transitie in deze markt daarmee te stimuleren. Tot slot moeten we opmerken dat ook bij toepassing van innovatieve materialen een deel van de impact moeilijk te beïnvloeden blijft, omdat in de ketens nog fossiele emissies zullen plaatsvinden.

D Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud

Huidige klimaatimpact

De klimaatimpact van het transitiepad Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud (K&V) wordt met name veroorzaakt door het gebruik van brandstoffen in schepen. Omdat Scope 1, 2 en 3 worden meegenomen in de transitiepaden, dragen zowel de verbranding als de winning en productie van brandstoffen bij aan deze impact (emissies over de hele keten tellen mee). Naast ambitie op het gebied van klimaatimpact (broeikasgasemissies), zijn er ook ambities op het gebied van fijnstof- en stikstofemissies – hierbij wordt alleen naar emissies 'aan de uitlaat' gekeken (dus niet over de hele keten).

Het transitiepad is opgedeeld in zoete en zoute baggerwerkzaamheden. De markt voor zoete werkzaamheden is in grote lijnen nationaal en bestaat uit kleinere en middelgrote spelers. De markt voor zoute werkzaamheden is internationaler en bestaat uit enkele grote spelers. Naar verwachting groeien de werkzaamheden richting 2030 én na 2030, met name in verband met klimaatadaptatie.

Reductiemaatregelen uit roadmap K&V

Binnen het transitiepad K&V zijn drie hoofdmaatregelen in beeld om de emissies de komende jaren te reduceren. De hoofdmaatregelen en verschillende mogelijkheden om deze in te vullen zijn gepresenteerd in Tabel 5.

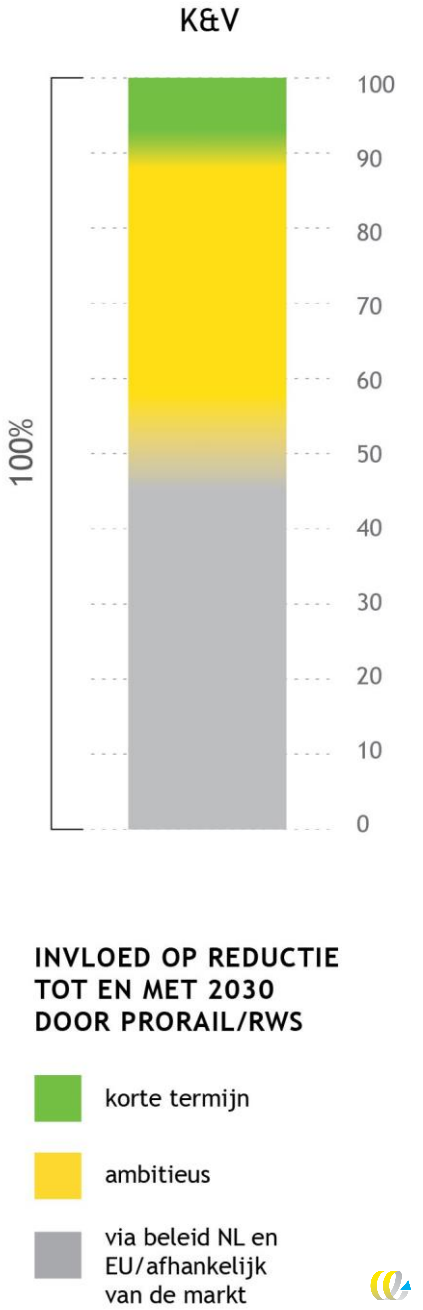
Tabel 5 - Maatregelen uit de roadmap van transitiepad K&V*

Maatregel	Doorgerekend?	Kosteneffectiviteit	Categorie
Alternatieve aandrijflijnen – Elektrisch (batterij en stekker) zoete bagger – Waterstof in brandstofcel – Waterstof in verbrandingsmotor – Methanol in verbrandingsmotor – Methanol in brandstofcel – Biodiesel (HVO) – Biodiesel (derde generatie) – Hybride aandrijflijn (diesel-elektrisch)	Deels: alleen toepassing biobrandstof	Biobrandstof: > € 100 Rest onbekend	Groen (biobrandstof) Geel
Verschoningsopties – Minder transportafstand – Stage V/TIER III – SCR-installatie – DPF	N.v.t.	Onbekend	Geel
Circulair en hoogwaardig grondgebruik – Beschermen voorraad – Hoogwaardig gebruiken van bagger/grond	N.v.t./-	Onbekend	Geel

* 'Categorie' bepaald door CE Delft.

