





# Een duurzame brandstofvisie met LEF

*Kosten en effecten van de actie-agenda:  
inschatting van de potentie*

Maart 2015

Definitief



## COLOFON

Deze publicatie is tot stand gekomen in het kader van het Energie-akkoord en het Uitvoeringsoverleg Mobiliteit en Transport en opgesteld door Stratelligence aan de hand van de actieplannen in de actie-agenda en (tekst)bijdragen en analyses van verschillende (kennis)partijen, zoals opgenomen in het bijlagendocument:

TNO  
CE Delft  
ECN  
Ecofys  
PBL

Illustratie voorpagina door:  
De Jongens van de Tekeningen  
Overige illustraties - tenzij anders aangegeven - door:  
Stratelligence

Meer informatie:  
Met vragen kunt u terecht bij het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, afdeling DGMI, dhr. Pieter Wouters.

## VOORWOORD

---

Kenmerkend voor transformatieprocessen met een langetermijnperspectief is dat nog vele wegen naar Rome kunnen leiden en dat in het geheel niet duidelijk is welke weg de beste is. De kortste? De Veiligste?

Dat geldt ook voor het proces om onze mobiliteit en transport waaronder de brandstoffen te verduurzamen.

De externe omgeving verandert steeds weer, technologische mogelijkheden zijn ongewis en nog veel meer in het leven is onzeker.

Kortom te veel variabelen, te veel mogelijke opties.

Een reactie daarop is vaak dat, als strategie, zo veel mogelijke opties opengehouden worden. Laat 1000 bloemen bloeien, stimuleer de groei en bloei en later zal blijken wat de meest efficiënte en effectieve zijn.

Deze strategie lijkt aantrekkelijk maar niets is zonder nadelen: de in te zetten middelen zijn namelijk schaars en sommige paden zijn wel erg problematisch. Dat noopt tot keuzes.

Tegen deze achtergrond en met dit besef, is de afgelopen tijd door vele stakeholders hard gewerkt om tot een SER duurzame brandstofvisie te komen.

In de aanpak weerspiegelt zich het hiervoor geschetste dilemma.

Allereerst is een ongekennde actieagenda opgesteld. Ongekend vanwege de omvang, breedte en diepte: alle duurzame brandstofsporen en alle vervoersmodaliteiten.

Maar liefst 250 voorgestelde acties die ondernomen kunnen worden om de doelen binnen het Energieakkoord (pijler 7) te bereiken.

Echter de middelen zijn schaars en mede daardoor zal niet alles uitgevoerd kunnen worden, omdat bijvoorbeeld nieuw beleid of nog (rijks)financiering nodig is.

Dat moet de komende maanden per bundel van maatregelen in kaart gebracht worden door het rijk en betrokken instanties en marktpartijen.

Van belang daarbij is natuurlijk wat de marktpartijen willen bereiken, wat bijdraagt aan het halen van de doelen uit het Energieakkoord en wat er aan financiële middelen beschikbaar is.

Spannend! Want na de fase van inspiratie komt een fase waar transpiratie minstens zo kenmerkend zal zijn: gewoon hard buffelen om de projecten van de grond te krijgen. Hierna is in een kort kader geschetst wie wanneer welke rol daarbij speelt.

Ik wil iedereen zeer danken voor de inspanningen die verricht zijn om tot deze unieke actieagenda te komen. Ik wil iedereen nog meer danken voor wat de komende tijd gedaan wordt om tot een verduurzaming van onze mobiliteit te komen!

Pieter van Geel, voorzitter Uitvoeringsoverleg Mobiliteit en Transport

### PROCES

- Projecten: ontwikkelen in voorjaar 2015 rekening houdend met kosten, baten, draagvlak, samenhang en doelbereik.
- Besluiten: per afzonderlijk project c.q. green deal.
- Coördinatie: In het Uitvoeringsoverleg Mobiliteit en Transport zal de samenhang tussen de projecten worden bewaakt, informatie worden gebundeld, partijen bij elkaar gebracht waardoor nieuwe projecten kunnen ontstaan, en verschillen van inzicht waar mogelijk overbrugd.
- Regie: het proces m.b.t. het Uitvoeringsoverleg zal gefaciliteerd worden door de al bestaande regiegroep.



# INHOUD

---

Voorwoord.....	iii
Inhoud .....	v
Inleiding .....	1
<b>Actieplannen leveren in potentie een significante bijdrage aan het bereiken van de SER-doelen</b> .....	<b>3</b>
Overige doelen tellen mee in de beoordeling van de bundels .....	3
Doelbereik energiebesparing in 2020: acties hebben in potentie 6 PJ additioneel effect ten opzichte van de NEV-2014 .....	4
Doelbereik CO <sub>2</sub> -uitstoot in 2020: acties veroorzaken tot ruim 1 Mton additionele CO <sub>2</sub> -reductie ten opzichte van NEV-raming .....	5
Doelbereik in 2030; acties hebben een potentie van naar schatting 9 tot 11 Mton additionele CO <sub>2</sub> -reductie ten opzichte van de NEV .....	6
<b>Kosten en baten: wat kosten de actieplannen, en wat leveren ze op? .....</b>	<b>9</b>
Kosten .....	9
Investerings in voertuigen en tank- en laadinfra .....	10
Verschillen in operationele kosten .....	10
Total cost of ownership .....	11
Energiebesparing en emissies .....	11
Totale energiebesparing.....	11
Totale CO <sub>2</sub> -reductie tank-to-wheel.....	12
Well-to-tank CO <sub>2</sub> -uitstoot .....	12
Leefbaarheid.....	13
Energieleveringszekerheid.....	14
Werkgelegenheid .....	15
Overige duurzaamheidsaspecten.....	16
<b>Beelden per modaliteit .....</b>	<b>18</b>
Licht wegverkeer: personen- en bestelauto's .....	18
Elektrisch rijden.....	20
Rijden op waterstof .....	21
Rijden op gas.....	23
Zwaar wegverkeer: bussen .....	24
Zwaar wegverkeer: vrachtvervoer.....	26
Wegvervoer: biobrandstoffen .....	29
Wegvervoer: efficiency .....	30
Scheepvaart .....	31

Binnenvaart.....	32
Zeevaart.....	34
Luchtvaart .....	36
Rail .....	37

## INLEIDING

---

Als vervolg op het SER-energieakkoord en de duurzame brandstofvisie is in de afgelopen maanden gewerkt aan de actie-agenda duurzame brandstoffen. Voor het halen van de gestelde SER-doelen zijn verschillende brandstofsporen nodig, afgestemd per deelmarkt en modaliteit. Deze zijn in de visie beschreven en in de actie-agenda en actieplannen nader uitgewerkt per loket in acties en mogelijke (beleids)maatregelen.

Vanwege het grote aantal acties en maatregelen en de samenhang ertussen kunnen veel van de effecten alleen voor het samenhangend pakket beoordeeld worden: een bundel. Onder een bundel liggen dus meerdere acties, die gezamenlijk leiden tot de berekende kosten en effecten. Deze bundels vormen de basis voor de effecten- en kostendoorrekening, waarvan de resultaten in deze rapportage zijn opgenomen.

### Voorbeeld van onderscheid bundels, maatregelen en acties

Een voorbeeld van een bundel is een pakket maatregelen dat ervoor zorgt dat in 2020 in de binnenvaart 50 schepen (meer) op LNG varen dan zonder pakket. Het pakket bevat verschillende acties: 1) het uitrollen van 10 LNG tankstations langs geselecteerde scheepvaartroutes, 2) ontwikkeling van een ombouwpakket voor diesel naar LNG, 3) instellen van een investeringssubsidie of fiscaal vriendelijke regeling voor schippers. In de kosten-batenbeoordeling beschouwen we dit als een samenhangend pakket; het CO<sub>2</sub>-effect van de 50 schepen geldt alleen als alle maatregelen en acties worden uitgevoerd. De individuele kosten van de drie onderdelen zullen opgeteld worden en vergeleken met dit totaaleffect.

Dit rapport betreft geen complete en formele kosten-batenanalyse. Binnen de totale doorlooptijd is veel tijd gaan zitten in het formuleren van de actieplannen en maatregelen zelf, en was onvoldoende capaciteit, informatie en tijd om voor alle product-markt-combinaties een maatschappelijk kosten-batenanalyse of business case op te zetten. Bovendien zou dit ook tot een vertekend beeld en daarmee onzorgvuldige besluitvorming kunnen leiden, doordat maatregelen en bundels onderling sterk verschillen in markt, timing, ontwikkelingspotentieel, investeringsbehoefte, betrokken stakeholders, uitwerkingsniveau en score op verschillende doelen en de resultaten daarmee alleen op onderdelen vergelijkbaar zijn. In plaats daarvan zijn verschillende indicatoren en scores naast elkaar gezet zodat informatie en beelden beschikbaar zijn voor het vervolgproces.

Per bundel hebben de loketten aangegeven wat volgens hen het verwachte effect in termen van voertuigen, vaartuigen of percentage biobrandstoffen of efficiencyverbetering is. Het kennisconsortium en andere experts hebben vervolgens op uniforme wijze het CO<sub>2</sub>-effect, het effect op andere emissies en de meerkosten ten opzichte van de referentie beoordeeld. Hiervoor is een standaard rekenmodel gebruikt zodat resultaten zoveel mogelijk optelbaar zijn (zie bijlage C, met factsheets en toelichtingen). Het scoren op andere criteria (werkgelegenheid, leveringszekerheid en overig duurzaam) is gedaan door dezelfde experts ten behoeve van een consistente waardering van alle bundels en loketten.

De conceptresultaten zijn gepresenteerd en besproken in het SER-uitvoeringsoverleg van 15 december 2014 en 29 januari 2015 en daarna verwerkt in deze rapportage. Ze zijn samengesteld in nauwe samenwerking met het kennisconsortium bestaande uit TNO, CE Delft en ECN en met Ecofys en op basis van verschillende onderliggende rapporten, factsheets, kennisnotities en analyses, die in het bijlagendocument zijn opgenomen en besproken met vertegenwoordigers van de loketten in een aantal bijeenkomsten in de periode oktober 2014 – januari 2015.

Met behulp van deze input kan door betrokkenen draagvlak worden opgehaald bij de achterban (overheid en markt) en bevestigd voor verschillende bundels en acties. Bundels waarvoor brede steun bestaat, kunnen:

- of direct op de rolling agenda van de SER terecht komen;
- of onderwerp worden van aanvullend onderzoek en besluitvorming.

De eerste categorie betreft beleid waarvoor al overeenstemming of brede steun is en de financiering indien nodig voor geregeld is. De tweede categorie is veelal een groep maatregelen waarvoor wel steun is bij een deel van de betrokkenen maar waarvoor een langer besluitvormingsproces nodig is:

- ze vragen bijvoorbeeld een overheidsinvestering die eerst moet worden ingebracht in de gebruikelijke begrotingscyclus;
- ze vragen een zorgvuldig en langer afstemmingsproces, bijvoorbeeld doordat er meer ministeries bij betrokken zijn of omdat ze niet in lijn zijn met het huidige beleid of regeerakkoord;
- ze vragen aanvullend onderzoek of uitwerking voordat erover besloten kan worden.

Voor veel bundels zijn op dit moment nog te veel onzekerheden om definitieve toezeggingen of besluitvorming over te laten plaatsvinden (zie disclaimer). Bundels die na raadpleging van de achterban en de dialoog niet op de rolling agenda worden geplaatst of opgepakt voor nadere uitwerking, vallen niet definitief af voor het bereiken van de doelen in 2030 of 2050. Een of meer partijen kunnen een maatregel nader uitwerken en later inbrengen bij herijking van de actie-agenda of parallel in het gewone beleidsproces.

Achtereenvolgens komen in deze rapportage aan bod:

- De prognose van de CO<sub>2</sub>-reductie en energiebesparing conform de SER-doelen. Kunnen we met de actie-agenda de 2020-doelen halen? Zijn we voldoende voorbereid voor de 2030-doelen?
- Het volgende hoofdstuk gaat in op de kosten en effecten van de maatregelen en bundels in de actieplannen voor de maatschappij als totaal. Wat kost het en wat levert het op? In welke mate draagt het pakket bij aan andere doelen dan de SER-doelen?
- Tot slot wordt ingezoomd op de beelden per modaliteit (weg, scheepvaart, luchtvaart en rail). Hierin komen de kosten en effecten van individuele bundels aan bod.
- De informatie die als basis gebruikt is voor deze rapportage is opgenomen in een apart bijlagendocument.

## Disclaimer:

De cijfers zijn schattingen met veel onzekerheden die met de nodige voorzichtigheid gebruikt moeten worden:

- Schattingen over kostenontwikkelingen, en te realiseren voertuigaantallen en daarmee effecten zijn onzeker. De daadwerkelijke kosten en aantallen zullen van veel factoren afhangen waarover de betrokkenen (experts, kennisinstellingen, loketten) niet altijd hetzelfde beeld hebben.
- Hoe verder er vooruit moet worden gekeken, hoe groter het effect van deze onzekerheden.
- Dit heeft tot gevolg dat over de 2020 cijfers er een grotere mate van eensgezindheid en zekerheid bestaat dan over 2030. De schattingen voor 2030 moeten als illustratief en grove eerste orde schattingen worden beschouwd. Ze geven een beeld van de ontwikkelingsrichting en de mogelijke knelpunten die moeten worden opgelost maar zijn nog onvoldoende nauwkeurig om een goed beeld te krijgen van de kostenverschillen tussen de routes.
- Ook betreffen de aantallen veelal streefwaarden van de werkgroepen. De (beleidsmatige) onderbouwing voor de voertuigaantallen en aandelen alternatieve energiedragers in 2030 en (de financiering van) acties om deze streefwaarden te bereiken, ontbreken nog geregeld.
- Vergelijking tussen de verschillende product-marktcombinaties geeft doorgaans geen betekenisvolle resultaten doordat:
  - de marktfase en het ontwikkelingspotentieel verschillen;
  - de ene modaliteit of toepassing meer alternatieven heeft dan de ander;
  - de (bij)effecten per oplossing tussen de brandstoffen verschillen.

Om deze redenen hebben we geen 1-op-1 vergelijkingen getoond. In plaats daarvan zijn per modaliteit en brandstof enkele conclusies uit de analyse van de kosten en effecten en actieplanfase getoond.

### VOORBEELD:

Stel er zijn 1 miljoen voertuigen in 2030 waarvan de meerinvesteringen ten opzichte van de referentie € 1000 hoger uitvallen dan verwacht, dan gaat het om + 1 miljard euro aan extra maatschappelijke investeringen. De kostenvergelijking in 2030 is daardoor eerder illustratief dan besluitvormend.

## ACTIEPLANNEN LEVEREN IN POTENTIE EEN SIGNIFICANTE BIJDRAGE AAN HET BEREIKEN VAN DE SER-DOELEN

---

In de duurzame brandstofvisie zijn naar aanleiding van het SER-Energieakkoord van september 2013, voor de sector mobiliteit en transport ambitieuze *tank-to-wheel*-afspraken gemaakt om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te verminderen en de klimaatdoelen te halen.

De volgende doelen<sup>1</sup> zijn afgesproken:

- Een reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 60% per 2050 ten opzichte van 1990 (= max. 12 Mton in 2050, conform het EU-witboek);
- Per 2035 zijn alle nieuw verkochte personenauto's in staat om zero-emissie te rijden;
- Een reductie tot max. 25 Mton in 2030 ten opzichte van 1990 (-17%), op weg naar de doelstelling voor 2050;
- Een bijdrage van mobiliteit aan de energie-efficiency van 15-20 PJ in 2020 (totale bijdrage van alle sectoren is 100 PJ in 2020);
- Tevens is een groene-groeiagenda opgesteld met daarin perspectieven voor de lange termijn en maatregelen voor de korte termijn.