CO_2-reductiepotentieel van de maatregelen

De grootste klimaatimpact binnen het transitiepad K&V wordt veroorzaakt door de emissies van broeikasgassen door de verbranding van fossiele brandstoffen in schepen. Daarnaast komen ook broeikasgassen vrij bij de productie van deze brandstoffen.
De grootste potentie voor dit transitiepad op de middellange termijn ligt bij het toepassen van schepen met alternatieve aandrijflijnen. Deze zijn vaak nog niet uitontwikkeld, of worden nog niet grootschalig geproduceerd. Om deze vanaf 2030 grootschalig te gaan toepassen, ligt de grootste opgave daarom de komende jaren in het stimuleren van deze ontwikkelingen. Dit geldt ook voor sommige alternatieve brandstoffen, zoals groene waterstof.



- Korte termijn (groen): tot en met 2030 kunnen kleine reductiewinsten worden bereikt door bijvoorbeeld inzet van efficiënte schepen of biobrandstoffen. Hierbij moet worden opgemerkt dat het milieueffect van de inzet van biobrandstoffen boven de bijmengverplichting valt te betwisten, omdat er alleen extra milieuwinst is wanneer er ook daadwerkelijk extra wordt geproduceerd. Vaak is dit echter niet het geval en wordt slechts geschoven met waar de brandstoffen in de maatschappij worden ingezet. Dit levert geen extra reductie op.
- Ambitieus (geel): de grootste potentie van dit transitiepad ligt in alternatieve aandrijflijnen. Opdrachtgevers kunnen de ontwikkeling daarvan de komende jaren stimuleren door op te treden als launching customer, langeretermijninkoop en meewerken in innovatietrajecten. Daarnaast kunnen maatregelen als routeoptimalisatie zorgen voor een kleinere opgave.
- Afhankelijk van de markt en het Nederlandse/EU-beleid (grijs): klimaatbeleid en innovatiefondsen kunnen de ontwikkeling van alternatieve aandrijflijnen stimuleren. Daarnaast liggen de ontwikkeling van alternatieve brandstoffen en de vergroening van het elektriciteitsnet vooral bij de Nederlandse overheid en de EU.

E Weg-, Dijk- en Spoormaterieel

Huidige klimaatimpact

De klimaatimpact van het transitiepad Weg-, Dijk- en Spoormaterieel (WDSM) wordt met name veroorzaakt door het gebruik van brandstoffen in bouwmaterieel en -logistiek. Omdat Scope 1, 2 en 3 worden meegenomen in de transitiepaden, dragen zowel de verbranding als de winning en productie van brandstoffen bij aan deze impact (emissies over de hele keten tellen mee). De productie en sloop van materieel en voertuigen zelf vallen ook binnen de scope van het transitiepad. Naast ambities op het gebied van klimaatimpact (broeikasgasemissies), zijn er ook ambities op het gebied van fijnstof- en stikstofemissies – hierbij wordt alleen naar emissies 'aan de uitlaat' gekeken (dus niet over de hele keten).

De inzet van bouwmaterieel en -logistiek is afhankelijk van de hoeveelheid en het type projecten dat wordt uitgevoerd. Omdat, zoals het er nu uitziet, de hoeveelheid werk die aan de wegen, het spoor en de kunstwerken wordt uitgevoerd groeit, groeit de vraag naar materieel en logistiek de komende jaren ook. Tegelijkertijd kunnen maatregelen die worden uitgevoerd in de transitiepaden Spoor, Kunstwerken en Wegverhardingen ervoor zorgen dat de vraag naar inzet van materieel en logistiek daalt of groeit. Als er bijvoorbeeld wordt besloten om levensduurverlengend onderhoud uit te voeren aan een kunstwerk in plaats van het te vervangen, verandert de behoefte aan inzet van materieel en logistiek. Als er een alternatief materiaal wordt gebruikt, is de impact door transport naar de bouwplaats lager of hoger, afhankelijk van het verschil in dichtheid en hoeveelheid van dat materiaal.