De spoorsector valt qua uitstoot onder de SER-doelen, maar levert in IPCC-termen weinig CO<sub>2</sub>-uitstoot doordat het meeste vervoer al geëlektrificeerd is. Het resterende deel zal ook moeten verduurzamen en verschillende spoorvervoerders hebben de ambitie om op termijn alleen nog groene elektriciteit te gebruiken. De Nederlandse binnenvaart valt maar voor een beperkt deel onder de rekenregels en doelen voor het binnenlands vervoer. Het merendeel van de CO<sub>2</sub>-effecten wordt toegeschreven aan (vermindering van) de mondiale uitstoot.

### OVERIGE DOELEN TELLEN MEE IN DE BEOORDELING VAN DE BUNDELS

De internationale scheepvaart heeft geen expliciete doelstelling op CO<sub>2</sub>-emissiereductie geformuleerd. Wel stelde de International Maritime Organization (IMO) in 2011 een energie-prestatienorm voor nieuwe schepen op (Energy Efficiency Design Index, EEDI). De Nederlandse scheepvaartsector neemt zijn verantwoordelijkheid en streeft vanaf 2020 naar CO<sub>2</sub>-neutrale groei van de zeevaart en wil in 2050 een CO<sub>2</sub>-reductie bereiken van 50% ten opzichte van 2020<sup>2</sup>.

De luchtvaartsector valt evenmin onder de SER-doelen en zet in op een ambitieuze lijn met voor 2020 een ambitie van 5% gebruik van biobrandstoffen. In ICAO<sup>3</sup>-verband is de ambitie geformuleerd van '*carbon-neutral growth*' na 2020, ofwel een groei van de mondiale luchtvaartsector zonder additionele CO<sub>2</sub>-emissies (ICAO 2013). Met een trendmatige groei in de energievraag in deze sector van 3-4% per jaar bij een volumegroei van 4-5%, zal een substantieel aandeel biobrandstoffen nodig zijn in 2030.

Het bereiken van deze CO<sub>2</sub>-doelen zal hand in hand moeten gaan met groene groei en verbeteringen in de leefomgeving, passen binnen de wereldwijde transitie op het gebied van de energievoorziening (verduurzaming en energiebesparing), het gebruik van grondstoffen en bij de overige ambities van het kabinet, zoals energieleveringszekerheid, en veiligheid.

De meeste bij de visie betrokken partijen zouden nog ambitieuzere doelen willen en liever kijken naar de CO<sub>2</sub>-effecten van de alternatieven in de hele keten (well-to-wheel, WTW) en naar een bredere scope qua maatregelen, die ook aangrijpen op gedragsverandering, efficiency, volume en modal shift.

---

<sup>1</sup> Deze doelstellingen gelden volgens de IPCC-definitie: ze omvatten alleen broeikasgasemissies op het Nederlandse territorium en voor de verkeersector geldt de inzet van biobrandstoffen, elektriciteit en waterstof als zero-emissie. Deze doelstellingen gelden, anders gezegd, *tank-to-wheel* (TTW). Als naar de gehele keten zou worden gekeken praten we over een *well-to-wheel* doelstelling (WTW), zie ook bijlage B.

<sup>2</sup> Bron 'Groen en krachtig varen', milieubrochure KVNR, januari 2013.

<sup>3</sup> International Civil Aviation Organization.

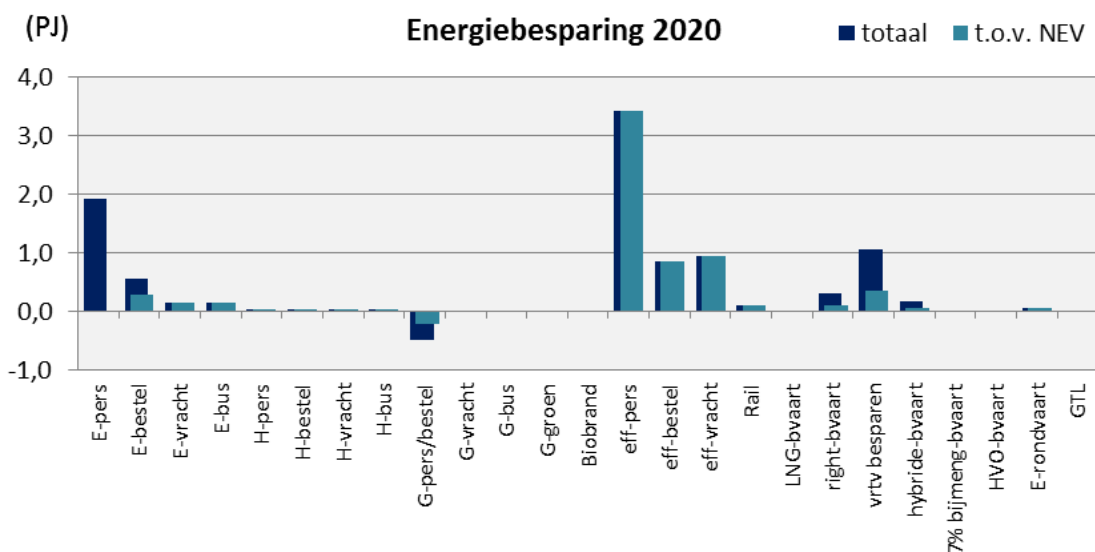
Het primaire doel van de actie-agenda is om de uitstoot van CO<sub>2</sub> door de sector te verminderen en een bijdrage te leveren aan de energiebesparingsdoelstelling in 2020. De optelsom van activiteiten in termen van verwachte CO<sub>2</sub>-reductie is een belangrijke indicatie of wij op koers zijn de doelen te bereiken. Bij sommige van de acties is direct een relatie te leggen tussen afspraak en het te besparen aantal megatonnen CO<sub>2</sub> (bijvoorbeeld bij afspraken over normering van voertuigen in Europa), andere initiatieven zijn conditioneel voor de transitie. De actie-agenda bevat beide. Op basis van deze beoordeling van effecten kunnen partijen met elkaar vaststellen of we met de acties, die voor de komende vijf jaren op stapel staan, op de goede weg zijn, zowel voor het behalen van de SER-doelen, als de algemene beleidsdoelstellingen en internationale afspraken.

## DOELBEREIK ENERGIEBESPARING IN 2020: ACTIES HEBBEN IN POTENTIE 6 PJ ADDITIONEEL EFFECT TEN OPZICHTE VAN DE NEV-2014

In het SER-Energieakkoord is een energiebesparingsdoel voor het binnenlands vervoer van 15-20 PJ in 2020 geformuleerd te bereiken met 33 afspraken (uit pijler 7) die zullen worden aangevuld met afspraken naar aanleiding van de duurzame brandstofvisie en de actieplannen. In deze analyse beschouwen we alleen de mogelijke acties die te maken hebben met de brandstoffenmix en de efficiencymaatregelen in voertuigen.

Door ECN/PBL is in de Nationale Energieverkenning (NEV-2014) berekend dat met het vastgestelde en voorgenomen beleid een besparing van 8-16 PJ wordt bereikt. De besparing wordt vooral gerealiseerd door het zuiniger worden van nieuwe auto's in overeenstemming met de Europese CO<sub>2</sub>-normen voor 2020 en de introductie van 200.000 elektrische auto's tot 2020. De marge hangt samen met de onzekerheid over de ontwikkeling van het praktijkverbruik van toekomstige nieuwe auto's in vergelijking met het testverbruik.

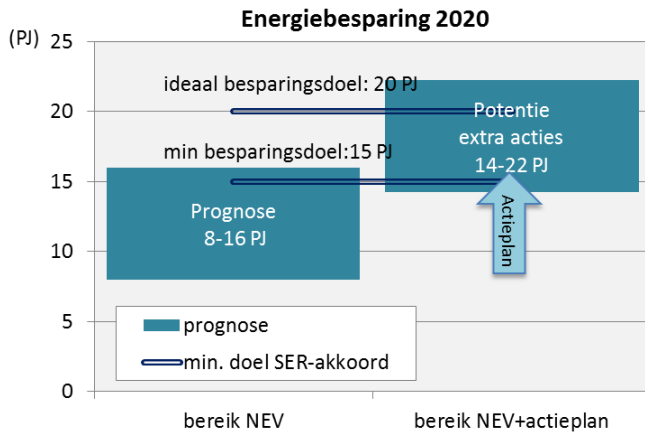
De acties uit de actieplannen hebben in 2020 een potentiële additionele besparing van 6 PJ ten opzichte van de NEV. Grotendeels komt deze additionele besparing voor rekening van het gebruik van zuiniger banden en efficiencymaatregelen in de binnenvaart (zie Figuur 1, bundel efficiency-pers/bestel/vracht en voortvarend besparen). Diverse acties met een substantieel besparingseffect, zoals de Europese CO<sub>2</sub>-normen voor personen- en bestelauto's en de doelen voor elektrisch rijden in Nederland, zijn al onderdeel van het vastgestelde beleid van de NEV. Hierdoor is de absolute besparing niet additioneel ten opzichte van de NEV-berekeningen. Absoluut gaat het om een besparing van 9 PJ.



Figuur 1: energiebesparing in 2020 absoluut en relatief ten opzichte van NEV-berekeningen

De besparing van de scheepvaartbundels wordt grotendeels toegerekend aan de mondiale energiebesparing. Dit geldt niet alleen voor de zeevaart (niet afgebeeld in zie Figuur 1), maar ook voor

de binnenvaart. Dit heeft te maken met definities van IPCC. Alleen vervoer van Nederlandse haven naar Nederlandse haven telt mee in het binnenlands vervoer (zie ook bijlage B).

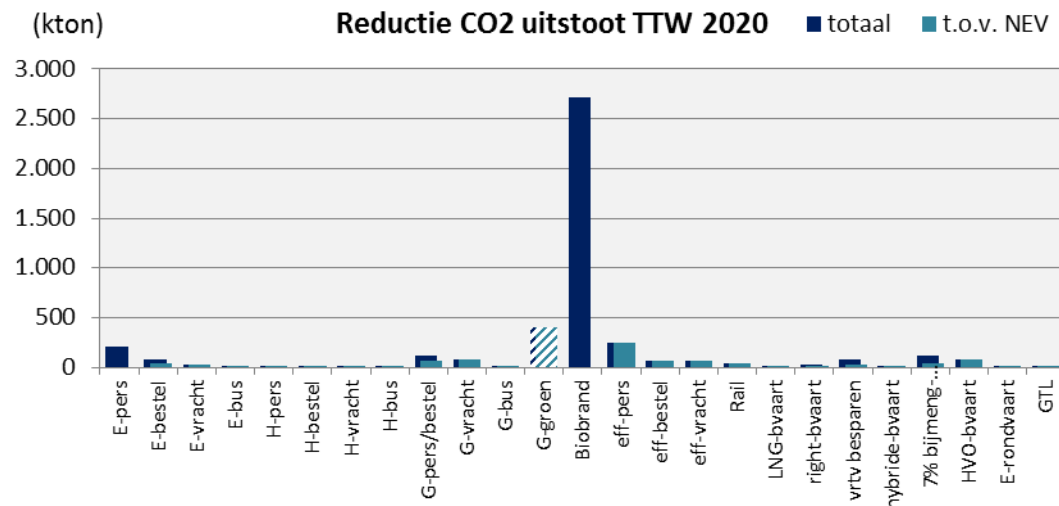


Figuur 2: prognose energiebesparing in 2020 op basis van NEV en inclusief de aanvullende maatregelen uit de actieplannen

Resultaat van zowel de maatregelen die al in NEV opgenomen zijn als de aanvullende maatregelen is een prognose van 14 tot 22 PJ besparing (8 – 16 PJ plus 6 PJ). In potentie is het geformuleerde besparingsdoel binnen bereik.

### DOELBEREIK CO<sub>2</sub>-UITSTOOT IN 2020: ACTIES VEROORZAKEN TOT RUIM 1 MTON ADDITIONELE CO<sub>2</sub>-REDUCTIE TEN OPZICHTE VAN NEV-RAMING

Het doel voor 2020 in het binnenlands vervoer is maximaal 35,5 Mton CO<sub>2</sub>-uitstoot. Volgens de NEV-2014 wordt het broeikasgasdoel voor vervoer voor 2020 gehaald met het vastgestelde beleid (middenraming 33,9 Mton met een marge van 30-37 Mton). De acties uit de actieplannen vergroten de waarschijnlijkheid dat het doel voor 2020 wordt gehaald.



Figuur 3: reductie CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2020 absoluut en relatief ten opzichte van NEV-berekeningen

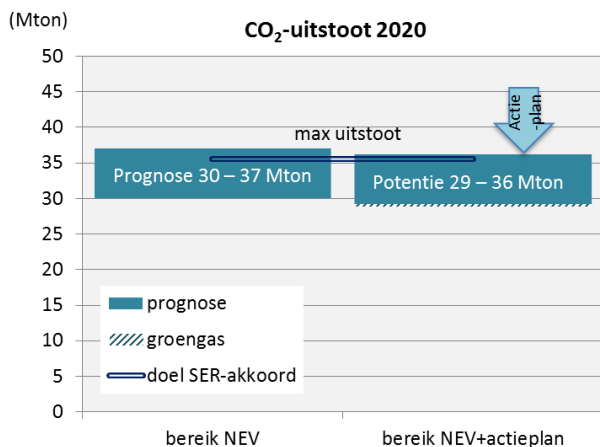
Additioneel kan met de acties uit de actieplannen in 2020 een potentiële reductie worden bereikt van in totaal ongeveer 1 Mton CO<sub>2</sub>.

De inzet van groen gas via groencertificaten leidt niet tot een CO<sub>2</sub>-reductie die volgens de vastgestelde berekeningsmethodiek valt toe te rekenen aan de sector vervoer. De bundel vergroening van gasvormige brandstoffen (incl. bio-LPG en bio-LNG) is daarom gearceerd in Figuur 3.

Het effect van elektrisch personenvervoer zit voor het merendeel al in de NEV. De acties en bijbehorende kosten moeten voor een deel nog beleidsmatig worden ingevuld. Het gebruik van biobrandstoffen levert een grote bijdrage aan de CO<sub>2</sub>-reductie. Deze bijdrage is al ingeboekt in de NEV.

De totale uitstootreductie van de scheepvaartbundels wordt net als bij energiebesparing grotendeels toegerekend aan de vermindering van de mondiale uitstoot. Dit geldt ook voor luchtvaart. De bijdrage van luchtvaart aan het binnenlandse vervoer is te verwaarlozen.

In totaal hebben de bundels uit de actieplannen een mogelijke binnenlandse besparing van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van ruim 4 Mton, maar slechts 1 Mton hiervan is additioneel ten opzichte van de NEV.

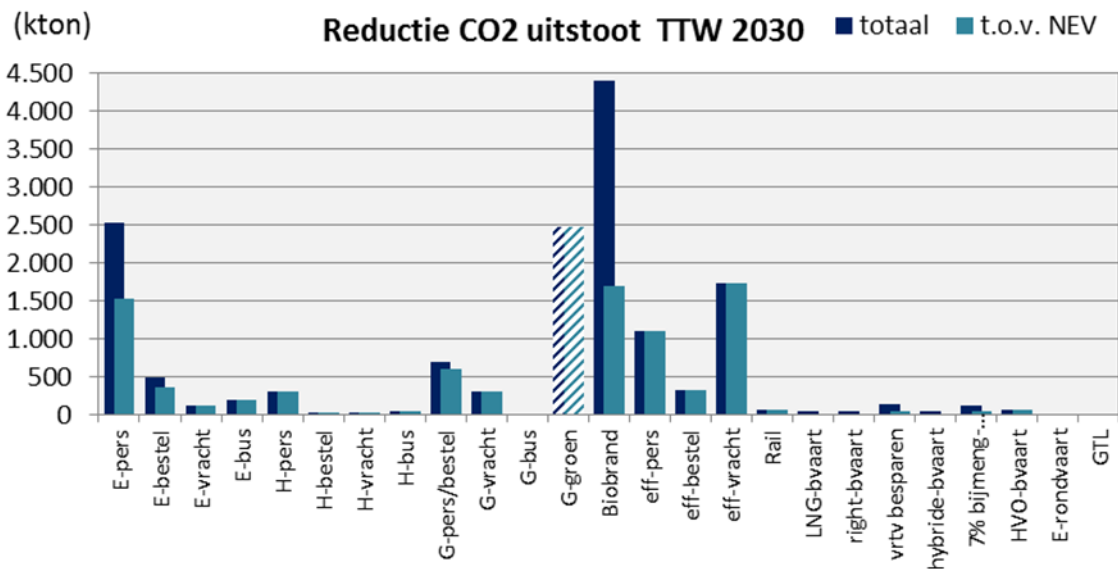


Figuur 4: prognose reductie CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2020 op basis van NEV en inclusief de aanvullende maatregelen uit de actieplannen

## DOELBEREIK IN 2030; ACTIES HEBBEN EEN POTENTIE VAN NAAR SCHATTING 9 TOT 11 MTON ADDITIONELE CO<sub>2</sub>-REDUCTIE TEN OPZICHTE VAN DE NEV

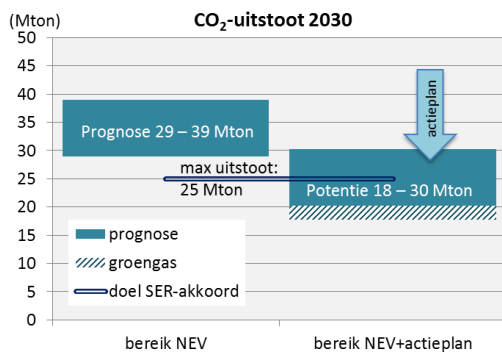
In het SER-Energieakkoord is een broeikasgasdoel van 25 Mton voor binnenlands vervoer in 2030 opgenomen. Volgens de NEV-2014 wordt in 2030 met vastgesteld beleid een emissie gehaald van 33,3 Mton CO<sub>2</sub> (marge 29-39 Mton). Aanvullende maatregelen zijn nodig om het gestelde doel te halen.

Belangrijke bijdragen worden verwacht van elektrisch rijden, het gebruik van biobrandstoffen, efficiencymaatregelen en de inzet van gas (CNG, LPG en LNG). De grote impact van waterstof volgt na 2030 richting 2050. Een significant deel van de reductie door elektrisch rijden en het gebruik van biobrandstoffen is al meegeteld in de NEV. De acties moeten echter nog beleidsmatig worden ingevuld. Evenmin zijn de bijbehorende kosten begroot.



Figuur 5: reductie CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2030 absoluut en relatief ten opzichte van NEV-berekeningen

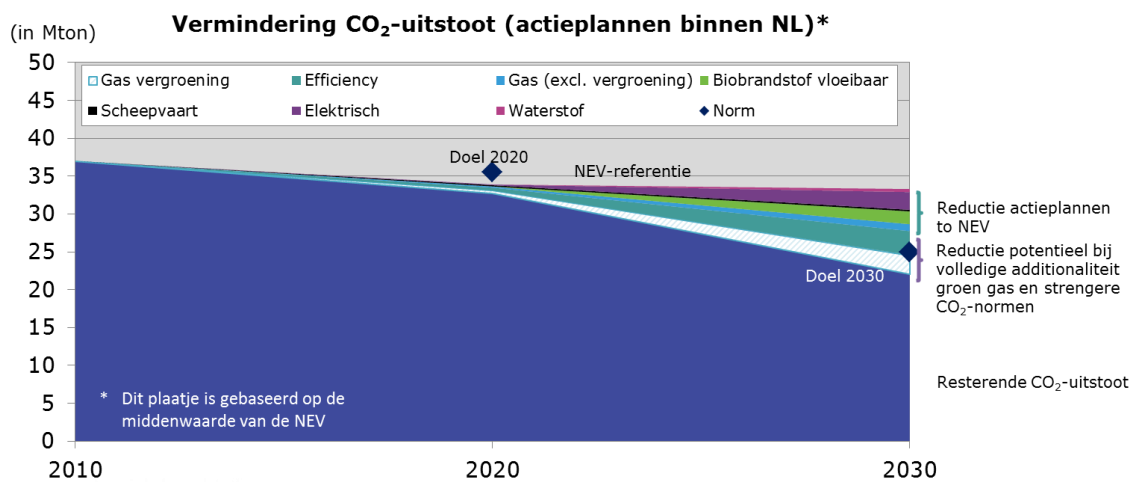
De inzet van groen gas leidt onder de huidige rekensystematiek en bij het gebruik van certificaten niet tot een CO<sub>2</sub>-reductie die valt toe te rekenen aan de sector vervoer. Bij fysieke levering is dit wel het geval. De bundel vergroening van gas is daarom gearceerd in Figuur 5. Deze onzekerheid verklaart de bandbreedte van 9 – 11 Mton CO<sub>2</sub> in 2030. Deze 9 – 11 Mton zou betekenen dat de uitstoot uitkomt op gemiddeld 18 - 30 Mton, dus gemiddeld onder het gestelde doel van 25 Mton (zie Figuur 6).



Figuur 6: potentiële reductie CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2030 op basis van NEV en inclusief de aanvullende maatregelen uit het actieplan

Belangrijke kanttekening hierbij is dat de inschatting voor 2030 is gebaseerd op de kwantitatieve informatie opgenomen in de actieplannen. Het betreft veelal streefwaarden van de werkgroepen. De (beleidsmatige) onderbouwing voor de voertuigaantallen en aandelen alternatieve energiedragers in 2030 en (de financiering van) acties om deze streefwaarden te bereiken ontbreken geregeld.

Als we uitgaan van de middenwaarden van de NEV-prognoses is na 2020 een sprong in aantallen duurzame voertuigen nodig om de doelen voor 2030 (en 2050) te halen (zie Figuur 7). Het gebruik van groen gas voor CNG-voertuigen is op dit moment in geringe mate additioneel als overwegend groengascertificaten worden ingekocht. Zonder een extra inzet op maatregelen in de sfeer van mobiliteitsvolume en –gedrag lijken nagenoeg alle andere acties uit de actieplannen noodzakelijk om in de buurt te komen van het SER-doel voor 2030, inclusief mogelijk verscherping van de CO<sub>2</sub>-normen. In een recent uitgevoerde quickscan zijn diverse aanknopingspunten voor volume- en gedragsmaatregelen geïdentificeerd. Ook bij mogelijke tegenvallers bij één of meer brandstofsporen zijn dergelijke aanvullende maatregelen mogelijk noodzakelijk om het 2030 doel te halen.



Figuur 7: prognose reductie CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2030 op basis van NEV en inclusief de aanvullende maatregelen uit het actieplan

## KOSTEN EN BATEN: WAT KOSTEN DE ACTIEPLANNEN, EN WAT LEVEREN ZE OP?

---

In dit hoofdstuk worden de kosten en effecten geduid van het hele pakket maatregelen beschreven in de actie-agenda. Focus ligt hierbij op de *absolute* kosten en effecten. Dit is nodig voor een eerlijke vergelijking:

- Maatregelen die al meegeteld zijn in de NEV hebben bij een vergelijking ten opzichte van de NEV geen of een beperkt additioneel effect, maar hebben vaak wel een absoluut hoge bijdrage aan de energiebesparing of reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot;
- Ook al zijn maatregelen meegeteld qua effect in de NEV, qua kosten zijn ze dat doorgaans nog niet. Om onterecht rijk rekenen te voorkomen, nemen we dus zowel meerkosten als meerbaten ten opzichte van het fossiele alternatief mee;
- Voor luchtvaart en scheepvaart is de NEV minder relevant, doordat de doelen van de sector niet gemeten worden in termen van het binnenlands vervoer zoals in de NEV.

De benodigde investeringen van de actie-agenda en de afzonderlijke maatregelen en bundels dienen te worden afgewogen tegen de mogelijke lagere operationele kosten en andere effecten, zoals op het gebied van CO<sub>2</sub>-reductie en energiebesparing, maar ook:

- De leefbaarheidseffecten;
- De toename van binnenlandse werkgelegenheid, toegevoegde waarde en exportpotentieel;
- Verminderde afhankelijkheid van olieproducerende landen;
- Verduurzamingseffecten (people en planet).

Deze analyse levert brokstukken op voor de beeldvorming bij de verschillende partijen. De onderlinge afweging van acties en maatregelen valt buiten de scope van deze analyse.

*Belangrijk aandachtspunt hierbij blijft dat het om schattingen gaat en dat de cijfers daarom met de nodige voorzichtigheid gebruikt moeten worden. Over de 2020-cijfers is er een grotere mate van eensgezindheid en zekerheid dan over de 2030-cijfers. De schattingen voor 2030 moeten als grove eerste orde schattingen worden beschouwd. Ze geven een beeld van de ontwikkelingsrichting en de mogelijke knelpunten die moeten worden opgelost maar zijn nog onvoldoende nauwkeurig om een goed beeld te krijgen van de kostenverschillen tussen de routes.*

### KOSTEN

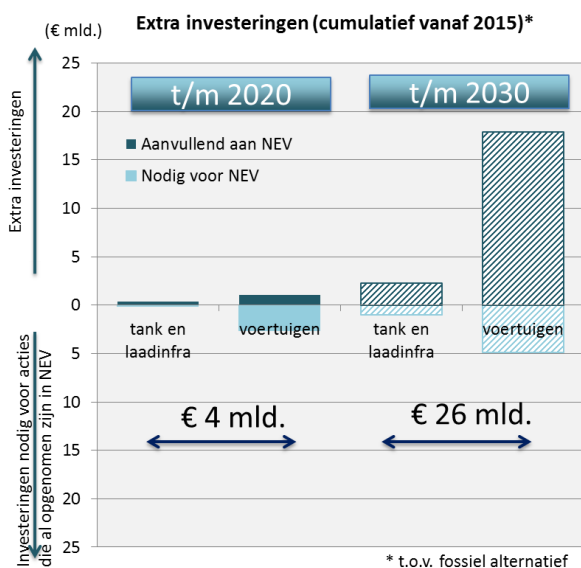
De meer- en minderkosten en extra investeringen voor de verschillende bundels zijn bepaald voor alle voer- of vaartuigen van een product-marktcombinatie, inclusief de voer- of vaartuigen die al in de NEV-prognoses aangenomen zijn. De kosten en investeringen zijn zonder belastingeffecten en zonder verdelingseffecten bepaald. Deze effecten zijn niet meegenomen omdat dit aannames vraagt over instrumenten die nog niet bekend zijn, de specifieke dimensionering daarvan en de uitkomsten van de dialoog tussen betrokkenen, die nog moet plaatsvinden. De meerkosten zullen of door gebruikers, of door de sector of door de overheid moeten worden opgebracht. Nog bepaald moet worden wie welk deel gaat bijdragen.

Het alternatief ten opzichte waarvan de meerkosten zijn bepaald, is het fossiele brandstofalternatief. Voor het wegvervoer is dat doorgaans benzine of diesel, voor de scheepvaart scheepsdiesel of stookolie en voor de luchtvaart reguliere kerosine. Voor het niet-geëlektrificeerde deel van het railvervoer betreft het diesel. De investeringen worden als eenmalige investeringen (per voertuig of voor tankinfrastructuur) meegenomen. Afschrijvingskosten en rentekosten vallen daardoor buiten deze analyse. Voor meer achtergronden zie bijlage A.

## Investerings in voertuigen en tank- en laadinfra

Tot 2030 zijn op basis van huidige inschattingen aanvullende investeringen in voertuigen en in tank- en laadinfrastructuur ten opzichte van de fossiele referentie nodig. Deze zijn bepaald in miljoen euro en representeren de meerkosten over de periode 2015-2020 en 2015-2030. Door het ontbreken van een vlootmodel zijn de meerkosten grove schattingen. Inschattingen met betrekking tot de voertuigen zijn afkomstig van het kennisconsortium, inschattingen voor de laad- en tankinfrastructuur van de loketten.

Als we de berekende meerkosten uit de factsheets voor de periode 2015-2020 en 2015-2030 voor alle doorgerekende bundels optellen, komen we uit op een bedrag van € 4 miljard voor de eerste periode en € 26 miljard voor de tweede periode (de eerste € 4 miljard is hier dus onderdeel van). Dit bedrag kan worden verdeeld over de extra bijdrage nodig voor de voertuigen en voor de tank- en laadinfra. Een kleine 90% betreft de meerkosten van de voertuigen, 10% zijn extra kosten voor de tank- en laadinfrastructuur.



Figuur 8: Additionele investeringen actieplannen ten opzichte van fossiel alternatief<sup>4</sup>

Verlagen van de meerkosten van voertuigen via de actieplannen lijkt moeilijk doordat de meeste voertuigen buiten Nederland geproduceerd worden. Uitzonderingen zijn er voor componenten, trucks en bussen en de ombouw van schepen. Daarnaast nemen de aantallen alternatieve voertuigen wereldwijd door de trend naar verduurzaming wel toe, waardoor de meerkosten zullen dalen.

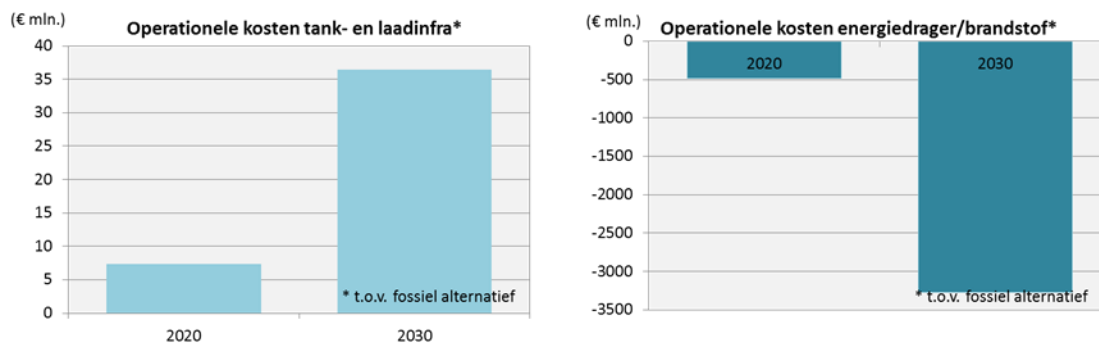
Een andere verdeling is de verdeling over investeringen die horen bij voertuigaantallen of maatregelen waarvan het effect al meegeteld is in de NEV en aantallen en maatregelen waarvoor dat niet zo is. Per bundel waarvan het effect is doorgerekend, zijn de meerkosten in dezelfde verhouding toegedeeld als de CO<sub>2</sub>-reductie van die bundel naar een deel dat al in NEV is meegenomen en een deel waarvoor dat niet geldt. Tot en met 2020 hangt ongeveer 70% van de meerkosten ofwel € 3 miljard samen met maatregelen die al nodig zijn om de NEV-prognose te realiseren. Voor de periode tot en met 2030 gaat het om ongeveer 20% ofwel € 5 miljard bij de huidige aannames over het verloop van de meerkosten.

## Verschillen in operationele kosten

Additionele operationele kosten (plus of min) van alternatieve brandstofdragers bestaan uit het verschil in kosten voor: voertuigen, infrastructuur en energiedragers. Verschillen in de operationele kosten van voertuigen zijn verwaarloosd, doordat verschillen in onderhoudskosten onvoldoende onderbouwd konden worden. De grootste verschillen tussen de alternatieven bestaan nu uit verschillen in de kosten van de brandstof. De energiekosten van alternatieven ten opzichte van fossiel zijn sterk afhankelijk van

<sup>4</sup> 2030 cijfers m.b.t. NEV-deel in presentatie zijn gecorrigeerd t.o.v. 29 januari i.v.m. schaalfout.

de ontwikkeling van de olieprijs. De meer- of minderkosten van de tank- en laadinfrastructuur zijn nihil of klein ten opzichte van andere verschillen (zie Figuur 9).