Reductiemaatregelen uit roadmap Weg-, Dijk- en Spoormaterieel

Binnen het transitiepad Weg-, Dijk- en Spoormaterieel zijn drie hoofdmaatregelen in beeld om de emissies de komende jaren te reduceren. Binnen de hoofdmaatregelen zijn verschillende manieren in beeld om deze in te vullen. De hoofdmaatregelen en verschillende mogelijkheden om deze in te vullen, zijn gepresenteerd in Tabel 6.

Tabel 6 - Maatregelen uit de roadmap van transitiepad Weg-, Dijk- en Spoormaterieel*

Maatregel	Doorgerekend?	Kosteneffectiviteit	Categorie
Het verschonen van machines met een verbrandingsmotor door contracteisen	-	Onbekend	Groen
Het bevorderen van emissieloos materieel door contracteisen. Mogelijkheden emissieloos materieel: elektrisch via net/accu/batterijen, brandstofcel op methanol/ waterstof/mierenzuur, waterstofmotor, etc.	Ja deels: elektrisch materieel	Elektrisch materieel: gemiddeld € 150 per ton vermeden CO_2 tussen nu en 2030, in 2030 € 100 per ton CO_2 (dalende lijn door opschaling)	Geel/Groen
Het verminderen van het gebruik: – Optimaliseren van ontwerp – Gebruik van prefab-bouwmethoden – Optimalisering van logistiek (grond- en materiaalstromen)	N.v.t./-	N.v.t./-	Geel

* 'Categorie' bepaald door CE Delft.

CO_2-reductiepotentieel van de maatregelen

De grootste klimaatimpact binnen het transitiepad Weg-, Dijk- en Spoormaterieel wordt veroorzaakt door de emissies van broeikasgassen door de verbranding van fossiele brandstoffen in materieel en voertuigen. Daarnaast komen ook broeikasgassen vrij bij de productie van deze brandstoffen. De grootste potentie voor dit transitiepad op de middellange termijn ligt bij het toepassen van emissieloos materieel en voertuigen. Deze zijn vaak nog niet uitontwikkeld, of worden nog niet grootschalig geproduceerd. Om deze vanaf 2030 grootschalig te gaan toepassen, ligt de grootste opgave daarom de komende jaren in het stimuleren van deze ontwikkelingen. Dit geldt ook voor sommige alternatieve brandstoffen.

- Korte termijn (groen): de ontwikkeling van elektrisch materieel is al gestart en (licht) elektrisch materieel kan al op kleine schaal in projecten worden toegepast. Als deze ontwikkeling de komende jaren doorzet met behulp van stimulering door opdrachtgevers als launching customer, is de verwachting dat voor een groot deel van het materieel in 2030 elektrische alternatieven op grote schaal kunnen worden toegepast. Hiervoor geldt wel in de komende jaren een hogere kosteneffectiviteit dan € 100 per ton vermeden CO_2. Deze zal dalen met opschaling.
- Ambitieus (geel): voor alternatieve bouwlogistiek is nog minder duidelijk of dezelfde ontwikkeling kan worden doorgemaakt als voor elektrisch materieel. Daarom is dit deel van het transitiepad in geel geplaatst. Daarnaast kunnen maatregelen als ontwerpoptimalisatie voor bijvoorbeeld kunstwerken ervoor zorgen dat de opgave van dit transitiepad kleiner wordt.
- Afhankelijk van de markt en het Nederlandse/EU-beleid (grijs): klimaatbeleid en innovatiefondsen kunnen de ontwikkeling van alternatief materieel en logistiek stimuleren. Daarnaast liggen de ontwikkeling van alternatieve brandstoffen en de vergroening van het elektriciteitsnet vooral bij de Nederlandse overheid en de EU.