Figuur 9: Totale operationele meer en minderkosten actieplannen per jaar ten opzichte van fossiel alternatief

### Total cost of ownership

Om het resultaat van de investeringen in meer- en minderkosten ten opzichte van de referentie te laten zien is de *total cost of ownership* (TCO) bepaald per bundel. Deze *total cost of ownership* als percentage ten opzichte van fossiel is feitelijk geen TCO omdat het de kosten voor de maatschappij excl. belastingen betreft. De waarde is bepaald door de annuïteit van de extra investeringskosten (periode 8-15 jaar voor voertuigen, 55 jaar op vaartuigen en 35 jaar voor efficiencymaatregelen vaartuigen) op te tellen bij de jaarlijkse operationele meer- of minderkosten in vergelijking met fossiel en deze te delen door het aantal voer- of vaartuigen. Voor luchtvaart is de TCO berekend door de meerkosten van biokerosine te wegen voor het aandeel in de totale kosten over de levensduur van de brandstof.

De resultaten hiervan worden in de beelden per modaliteit getoond.

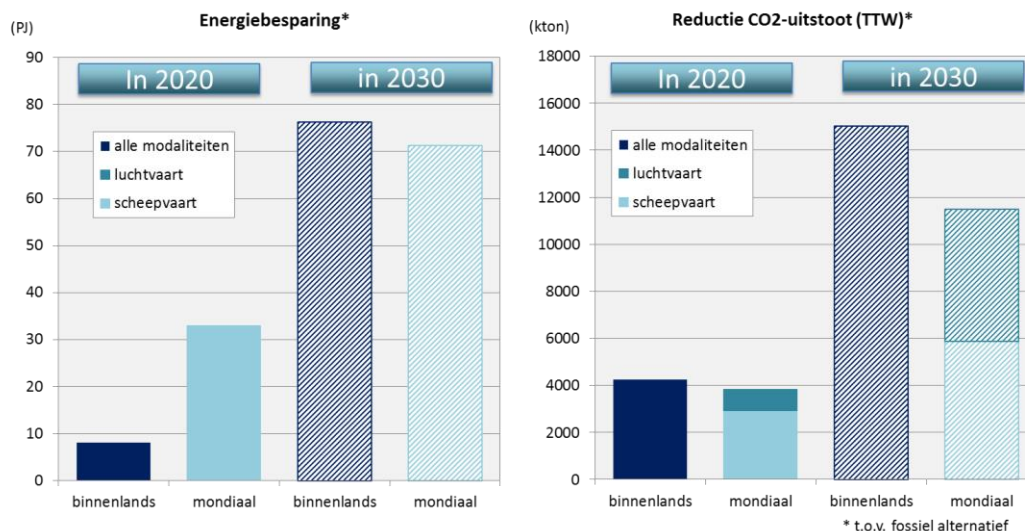
### ENERGIEBESPARING EN EMISSIES

Voor het halen van de SER-doelen is de TTW CO<sub>2</sub>-uitstoot en energiebesparing van het binnenlands transport relevant. De actieplannen gaan echter verder dan deze doelen. In de *duurzame brandstofvisie met LEF* worden ook doelen gesteld voor de internationale scheepvaart en luchtvaart. De meeste bij de visie betrokken partijen hebben in de visie uitgesproken ambitieuzere doelen te willen, nl. doelen die kijken naar het effect in de hele keten (WTW) en naar andere duurzaamheidsaspecten. De beoordeling hiervan volgt daarom hieronder.

### Totale energiebesparing

De totale energiebesparing is de reductie in (finale) energievraag als gevolg van de maatregelen. Deze zijn berekend ten opzichte van een situatie met enkel conventionele voertuigen en brandstoffen door het aantal alternatieve voertuigen te vermenigvuldigen met het verschil in energievraag tussen het alternatief en de referentie (benzine, diesel).

In Figuur 10 is zichtbaar dat de energiebesparing van de actieplannen die mondiaal meegeteld wordt in 2020 veel groter is en in 2030 in dezelfde grootteorde valt als de energiebesparing die wordt meegeteld voor de binnenlandse transportdoelen. De mondiale reductie wordt vooral veroorzaakt door de bijdrage van de efficiencymaatregelen in de zeevaart.



Figuur 10: Totale energiebesparing en CO<sub>2</sub>-reductie actieplannen ten opzichte van fossiel alternatief

### Totale CO<sub>2</sub>-reductie tank-to-wheel

De totale CO<sub>2</sub>-reductie tank-to-wheel is de vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot ten opzichte van de fossiele referentie. Deze is bepaald door het aantal voertuigen met een alternatieve brandstof te vermenigvuldigen met het verschil in jaarlijkse uitstoot tussen de fossiele en de alternatieve energiedrager. Voor vloeibare biobrandstoffen, elektrisch en waterstof geldt een nihil uitstoot. Voor 'grijs' gas is de uitstoot lager dan van benzine of diesel. Voor groen gas of biomethaan hangt de TTW-uitstoot af van hoe het wordt ingezet. Als het fysiek in de vervoerssector wordt ingezet dan wordt het gelijk behandeld aan vloeibare biobrandstof en telt dus als nulmissie. Groen gas dat wordt gevoed aan het aardgasnet en via groengascertificaten wordt gekoppeld aan de sector vervoer wordt onder de huidige rekenmethodiek aangemerkt als aardgas en levert geen extra voordeel op ten opzichte van CNG.

Als we naar de hele actie-agenda kijken, verwachten we ook grote verbeteringen in de mondiale uitstoot en niet alleen in het binnenlandse transport. Onder de binnenlandse uitstoot valt het wegvervoer, rail en een klein deel van de uitstoot van de binnenvaart. Ongeveer 1/3 deel van het resultaat van een maatregel voor de binnenvaart draagt bij aan de binnenlandse CO<sub>2</sub>-reductie. De rest van de reductie en de effecten van zeeschepen tellen mee bij het verminderen de mondiale uitstoot. Ook maatregelen in de luchtvaart verminderen de mondiale emissies. Figuur 10 rechts laat zien dat de mondiale klimaatdoelen ongeveer even sterk profiteren van de actieplannen als de binnenlandse.

### Well-to-tank CO<sub>2</sub>-uitstoot

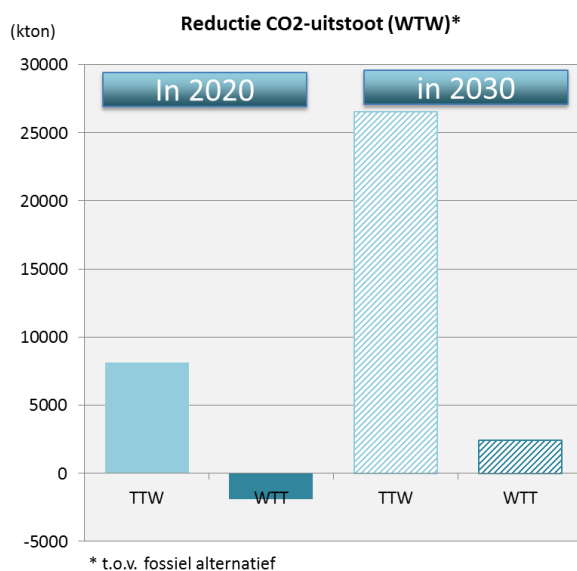
Bij het bepalen van de CO<sub>2</sub>-reductie is onderscheid gemaakt tussen WTT- en TTW-emissies. Dit onderscheid komt voort uit de afzonderlijke sectordoelen en de monitoring daarop. Bij mondiale klimaatonderhandelingen en –akkoorden worden de doelen per land en sector gesteld. Hierbij wordt enkel naar directe emissies gekeken omdat anders teveel dubbeltellingen zouden ontstaan. Het Energie-akkoord stelt voor de sector transport alleen doelen TTW (pijler 7 Energie-akkoord). De verduurzaming van de energieopwekking valt onder andere onderdelen van het Energie-akkoord.

Diverse partijen benoemen dat als alleen naar deze doelen wordt gekeken een tank-to-wheel-reductie ten koste kan gaan van een substantiële toename in well-to-tank-emissies. Dit is ook de reden dat verschillende betrokkenen hebben aangegeven liever naar de hele keten te willen kijken.

Dit risico op afwenteling speelt alleen op middellange termijn als nul-emissie voertuigen een groot marktaandeel hebben in combinatie met bijvoorbeeld een energievoorziening die nog voor een substantieel deel fossiel is. Op lange termijn is het geen issue, vanwege de veel strengere doelen bij de energieproductie dan voor verkeer (zie verder bijlage I).

Voorgesteld is om 'monitoring' op well-to-wheel-emissies toe te voegen ten behoeve van inzicht hoe de well-to-wheel-trend zich verhoudt tot tank-to-wheel-trend. Dit kan een signaalfunctie hebben bij een onevenredig grote afwenteling op andere sectoren.

Figuur 11 laat zien dat in de actieplannen nu geen sprake is van onevenredig grote afwenteling. Een grote reductie in 2020 TTW gaat samen met een bescheiden toename van de WTT-emissies. In 2030 profiteren beide segmenten als de ambities van de actieplannen realiteit worden.



Figuur 11: Totale reductie CO<sub>2</sub>-uitstoot well-to-tank en tank-to-wheel van actieplannen ten opzichte van fossiel alternatief

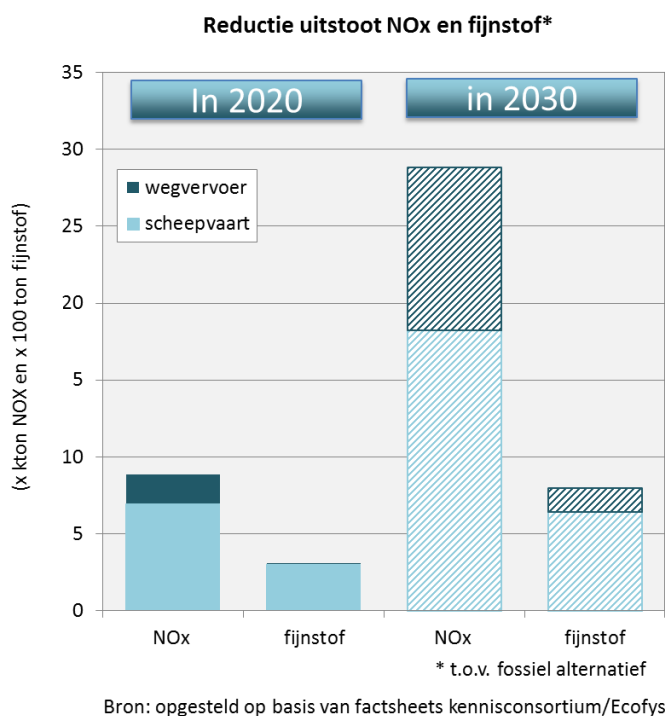
## Leefbaarheid

De leefbaarheid (luchtkwaliteit) in Nederland en ook daarbuiten kan met de actieplannen sterk verbeteren. De indicatoren die hiervoor gebruikt zijn, zijn de reductie van de NO<sub>x</sub>-uitstoot (in ton) en van fijnstof (PM in ton). Dit zijn de veranderingen in de jaarlijkse TTW-emissies in 2020 of in 2030. Belangrijke effecten die optreden bij een vermindering van de uitstoot zijn:

- Minder gezondheidsschade door fijnstof (verloren levensjaren, o.a. veroorzaakt door PM en NO<sub>x</sub>-uitstoot)
- Minder aantasting van de natuur door vermisting of verzuring (o.a. veroorzaakt door NO<sub>x</sub>);

De berekeningswijze is vergelijkbaar met die voor de CO<sub>2</sub>-emissies.

De uitstoot van NO<sub>x</sub> en fijnstof neemt bij realisatie van de actieplannen door de verschuiving naar alternatieve energiedragers af (zie Figuur 12). Belangrijke bijdragen komen van de scheepvaartbundels en in het wegvervoer van de toename van voertuigen die rijden op gas of die een elektrische aandrijving hebben. Doordat de samenstelling van biokerosine chemisch gelijk is aan reguliere kerosine, levert luchtvaart geen bijdrage.



Figuur 12: Totale reductie NO<sub>x</sub> en fijnstofuitstoot van actieplannen ten opzichte van fossiel alternatief

## ENERGIELEVERINGSZEKERHEID

Energieleveringszekerheid is gemeten met een indicator van ECN (de ESI-index, zie bijlage E). Hoe hoger het percentage, hoe minder de afhankelijkheid en hoe hoger de energieleveringszekerheid.

De index neemt 4 factoren mee:

- De diversiteit in het portfolio van primaire energiebronnen;
- De mate van importafhankelijkheid per energiebron;
- De diversiteit aan landen waarvandaan de bronnen geïmporteerd worden;
- De mate van politieke stabiliteit in de landen van oorsprong (gebaseerd op de Human Development Index).

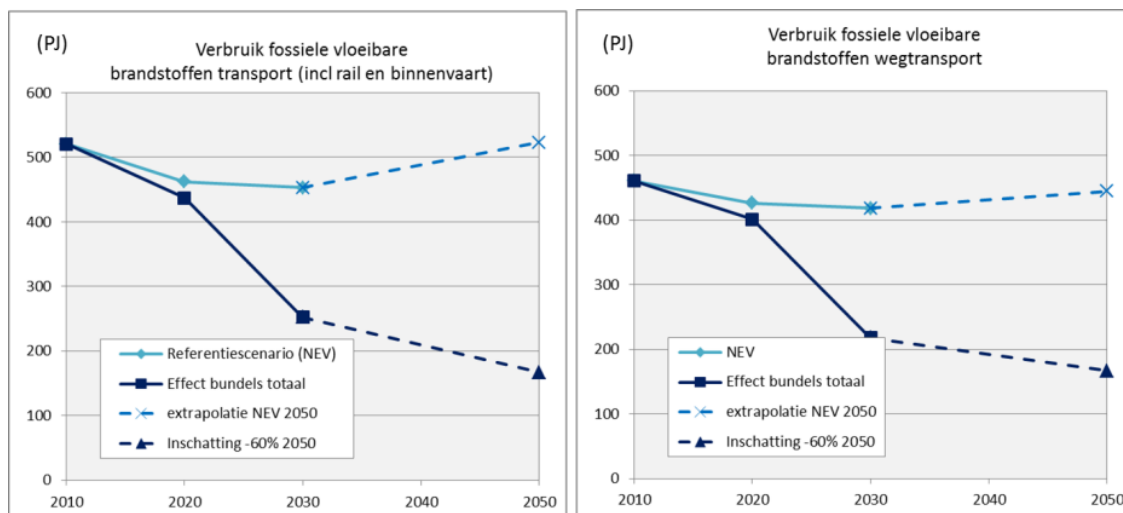
Een transitie naar alternatieve brandstoffen is gunstig voor de energieleveringszekerheid.

Transport scoort momenteel slecht op energieleveringszekerheid wegens de eenzijdige afhankelijkheid van olie-importen uit deels instabiele landen. In het referentiep pad verbetert de score op de ESI duidelijk richting 2030, omdat ook in de NEV-2014 de energiemix in transport al enigszins wordt gediversificeerd.

Opties waardoor de ESI-score sterk kan verbeteren, zijn inzet van aardgas, elektriciteit en waterstof. Een minder sterk effect hebben biobrandstoffen en efficiencyverbetering. Biobrandstoffen worden voornamelijk geïmporteerd. De ESI-methode kent weinig waarde toe aan efficiencyverbetering.

De scores op de ESI zijn een combinatie van de gevoeligheid van de ESI en het volume van het pakket.

- De gasmaatregelen en in mindere mate elektriciteit scoren het hoogst. Het gaat daarbij om grote volumes met een sterk gunstig effect op de ESI. Het effect voor gas wordt na 2030 kleiner vanwege de dan toenemende importafhankelijkheid van Nederland voor gas.
- Maatregelen met een kleiner volume en een grote gevoeligheid zoals waterstof scoren middenwaarden; net als biobrandstoffen en efficiency: grote volumes maar met een beperkte gevoeligheid.
- Pakketten met zeer kleine volumes en/of een lage gevoeligheid hebben een marginaal effect op de ESI.



Figuur 13: Prognose verloop fossiel energieverbruik bij uitvoering van actieplannen ten opzichte van NEV-2014 (bron notitie ECN, bijlage E)

Het effect van een reductie in het verbruik van fossiele brandstoffen in transport door de inzet van de actieplannen is ook een indicator voor de energieafhankelijkheid. De consumptie van vloeibare fossiele brandstoffen in de binnenlandse transportsector (met en zonder rail en scheepvaart) zoals meegeteld in NEV is weergegeven in Figuur 13.

In 2020 is de afname van vloeibare fossiele brandstof ten opzichte van de NEV nog beperkt, maar in 2030 is bijna de helft vervangen; in 2050 zal ongeveer 35% van de energiemix in transport uit deze brandstof bestaan.

Ook in vergelijking met de huidige consumptie neemt de rol van fossiele vloeibare brandstof af: met ruim 50% in 2030 en met ongeveer 65% in 2050.

De 'knik' in de grafiek in 2030 heeft te maken met (fossiel) aardgas. De inzet van aardgas bedraagt in 2030 zo'n 80 PJ; in de periode 2030-2050 wordt fossiel aardgas in deze analyse weer uitgefaseerd. Mocht fossiel aardgas ook in 2050 nog een rol spelen in de brandstofmix voor transport dan valt het aandeel fossiele vloeibare brandstoffen lager uit.

## WERKGELEGENHEID

Om de werkgelegenheidseffecten en groene-groeipotentie in kaart te brengen, is een kwalitatieve beschouwing uitgevoerd van de gebieden waarop nieuwe banen te verwachten zijn, onderverdeeld in:

- Productie en onderhoud van voertuigen en componenten;
- Productie, aanleg en onderhoud van nieuwe tankinfra en laadinfra;
- Productie van brandstoffen en energiedragers;
- Dienstverlening rondom de alternatieve energiedragers, zoals betaaldiensten voor laadpalen.

Het gaat daarbij om de bruto (partiële) effecten. Het verlies aan werkgelegenheid in andere sectoren is daarbij niet verdisconteerd omdat de mate van verdringing niet eenvoudig vast te stellen is. Het is waarschijnlijk dat bij een macro-economische beschouwing van de werkgelegenheidseffecten het netto-effect (zo goed als) nihil is. De banen die gecreëerd worden met de inzet van alternatieve brandstoffen leveren dan niet direct welvaartswinst op. Wel treedt er waarschijnlijk een verschuiving op naar meer 'groene' banen. Hiervoor ontbreekt nog wel een goede definitie. Ook kunnen de actieplannen de concurrentiepositie van Nederland verbeteren en kunnen er zowel positieve (als de kosten van vervoer dalen) als negatieve (als de kosten juist stijgen) bestedingseffecten zijn die wel doorwerken in een welvaartsanalyse. Dit moet nog verder onderzocht worden. De huidige werkgelegenheid in bestaande sectoren zoals voor gas is evenmin getoond. Deze kan een aanzienlijk omvang hebben.

De alternatieve brandstoffen veroorzaken in het wegvervoer met name rond infrastructuur en componenten nieuwe (bruto) werkgelegenheid (zie Figuur 14 en bijlage F).

2020	Bruto werkgelegenheid	Productie voertuigen	Infra	Energiedrager	Services
<b>Elektrisch</b>	Mede door grote aantallen in 2020 worden vele duizenden voltijdswaarden verwacht				
2. personenvervoer	++	Gering door ontbreken industrie	Significant effect extra laadinfrastructuur	n.v.t.	Financierings-, betaal en mobiliteitsdiensten, mogelijk batterijmanagement en infosystemen
3. bestelvervoer	+				
4. vrachtovervoer	++	Voertuigen en componenten			
5. busvervoer	++	Voertuigen en componenten			
<b>Waterstof</b>	Door lage voertuigaantallen in 2020 blijft omvang nog beperkt, op langere termijn zou dit kunnen groeien				
1. personenauto's	0	Wellicht productie brandstofcellen	Productie, aanleg en onderhoud tankinfra	Productie waterstof	n.v.t.
2. bestelauto's	0				
3. stadsdistributietrucks en stedelijke utiliteitsvoertuigen	0	Voertuigen en componenten			
4. bussen OV stad- en streekvervoer	0/+	Voertuigen en componenten			
<b>Gas</b>	Gezien relatief grote aantallen voertuigen worden significante positieve effecten verwacht				
1. Personenauto's en bestelauto's	+	Ombouw LPG (en CNG)	Aanleg en onderhoud tankinfra CNG	n.v.t.	n.v.t.
2. Vrachtoverkeer	+/++	Productie	Aanleg en onderhoud tankinfra LNG		
3. OV en touringcars	+	Productie	Aanleg en onderhoud tankinfra LNG/CNG		
4. Vergroening gassen	0/+ (LPG) +/++ (CNG) / + (LNG)	n.v.t.	n.v.t.	Productie en distributie groengas/LNG	

Figuur 14: Overzicht bruto werkgelegenheidseffecten van actieplannen ten opzichte van fossiel alternatief

Ook van de productie van biokerosine wordt een positief effect verwacht. Door het loket wordt dit geschat op 3000 voltijdswaarden. Om dit cijfer door het kennisconsortium te laten bevestigen is nader onderzoek nodig. Bij scheepvaart liggen er vooral kansen op het terrein van de LNG-ombouw en LNG-infrastructuur.

De omvang van de Nederlandse elektrisch-vervoersector is door CE Delft op 10.000 geschat. Dit cijfer kan echter niet rechtstreeks aan de bundels gekoppeld worden.

## OVERIGE DUURZAAMHEIDSASPECTEN

De meeste bundels uit de actie-agenda hebben positieve of vermijdbare negatieve effecten ten opzichte van benzine en diesel. Alle actiebundels zijn hiervoor kwalitatief getoetst op:

1. Sociale duurzaamheid, veilige en eerlijke arbeidsomstandigheden en eerlijk loon (people);
2. Risico op landroof (people);
3. Biodiversiteit (planet);
4. Waterstress (planet); en
5. Effect op verkeersinzet (planet) & verkeersveiligheid (people).

De bundels zijn niet alleen op eigen merites getoetst, maar ook het effect op de fossiele referentie (minder aardolie door inzet alternatieve brandstoffen) wordt meegenomen. Toetsing is op basis van risico's: kans op gebeurtenis maal effect dat de gebeurtenis heeft.

Beperkte sociale risico's treden op bij elektrisch rijden door een hogere inzet van steenkolen uit Colombia en bij de inzet van conventionele biobrandstoffen. Deze kunnen worden gemitigeerd, bijvoorbeeld door inkoop van steenkolen uit andere landen en door het gebruik van robuuste certificeringssystemen voor biobrandstoffen zoals RSB (Roundtable on Sustainable Biomaterials).

Risico's op landroof en waterstress treden bij de meeste voorgestelde acties niet op. Er is een beperkt risico bij de inzet van conventionele biobrandstoffen, te mitigeren door het gebruik van robuuste certificeringssystemen en samenwerking met lokale overheden om waterstress aan te pakken.

Bij veel bundels treedt een verminderd risico op biodiversiteitsverlies op vanwege minder inzet van fossiel en daardoor minder kans op olierampen.

Bij sommige bundels (elektrisch rijden, inzet (groen)gas en energie-efficiency) treedt een klein positief effect op verkeersinzet en verkeersveiligheid op doordat een lager gebruik van fossiele brandstof leidt tot minder vervoer door minder distributie naar pompstations.

Meer informatie en een totaaltabel zijn te vinden in bijlage G.

## BEELDEN PER MODALITEIT

In dit hoofdstuk worden de verschillende modaliteiten en productmarktcombinaties waarvoor doorrekeningen en analyses gemaakt zijn, toegelicht. Een aantal bundels ontbreekt in de doorrekening.

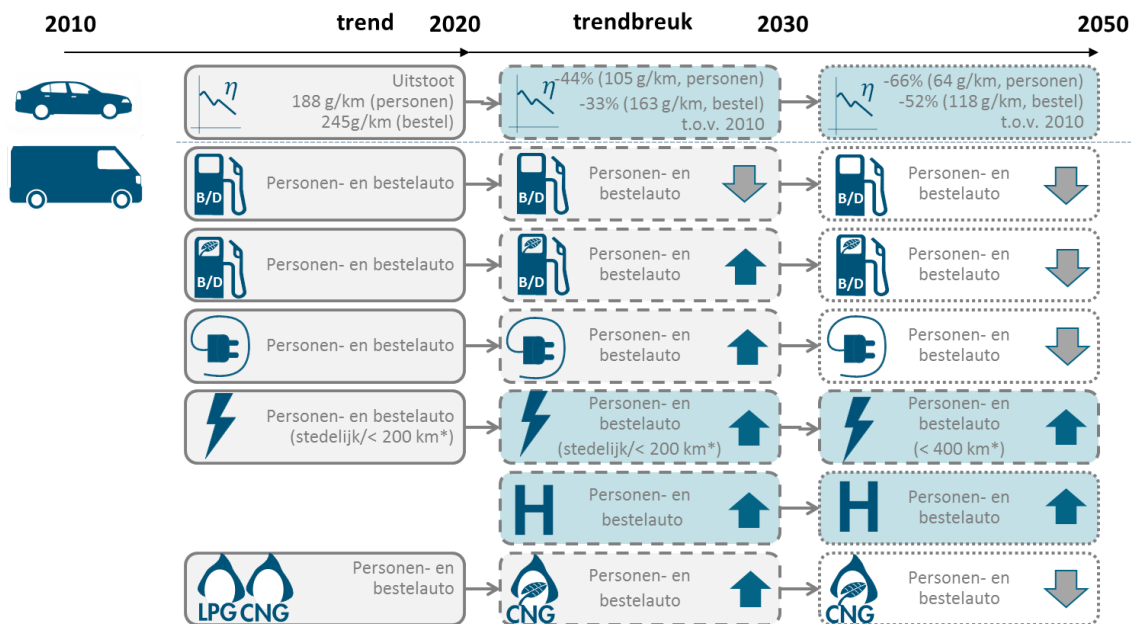
Zo spreekt de actie-agenda over de introductie van elektrische fietsen en Light Electric Vehicles (LEV's). Voor 2020 worden 2 miljoen elektrische fietsen verondersteld, 200.000 speedbikes en 200.000 LEV's. Voor 2030 wordt uitgegaan van 3 miljoen elektrische fietsen, 500.000 speedbikes en 625.000 LEV's. Het is nog niet mogelijk om een goede doorrekening van deze bundel te maken. De belangrijkste reden hiervoor is dat het onduidelijk is welke voertuigen vervangen gaan worden door LEV's. Ook over de kosten van LEV's bestaat nog veel onzekerheid.

Het effect van enkele andere bundels is meegeteld in de berekening van bundels, die wel zijn geanalyseerd. Dit betreft bundels die randvoorwaardelijk zijn zoals de uitrol van laadinfrastructuur. De kosten en effecten hiervan zijn meegenomen in de beoordeling van de bundels gericht op het lichte en zware wegvervoer. Ook de effecten van de bundel groene groei elektrisch zijn meegewogen in de werkgelegenheidseffecten van de overige bundels elektrisch. Overige bundels waarvoor geen factsheet of analyse is gemaakt, worden genoemd bij de betreffende modaliteit.

Bij het wegverkeer is in de toelichting het begrip CO<sub>2</sub>-reductieopgave gebruikt. Deze reductieopgave is gedefinieerd als de bijdrage van brandstoffen waarmee in de NEV-prognose al rekening gehouden is plus het nog te overbruggen verschil tussen de SER-doelstelling en de NEV-prognose (2014). Voor 2030 gaat het om het verschil tussen 33,3 Mton (prognose) en 25,0 Mton (doel), in totaal 8,3 Mton, plus de CO<sub>2</sub>-reductie die al meegenomen is in de NEV-prognose, d.w.z. 4,0 Mton. In totaal gaat het dan om een opgave van 12 Mton.

### LICHT WEGVERKEER: PERSONEN- EN BESTELAUTO'S.

Voor het lichte wegvervoer (personen en bestelauto's) is in de visie een aantal ontwikkelpaden geïdentificeerd (zie Figuur 15).



Figuur 15: ontwikkelpaden brandstofvisie voor licht wegvervoer en aantallen voertuigen waarmee gerekend is.

Elektrisch rijden is een essentieel onderdeel van een pakket om de Energieakkoord-doelen te kunnen halen. Als de genoemde ambities worden gerealiseerd, vormt elektrisch rijden het hoofdspoor tot 2030

voor verkeer over korte en middellange afstanden. Hernieuwbaar gas (d.w.z. biomethaan, bio-LPG, bio-LNG, power-to-gas, groen gas) is een goede tweede voor personen- en bestelvoertuigen op de middellange termijn. Rijden op gas kan een terugvaloptie zijn in geval de ontwikkeling van de andere sporen in het lichte wegvervoer, in het bijzonder het elektrische spoor, tegenvalt. Zeker wanneer de stimulering van gas adaptief wordt gemaakt aan de ontwikkelingen in andere sporen, belemmert de uitrol van rijden op gas de ontwikkeling van andere sporen niet (zie bijlage H).

**Tabel 1: Ambitie actie-agenda in aantallen personenauto's en bestelauto's met alternatieve brandstof voor benzine/diesel (totalen overgenomen uit mobiliteit in cijfers, auto's 2013/2014 Bovag RDC).**

Personenauto's	2020	2030	Bestelauto's	2020	2030
Elektrisch	200.000	2.000.000	Elektrisch	32.000	200.000
Waterstof	2.000	125.000	Waterstof	400	10.000
Gas-LPG	265.000	705.000	Gas-LPG	10.000	240.000
Gas-CNG	73.000	700.000	Gas-CNG	41.000	90.000
<b>Totaal</b>	<b>540.000</b>	<b>3.530.000</b>	<b>Totaal</b>	<b>83.400</b>	<b>540.000</b>
<b>Personenautopark 2013</b>		<b>8.142.000</b>	<b>Bestelautopark 2013</b>		<b>906.000</b>

De voertuigaantallen voor elektrisch in 2020 zijn realistisch, omdat deze als uitgangspunt dienen voor de vormgeving van bestaande (fiscaal) beleid. In het actieplan is echter niet concreet beschreven, hoe de sterke groei tussen 2020 en 2030 moet worden bereikt. Zo zal na 2020 30-50% van de nieuw verkochte personen- en bestelauto's elektrisch moeten zijn. In het actieplan is verondersteld dat na 2020 geen overheidssteun meer nodig is, wat impliceert dat de Europese CO<sub>2</sub>-normen voor personen- en bestelauto's de drijvende kracht worden, maar de onderhandelingen daarover lopen nog. Ook vereisen deze aantallen verdere ontwikkeling in elektrische voertuigen, vooral op het terrein van batterijprestaties en prijsreductie.

Een uitrol naar 1,7 miljoen auto's op gas in 2030 wordt theoretisch mogelijk geacht, omdat de technologie voor de auto's en de tankinfrastructuur ruimschoots beschikbaar is en de meerkosten per auto relatief gering zijn. Onduidelijk is echter wat de verklaring is voor het feit dat de prijsstelling nu al gunstig is, maar autonoom geen sterke groei plaatsvindt.

De combinatie van genoemde aantallen voertuigen zowel elektrisch als gas is tussen 2020 en 2030 net (theoretisch) haalbaar, maar wel zeer ambitieus, zeker voor bestelauto's.

Het aantal personenauto's dat gebruik maakt van een alternatieve energiedrager wordt bij een succesvolle implementatie van de verschillende actieplannen in 2020 geschat op 540.000, waarvan ca. 300.000 *additioneel*. Een groot deel hiervan zijn elektrische auto's (200.000), LPG (265.000) en CNG-auto's (73.000). Uitgaande van jaarlijkse nieuwverkopen van 450.000 tot 500.000 auto's per jaar, zouden deze aantallen in een periode van 5 jaar zeker gerealiseerd moeten kunnen worden.<sup>5</sup> Voor 2030 wordt uitgegaan van ca. 3,5 miljoen personenauto's die gebruik maken van een alternatieve energiedrager. Om deze aantallen te realiseren dient de helft tot driekwart van de jaarlijkse nieuwverkopen in de periode 2020-2030 tot deze groep te behoren. Dit is weliswaar rekenkundig mogelijk, maar ook zeer ambitieus en zou kunnen betekenen dat al voor 2030 de nieuwverkopen voor 100% uit alternatieven bestaan.

Het aantal *additionele* bestelauto's dat gebruik maakt van een alternatieve energiedrager wordt in de gezamenlijke actieplannen geschat op ca. 70.000 auto's in 2020. Dit zou betekenen dat in periode 2016-2020 een kwart tot een derde van de nieuw verkochte bestelauto's tot deze groep dient te behoren. Dit is zeer ambitieus, maar (op zijn minst in theorie) niet onmogelijk. Opgemerkt dient wel te worden dat het bij ca. 30.000 van deze bestelauto's om elektrische voertuigen gaat. Deze voertuigen zijn momenteel nog nauwelijks op de markt en zowel het aanbod als de vraag naar deze voertuigen zal de komende jaren dus zeer sterk moeten gaan stijgen. Voor 2030 is het additionele aantal bestelauto's op alternatieve energiedragers ruim 500.000 (ca. 300.000 gasauto's en 200.000 elektrische). Om deze

<sup>5</sup> De huidige vloot omvat ±45.000 (plug-in hybride) elektrische auto's, 200.000 LPG-auto's en 9.000 CNG-auto's.

aantallen te realiseren zou in de periode 2020-2030 ruim meer dan de helft van de nieuw verkochte bestelauto's alternatieve energiedragers moeten gebruiken. Dit is zeer ambitieus en lijkt alleen haalbaar indien deze markt zich sterk en succesvol gaat ontwikkelen, al vanaf 2020 een groot aanbod alternatieven beschikbaar is en de nieuwverkopen weer terugkomen op het niveau van voor de crisis (zie verder bijlage D).

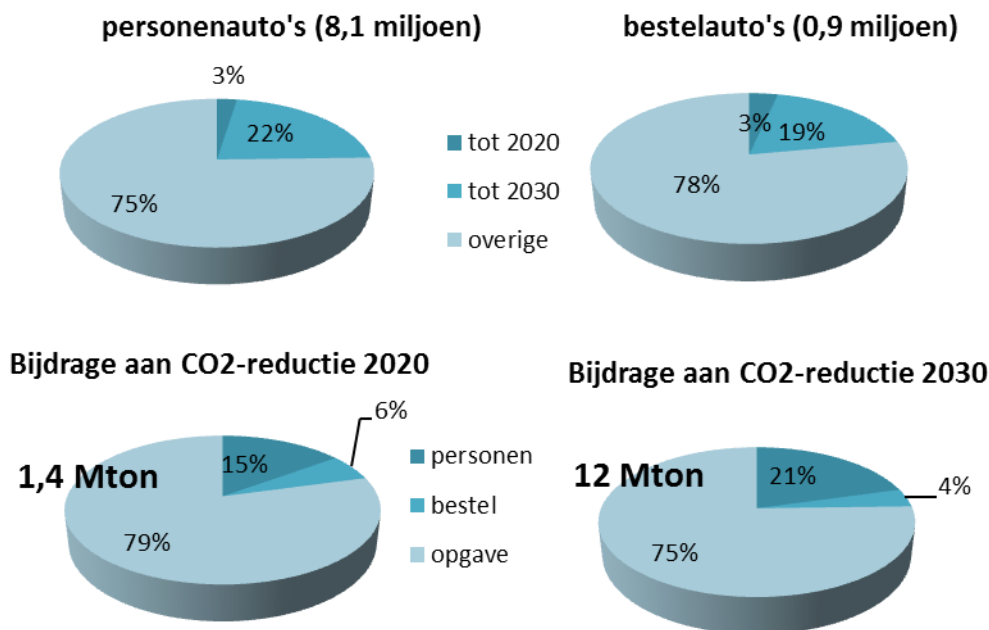
De effecten die samenhangen met dit aantal voertuigen met elektrische, waterstof of gas als brandstof worden hieronder in beeld gebracht. De effecten van efficiency en het gebruik van biobrandstoffen zijn zowel voor licht als zwaar wegverkeer relevant en worden apart beschreven.

### Elektrisch rijden

Het actieplan Elektrisch Wegvervoer is gericht op een snelle uitrol van elektrisch rijden. Uit het actieplan zijn 2 bundels aan activiteiten overgenomen, gericht op elektrische personen- en bestelauto's:

- *Introductie van elektrische personenauto's*; volledig elektrisch en plug-in hybride in een verhouding 30/70. De ambitie is 200.000 elektrische auto's in 2020, oplopend tot 2 miljoen in 2030.
- *Introductie van elektrische bestelauto's*; volledig elektrisch en plug-in hybride in een verhouding 50/50. De ambitie is een groei van ruim 30.000 in 2020 naar 200.000 in 2030.

De groei van het aantal laadpalen houdt gelijke tred met de voertuigaantallen.



Figuur 16: potentieel CO<sub>2</sub>-reductie bij de voertuigaantallen zoals beschreven in het actieplan Elektrisch Wegvervoer





Elektrisch rijden voor personen- en bestelauto's kan op korte termijn een noodzakelijke bijdrage leveren om de doelen van het Energieakkoord te halen. Inzet op personen- en bestelauto's elektrisch levert tot 2020 21% en tot 2030 25% van de CO<sub>2</sub>-reductieopgave op, ofwel 0,3 Mton en 3,0 Mton. In de doorrekening is uitgegaan van een conservatief aandeel van elektrisch gereden kilometers voor plug-in hybrides (uitgegaan is van 30%, waar het actieplan ruimte ziet om dit te laten groeien naar 50%). Bij 50% vallen de cijfers voor 2030 gunstiger uit. Ook wordt een bijdrage geleverd aan energiebesparing. Het additionele CO<sub>2</sub>-effect en de additionele energiebesparing ten opzichte van de NEV-2014 is beperkt, vooral omdat een groot deel van de te realiseren elektrische voertuigen al is opgenomen in de NEV-2014.

De well-to-wheel CO<sub>2</sub>-reductie pakt lager uit dan de CO<sub>2</sub>-reductie tank-to-wheel, omdat een deel van de emissies wordt verschoven naar de elektriciteitsproductiesector. Door verdere vergroening van de elektriciteitsproductie nemen de well-to-tank emissies over de jaren af.

Elektrisch rijden draagt bij aan groene werkgelegenheid, vermindering van de afhankelijkheid van olieproducerende landen en aan de leefbaarheidsdoelen.

Op dit moment liggen de kosten van aanschaf en gebruik (excl. belastingen) nog boven die van een voertuig op benzine of diesel. In 2030 is dit verschil naar verwachting (zo goed als<sup>6</sup>) verdwenen door schaalvoordelen en ingeschatte kostenreducties. De resterende meerkosten worden deels terugverdiend uit lagere energiekosten. Door de grote aantallen gaat het om grote bedragen. Naar verwachting is in totaal ruim 14 miljard aan additionele investeringen vereist, waarvan 80-85% zit in de meerkosten van de elektrische auto's en 15-20% in (vooral) laadpalen. Daar staat tegenover dat tegen 2030 jaarlijks ongeveer 900 miljoen wordt bespaard op energiekosten. Ook zijn de investeringen in laadinfra voor het overgrote deel rendabel voor degene die ze doet. Na 2018 verwacht het loket hier geen overheidssteun meer voor nodig te hebben.

Tabel 2: Kostenindicatoren elektrisch rijden

		2020	2030
Additionele investeringen infra* 		€ 1100 - € 1200 (per auto)	€ 900 - € 1200 (per auto)
Additionele investeringen voertuig* 		≈ € 11500 ≈ € 12500 (per auto)	≈ € 5500 ≈ € 6500 (per auto)
Meer/minder -kosten energiedrager 		- € 300 - € 600 (per auto/jaar)	- € 400 - € 700 (per auto/jaar)
'TCO' (excl. belasting) 		135% 125%	110% 105%

\* De investeringen betreffen de gemiddelde extra investeringen over de periode 2015-2020 en 2015-2030.

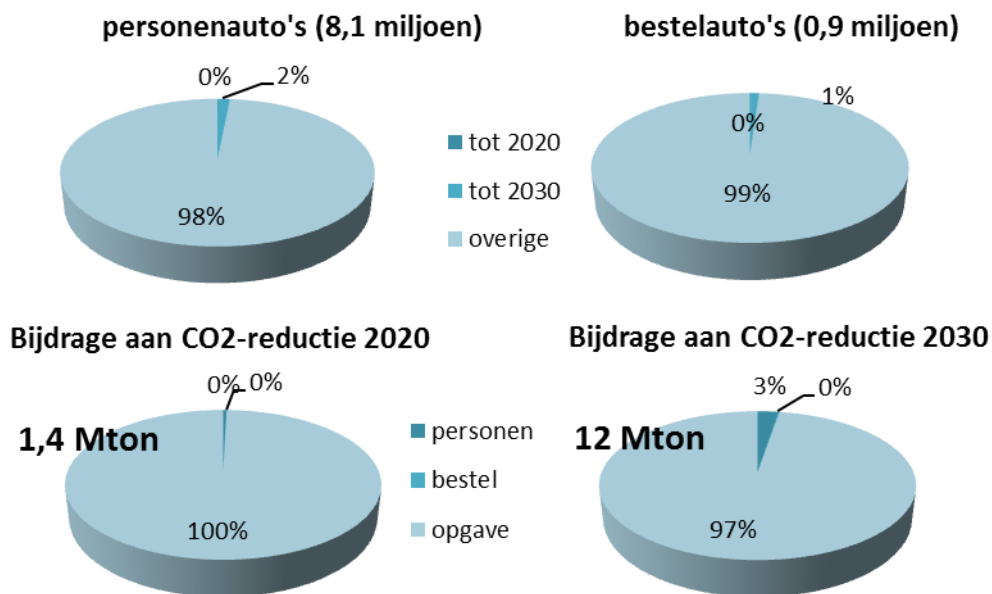
## Rijden op waterstof

Het actieplan Waterstof Wegvervoer is gericht op marktvoorbereiding voor waterstofauto's tot 2020 en marktintroductie en opschaling tot 2030, om zo voorbereid te zijn op verdere doorgroei na 2030. Het actieplan bevat 2 bundels met activiteiten, gericht op waterstof personen- en bestelauto's, die kunnen worden doorgerekend:

- *Introductie van waterstof-brandstofcel personenauto's.* De ambitie is 1500-2000 waterstof auto's in 2020, oplopend tot 125.000 in 2030.
- *Introductie van waterstof-brandstofcel bestelauto's.* De ambitie is een groei van 400 in 2020 naar 10.000 in 2030.

De groei van de tankinfrastructuur is afgestemd op de voertuigaantallen.

<sup>6</sup> De TCO voor elektrische personen- en bestelauto's valt iets negatiever uit dan in de berekeningen uit januari (5-10% hoger in 2030 i.p.v. 0-5%). Dit is vooral het gevolg van het feit dat de bespaarde brandstofkosten door overstappen naar (semi-)elektrische auto's lager wordt geschat dan in eerdere doorrekeningen. De invloed op de totale resultaten van deze verschillen zijn, gegeven de overall onzekerheden, zeer klein.







Figuur 17: potentieel CO<sub>2</sub>-reductie bij de voertuigaantallen zoals beschreven in het actieplan Waterstof Wegvervoer

Invzet op personen- en bestelauto's op waterstof levert tot 2030 nog weinig CO<sub>2</sub>-reductie op. De 3% bijdrage is bescheiden op het totaal maar wel aanzienlijk in verhouding tot het relatief lage aantal voertuigen (<1% vloot). De grote impact volgt na 2030 richting 2050. Dan zijn aantallen brandstofelektrische auto's voldoende groot om de effecten te versterken. De well-to-wheel CO<sub>2</sub>-reductie is lager dan de tank-to-wheel uitstoot, omdat een deel van de emissies wordt verschoven naar sectoren waar de productie van waterstof tot extra emissies leidt. Door verdere reductie van de CO<sub>2</sub>-intensiteit van de waterstofproductie nemen deze well-to-tank emissies over de jaren af.

Rijden op waterstof draagt door de lage voertuigaantallen op korte en middellange termijn maar beperkt bij aan groene werkgelegenheid, vergroting van de leveringszekerheid en aan de leefbaarheidsdoelen.

Tabel 3: Kostenindicatoren rijden op waterstof

		In 2020	in 2030
Additionele investeringen infra* 		€ 8000 - € 11500 (per auto)	€ 1500 - € 2000 (per auto)
Additionele investeringen voertuig* 		≈ € 27500 (per auto)	≈ € 17000 (per auto)
Meer/minder -kosten energiedrager 		- € 450 (per auto/jaar)	- € 500 (per auto/jaar)
'TCO' (excl. belasting) 		240% 260%	155% 165%

\* De investeringen betreffen de gemiddelde extra investeringen over de periode 2015-2020 en 2015-2030.

Om door te breken is een kostenreductie nodig. In het algemeen valt dit bij de nieuwe technologie ook te verwachten. Een betrouwbare schatting voor 2030 en verder is nog niet te geven. De kerngroep waterstof onderschrijft de hogere meerkosten van waterstofvoertuigen ten opzichte van elektrische auto's in 2030 niet. De kerngroep gaat op basis van dezelfde onderliggende rapporten als gebruikt door het kennisconsortium uit van vergelijkbare meerkosten als elektrisch.

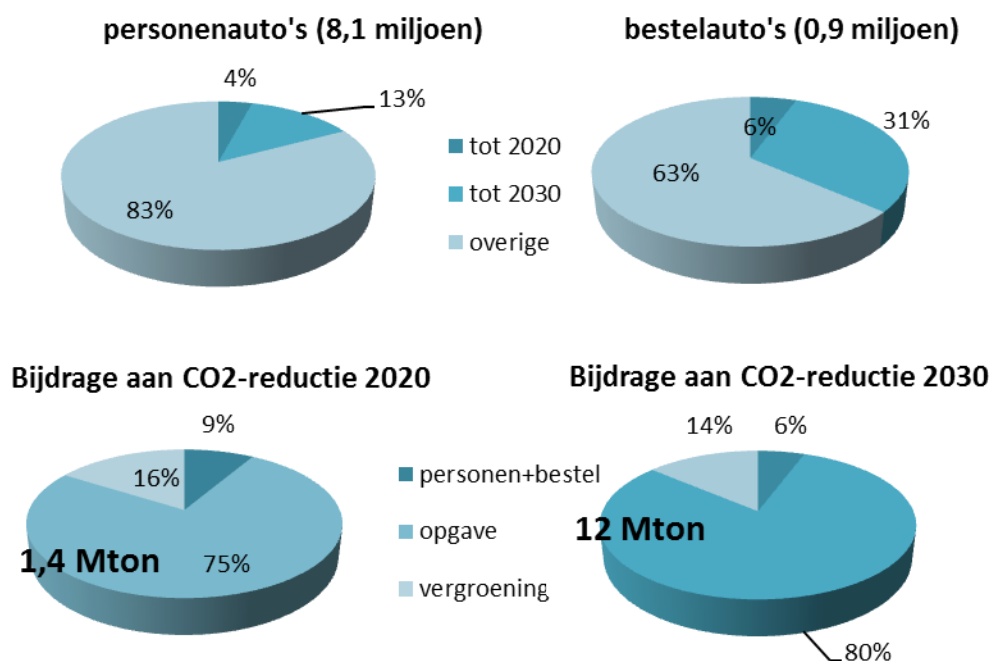
Bij de huidige fiscale instrumenten is het verschil in TCO in 2030 met conventionele voortstuwing te overbruggen.

## Rijden op gas

Het actieplan Gasvormige Brandstoffen Wegverkeer is gericht op het vergroten van de afzet van aardgas en LPG in het wegverkeer en het vergroenen van deze afzet door de toepassing van biomethaan, bio-LPG of de aankoop van groengascertificaten voor in Nederland geproduceerd groen gas uit duurzame biomassa of via de power-to-gasroute.

Uit het actieplan zijn 2 bundels aan activiteiten geanalyseerd, die zich richten op personenauto's en bestelauto's en de vergroening van gas:

- Vergroten van de afzet van CNG en LPG in personen- en bestelauto's door een toename van het aantal gasauto's en uitbreiding van de tankinfrastructuur.
- Vergroenen van gasvormige brandstoffen door de toepassing van biomethaan, bio-LPG en de aankoop van groengascertificaten.



Figuur 18: potentieel CO<sub>2</sub>-reductie bij de voertuigaantallen zoals beschreven in het actieplan Gasvormige Brandstoffen Wegvervoer





Inzet op 'grijs' gas (aardgas en LPG) voor personen- en bestelauto's levert in 2020 bijna 10% reductie van de opgave op, zonder dat er wezenlijke meerkosten zijn. De bijdrage kan worden vergroot met inzet van hernieuwbaar geproduceerd gas<sup>7</sup>. Het additionele effect hiervan is binnen de huidige rekenregels gering als overwegend groengascertificaten worden ingekocht. Vergroening van gas via certificaten (voor groene stroom en groen gas) leidt in de huidige monitoringmethodes en in de NEV niet tot reductie van emissies in de transportsector. Er kan in de toekomst voor gekozen worden om deze systematiek te veranderen, maar dat is vrij complex. Hierbij speelt namelijk ook de vraag in hoeverre inzet via certificaten leidt tot extra productie van hernieuwbare energie (additionaliteit, zie bijlage B). De groengassector zet in het actieplan in op deze extra productie met transport als aanjager. In de huidige beleidscontext is die additionaliteit twijfelachtig, en op lange termijn is ze sterk afhankelijk van hoe het energie- en klimaatbeleid er na 2020 uit zal zien. Als het effect meetelt en het fysieke levering aan het wegverkeer betreft dan kan de CO<sub>2</sub>-reductie oplopen tot zo'n 2,5 Mton in 2030 voor al het wegverkeer en 1,7 Mton voor het lichte verkeer. In dit geval is het één van de grote CO<sub>2</sub>-reductiemaatregelen.

<sup>7</sup> De maximale bijdrage van het vergroenen van gas is naar rato van de CO<sub>2</sub>-reductie over het lichte en zware wegverkeer verdeeld. Een deel van het effect van deze bundel komt terug bij bussen en vrachtovervoer.

Het potentieel voor productie van hernieuwbaar gas lijkt voldoende om in de gasvraag uit de transportsector te kunnen voorzien. Ook de vraag naar gas vanuit andere sectoren is voldoende om de productie van groen gas te kunnen opnemen (zie Bijlage H: de notitie over de rol van gas in transport). De well-to-wheel prestatie en de overige duurzaamheidsaspecten van hernieuwbaar gas zijn veelal gunstig.

Een sterke groei van de afzet van gas betekent direct een afname van het gebruik van diesel en benzine en pakt dan ook gunstig uit voor de energievoorzieningszekerheid. De bruto werkgelegenheid rond gasauto's en gasinfrastructuur zal significant groeien, vanwege de grote aantallen. Er is een substantieel NO<sub>x</sub> -voordeel, omdat verondersteld is dat gasauto's in ongeveer de helft van de gevallen een dieselauto vervangen en ook in de Euro-6 situatie heeft een gasauto een lagere NO<sub>x</sub> -uitstoot dan een dieselauto.

Tabel 4: Kostenindicatoren rijden op gas

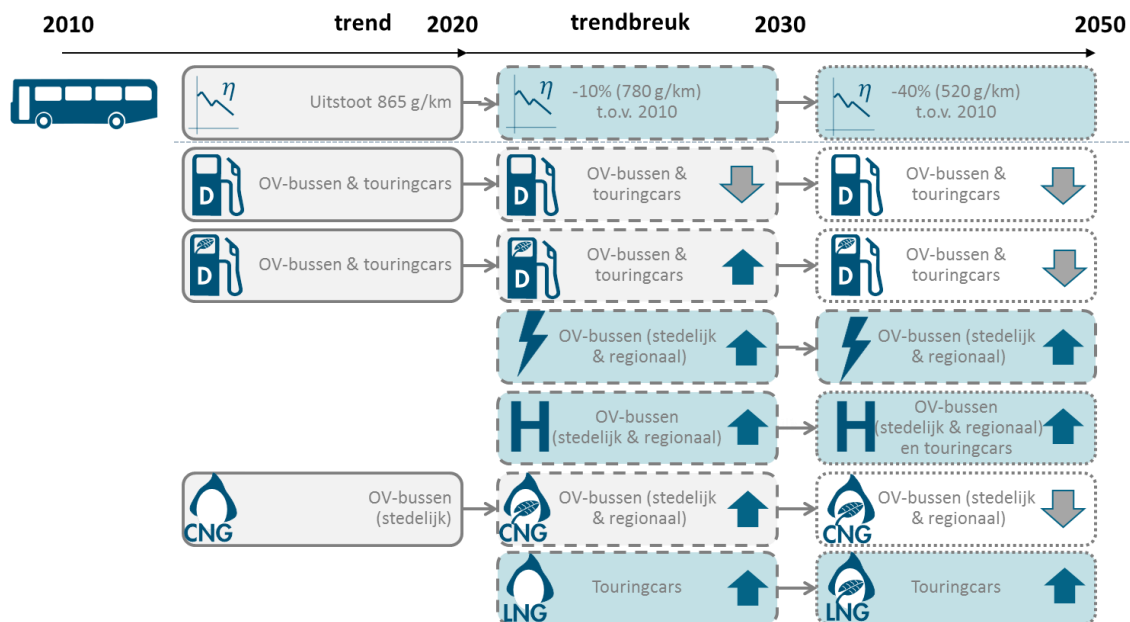
		In 2020	in 2030
Additionele investeringen infra* 		€ 0 - € 100 (per auto)	€ 0 - € 100 (per auto)
Additionele investeringen voertuig* 		≈ € 500-1000 (per auto)	≈ € 500-1000 (per auto)
Meer/minder -kosten energiedrager 		≈ € 0 (per auto/jaar)	- € 125 (per auto/jaar)
'TCO' (excl. belasting) 		100%-105%	99% - 100%

\* De investeringen betreffen de gemiddelde extra investeringen over de periode 2015-2020 en 2015-2030.

De TCO (exclusief belastingen) van rijden op CNG en LPG is vergelijkbaar met die van rijden op benzine en diesel en verbetert enkele procenten tussen nu en 2030, omdat de stijging van de prijs van CNG en LPG achterblijft bij de veronderstelde stijging van de olieprijs. Hoewel de TCO (inclusief belastingen) nu al in veel situaties gunstig is, vindt autonoom geen sterke groei plaats. Hiervoor zijn vermoedelijk aanvullende maatregelen nodig.

## ZWAAR WEGVERKEER: BUSSEN

Voor het busvervoer, zowel OV-bussen als touringcars, beschrijft de visie een aantal ontwikkelpaden (zie Figuur 19).



Figuur 19: ontwikkelpaden uit brandstofvisie voor bussen.

Diverse actieplannen zijn gericht op een grotere inzet van alternatieve energiedragers in bussen (OV en touringcars). Drie bundels worden hier toegelicht:

- **Gasbundel:** Vergroten van de afzet van CNG in bussen en LNG voor touringcars door een toename van het aantal voertuigen en uitbreiding van de tankinfrastructuur. De ambitie is een groei naar zo'n 1350 bussen in 2030.
- **Elektrische bundel:** Introductie van elektrische bussen en uitbreiding laadinfrastructuur. De ambitie is een groei van 250 volledig elektrische en 250 plug-in hybride bussen in 2020 naar zo'n 3500 volledig elektrische bussen in 2030. Het aantal laadpunten houdt gelijke tred met het aantal elektrische bussen.
- **Waterstof-bundel:** Introductie van brandstofcel-waterstofbussen en uitbreiding tankinfrastructuur. De ambitie is een groei naar 1000 waterstofbussen in 2030.

Bussen	2020	2030
Elektrisch	500	3.470
Waterstof	75	1.000
Gas-CNG	1.000	1.250
Gas-LNG	20	110
<b>Totaal</b>	<b>1.595</b>	<b>5.830</b>
<b>Autobussen 2013* (OV+touringcars): 11.000</b>		

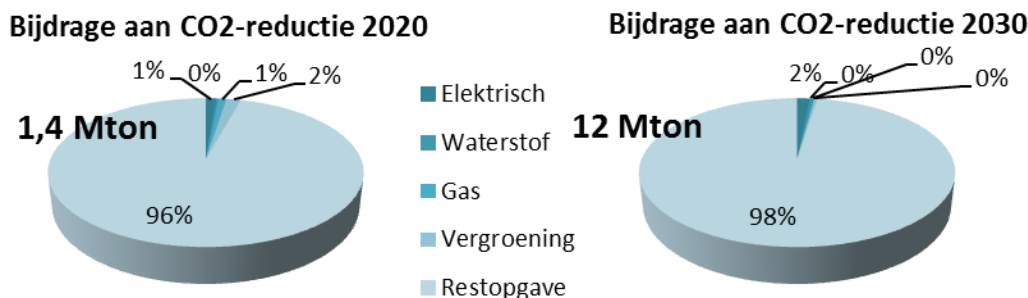
\* Data overgenomen uit mobiliteit in cijfers, auto's 2013/2014 Bovag RDC.

De gezamenlijke actieplannen gaan er (impliciet) vanuit dat er in 2030 in Nederland alleen nog maar zero-emissie OV-bussen zijn (elektrisch, waterstof, groen gas). Dit is in lijn met de green deal voor zero-emissie bussen, waarin er vanuit wordt gegaan dat er in 2025 al geen klimaatemissies meer worden veroorzaakt door OV-bussen in Nederland. De doelstelling uit de actieplannen lijkt dan ook reëel. Voor 2020 wordt er in de actieplannen uitgegaan van ca. 1500 bussen die gebruik maken van een alternatieve energiedrager (vooral CNG en elektriciteit). Dit is een aantal dat haalbaar lijkt. In dit segment kan de overgang ook het grootst zijn, omdat de benodigde technologie breder beschikbaar is en sturing via aanbestedingen en green deals gemakkelijker is.

Voor touringcars verwacht men in 2030 nog niet dat alle diesels vervangen zijn. Langere afstandsvervoer is nog aangewezen op de doorontwikkeling van waterstof en LNG. Tot dat moment kan het gebruik van biodiesel de uitstoot verminderen. Waterstof biedt hier - indien concurrerend op kosten - het meeste CO<sub>2</sub>-reductiepotentieel.

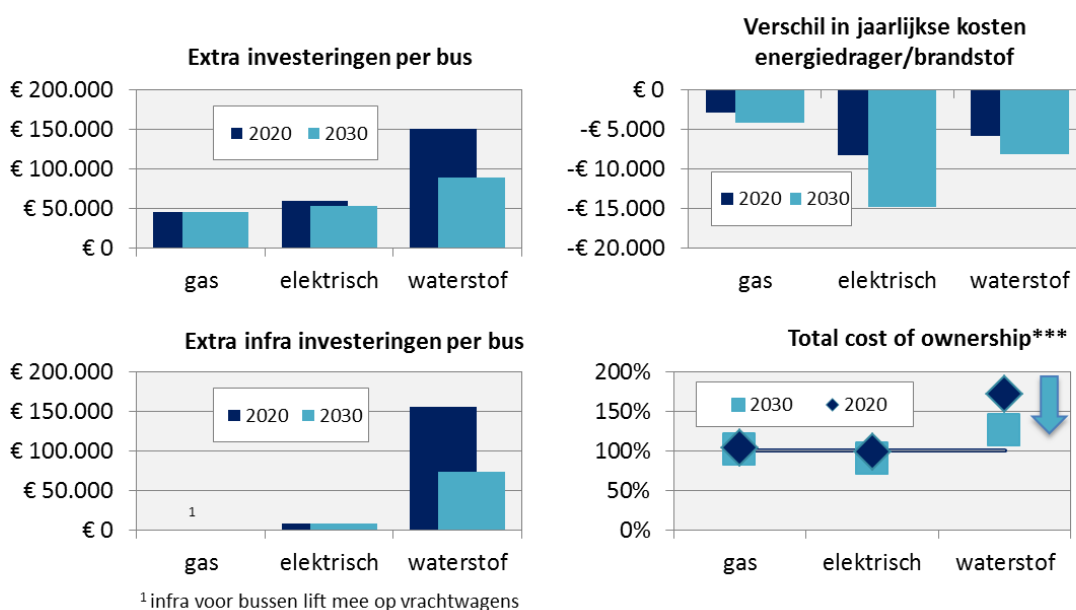
Met alternatieve energiedragers voor bussen kan een (additioneel en absoluut) CO<sub>2</sub>-effect worden bereikt van ruim 0,3 Mton in 2030. Door de beperkte voertuigaantallen (alle drie opties) en het beperkte CO<sub>2</sub>-voordeel (bij CNG) is het additionele CO<sub>2</sub>-effect in 2020 (<< 0,1 Mton) en het effect op de energiebesparingsdoelstelling (in 2020 en 2030) zeer beperkt. Indien vergroening van CNG meegeteld

mag worden dan verdubbelt de CO<sub>2</sub>-reductie in 2020. Ook dan gaat het in totaal om minder dan 0,1 Mton in 2020.



Figuur 20: potentieel CO<sub>2</sub>-reductie bij de aantallen bussen zoals beschreven in het actieplannen

De well-to-tank CO<sub>2</sub>-reductie en effecten op energievoorzieningszekerheid, werkgelegenheid, luchtkwaliteit en overige duurzaamheidsaspecten zijn licht positief.



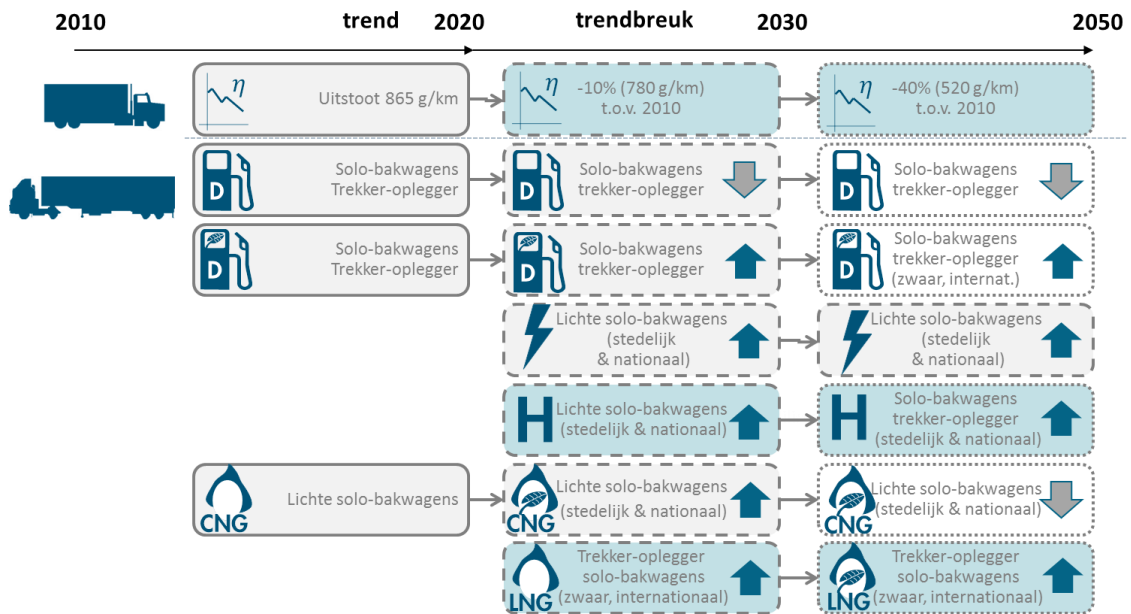
Figuur 21: Kosten van alternatieven voor bussen ten opzichte van fossiel (diesel)

De totale additionele investeringen in bussen en infrastructuur zijn geschat op zo'n 450 miljoen euro in 2030. Tegenover de investeringskosten staan jaarlijkse besparingen op energiekosten van 80-90 miljoen euro. De TCO (exclusief belastingen) ontwikkelt zich voor elektrische en gasbussen gunstig (zeker voor OV-bussen is die al in 2020 vergelijkbaar met diesel). Voor waterstofbussen zal de prijs van voertuigen en tankinfrastructuur nog sterk moeten dalen om tot een gunstige TCO te komen; naar verwachting is dat op termijn mogelijk (zie Figuur 21). Over de kosten van waterstofbussen verschillen de inzichten tussen de kerngroep waterstof en het kennisconsortium.

## ZWAAR WEGVERKEER: VRACHTVERVOER

Voor het vrachtvervoer is in de visie een aantal ontwikkelpaden geïdentificeerd (zie Figuur 22).

Het vrachtvervoer zal tot na 2030 afhankelijk zijn van het gebruik van biobrandstoffen en efficiencyverbetering om CO<sub>2</sub> te reduceren. Daarnaast is rijden op gas een overbruggingsoptie voor het lichtere vrachtverkeer en langetermijnspoor voor het zware vrachtverkeer.



Figuur 22: ontwikkelpaden brandstofvisie vrachtovervoer.

Diverse actieplannen zijn gericht op een grotere inzet van alternatieve energiedragers in vrachtwagens en de effecten van efficiency en het gebruik van biobrandstoffen. De laatste twee ontwikkelpaden worden apart beschreven.

Uit de actieplannen zijn drie bundels gericht op alternatieve energiedragers voor vrachtwagens geanalyseerd:

- **Gasbundel:** Vergroten van de afzet van LNG, CNG en LPG in vrachtwagens door een toename van het aantal gasauto's en uitbreiding van de tankinfrastructuur. De ambitie is een groei naar bijna 30.000 LNG-trucks, 12.000 CNG-vrachtwagens en 5000 LPG vrachtwagens in 2030.
- **Elektrische bundel:** Introductie van elektrische vrachtwagens en uitbreiding laadinfrastructuur. De ambitie is een groei naar ruim 8000 vrachtwagens, vooral distributietrucks, in 2030. Het aantal laadpunten houdt gelijke tred met het aantal elektrische vrachtwagens.
- **Waterstof-bundel:** Introductie van brandstofcel-waterstof vrachtwagens en uitbreiding tankinfrastructuur. De ambitie is een groei naar 1000 waterstofvrachtwagens in 2030.

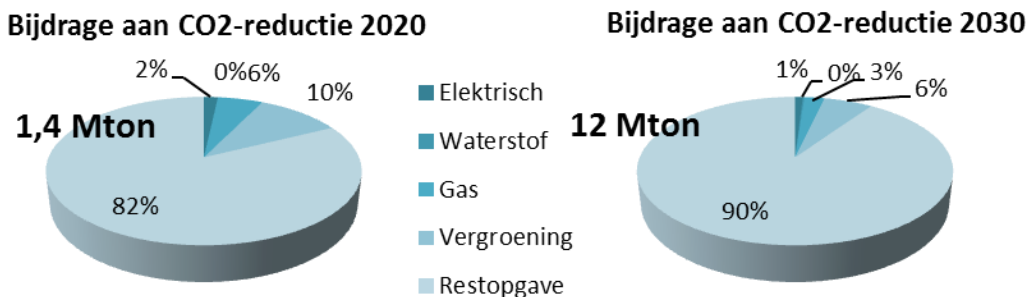
Vrachtauto's & SV's	2020	2030
Elektrisch	1.000	8.400
Waterstof	15	1000
Gas-LPG	1.200	5.000
Gas-CNG	3.000	12.000
Gas-LNG	7.350	29.400
<b>Totaal</b>	<b>12.565</b>	<b>55.800</b>
<b>Vrachtwagenpark 2013* incl. speciale voertuigen: 155.000</b>		

\* Data overgenomen uit mobiliteit in cijfers, auto's 2013/2014 Bovag RDC.

De gezamenlijke actieplannen gaan voor 2020 uit van ca. 12.000 vrachtauto's die gebruik maken van een alternatieve energiedrager. Om deze aantallen te realiseren dient in de periode 2016-2020 ongeveer een zesde van de nieuw verkochte vrachtauto's tot deze groep te behoren. Om de ruim 50.000 vrachtauto's met alternatieve energiedragers in 2030 te realiseren dient ongeveer een derde van de nieuw verkochte vrachtauto's in de periode 2020-2030 tot deze groep te behoren. Vooral de afzet van LNG-trucks zal dan fors groeien. Dit zijn zeer ambitieuze doelen, maar wel haalbaar als de markt zich sterk en succesvol gaat ontwikkelen. Vrachtwagens geschikt voor het gebruik van alternatieve brandstoffen (naast biodiesel) zijn nu nog beperkt voorhanden.

De effecten van biobrandstoffen en efficiencymaatregelen zijn in andere bundels opgenomen. Vergroening van gas wordt beschreven bij licht wegverkeer gas. Het effect is hier naar rato meegeteld.

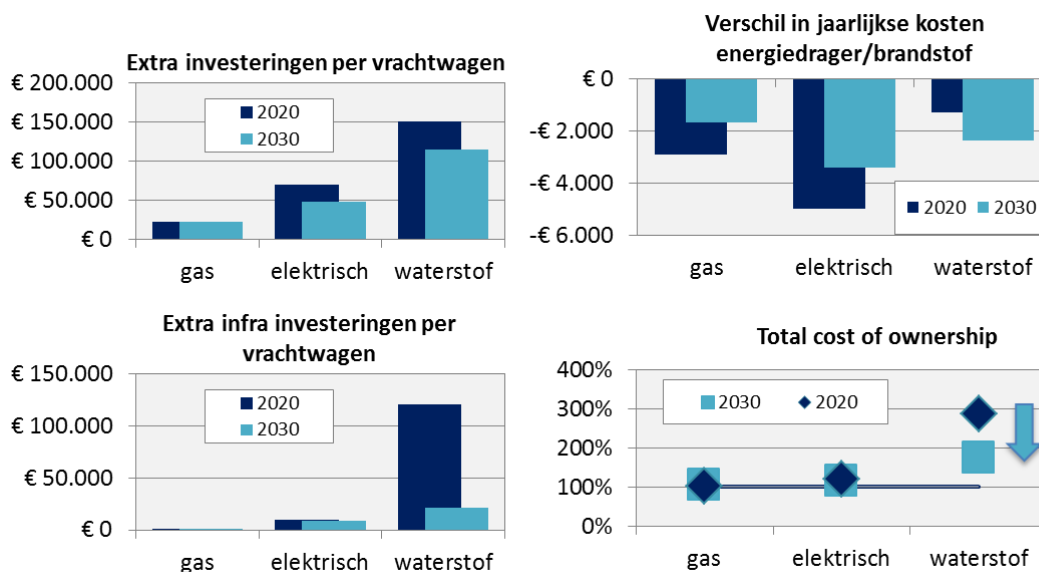
Met alternatieve energiedragers voor vrachtwagens kan een CO<sub>2</sub>-reductieeffect worden bereikt van 10% van de opgave in 2030 als het effect van vergroening daadwerkelijk meegeteld mag worden. Zo niet dan is het effect 4% van de opgave.



Figuur 23: potentieel CO<sub>2</sub>-reductie bij de aantallen vrachtwagens zoals beschreven in de actieplannen

Inzet van aardgas en LPG in het vrachtwagens levert een bescheiden, maar niet verwaarloosbare reductie van CO<sub>2</sub>-emissies op, in de orde van 10% van de emissies van het vrachtverkeer over de weg en 3% van de reductieopgave (0,3 Mton). Bij elektrische vrachtwagens is verondersteld dat de verhouding tussen volledig elektrisch en plug-in hybrides ongeveer 50/50 is. Dit levert een CO<sub>2</sub>-effect van 0,1 Mton. Deze reducties zijn additioneel ten opzichte van de NEV-2014. Door het beperkte aantal waterstofvrachtwagens is ook het CO<sub>2</sub>-voordeel beperkt.

De well-to-wheel CO<sub>2</sub>-reductie valt lager uit dan de tank-to-wheel reductie doordat de ketenemissies van de alternatieve energiedragers hoger zijn dan van diesel. Het effect op de energievoorzieningszekerheid is gunstig, vooral door de substantiële inzet van gas. Effecten op werkgelegenheid, luchtkwaliteit en overige duurzaamheidsaspecten zijn licht positief. De TCO (exclusief belastingen) ontwikkelt zich voor gasvrachtwagens gunstig. Voor elektrisch ligt de TCO nog 15-20% boven die van diesel. Voor waterstofvrachtwagens zal de prijs van voertuigen en tankinfrastructuur nog sterk moeten dalen om tot een gunstige TCO te komen; naar verwachting is dat op termijn mogelijk.



Figuur 24: Kosten van alternatieven voor vrachtwagens ten opzichte van fossiel (diesel)

De totale additionele investeringen in voertuigen en infrastructuur zijn door het kennisconsortium geschat op zo'n 1,7 miljard euro in 2030. De onzekerheden in de investeringskosten voor 2030 zijn zeer groot. De kerngroep waterstof gaat uit van lagere meerkosten voor waterstoftrucks. Tegenover de investeringskosten staan jaarlijkse besparingen, vooral door lagere energiekosten, van ruim 100 miljoen euro.

## WEGVERVOER: BIOBRANDSTOFFEN

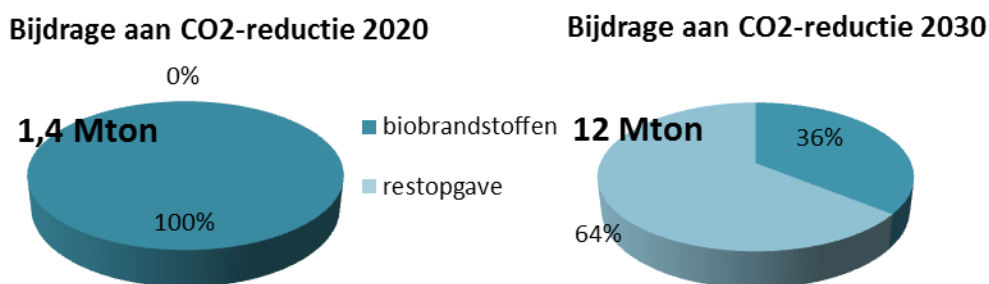
In de visie vormen biobrandstoffen onderdeel van de ontwikkelpaden voor verschillende markten binnen het wegvervoer. De inzet van biobrandstoffen belemmert de uitrol van elektrische aandrijving in wegvervoer niet; een initiële focus op biobrandstoffen leidt niet tot lock-in effecten die het succes van elektrisch later kan afremmen, maar is een overbruggingsoptie voor verschillende markten en een terugvaloptie als alternatieve brandstoffen zich langzamer dan gehoopt ontwikkelen (zie bijlage J). Op lange termijn is het verstandig om biobrandstoffen vooral in te zetten in luchtvaart, scheepvaart en lange-afstandstrucks.

Het onderdeel Biobrandstoffen van het actieplan Biobrandstoffen & Efficiency Wegvervoer is gericht op het vergroten van de afzet van duurzame biobrandstoffen in het wegvervoer. Uit het actieplan is één bundel aan activiteiten doorgerekend: Toename van de afzet van biobrandstoffen in het wegvervoer tot een niveau van 60 PJ in 2030.

De andere twee bundels zijn kwalitatief geformuleerd en hebben als doel om de 60 PJ biobrandstoffen op duurzame wijze te kunnen realiseren. Deze bundels zijn niet doorgerekend, wel wordt de waarde ervan erkend in het aannemelijker maken dat de 60 PJ haalbaar is. De 60 PJ is ambitieus maar mogelijk vanuit het perspectief van duurzame beschikbaarheid van biomassa. Het zit aan de bovenkant van de bandbreedte van duurzame biobrandstoffen die voor wegverkeer beschikbaar zouden kunnen komen (zie bijlage D).

In de doorrekening is verondersteld dat meer dan de helft van de 60 PJ (53%) zal bestaan uit geavanceerde biobrandstoffen (ook wel 2<sup>e</sup> generatie genoemd). Van de conventionele biobrandstoffen is een beperkt deel 'ILUC vrij'. Biobrandstoffen zijn op basis van de gebruikte grondstoffen in te delen in diverse risico-categorieën (geproduceerd uit afval, energiegewassen, landbouwgewassen, hout en uit aquatische biomassa). Het is belangrijk om maatregelen te nemen om elk van deze categorieën biobrandstoffen verder te verduurzamen.

Als blijkt dat voor één of meerdere categorieën biobrandstoffen onvoldoende duurzame biomassa beschikbaar is zou de biobrandstofverplichting op flexibele basis aangepast moeten kunnen worden, dit wordt het 'hand aan de kraan' principe genoemd.



Figuur 25: potentieel CO<sub>2</sub>-reductie bij bundel biobrandstoffen uit actieplan Biobrandstoffen & Efficiency Wegvervoer

In de NEV-2014 is aangenomen dat de afzet van biobrandstoffen toeneemt tot 37 PJ in 2020 onder invloed van vastgesteld beleid, dat zijn oorsprong vindt in de Europese richtlijnen voor Brandstofkwaliteit (FQD) en Hernieuwbare Energie (RED). Deze afzet is in principe voldoende op de opgave in 2020 te realiseren. Wel blijft de vraag bestaan of biomassa niet beter in andere sectoren kan worden ingezet zoals luchtvaart en scheepvaart.

Een toename van biobrandstoffen in wegvervoer tot 60 PJ levert een groot additioneel CO<sub>2</sub>-effect van 1,7 Mton (Tank-to-Wheel) in 2030 en in totaal 4,4 Mton. Door de ketenemissies van biobrandstoffen pakt de well-to-wheel CO<sub>2</sub>-reductie kleiner uit (3,6 Mton).

Toename van het volume biobrandstoffen pakt in beperkte mate gunstig uit voor de energievoorzieningszekerheid en werkgelegenheid. Om negatieve gevolgen voor de overige duurzaamheidsaspecten te voorkomen, zal de toename van het biobrandstoffen-volume vooral in geavanceerde biobrandstoffen moeten zitten. De invloed op luchtkwaliteit is nihil. In de gehanteerde

energieprijspaden (exclusief belastingen) is biodiesel iets duurder en bio-ethanol iets goedkoper dan conventionele brandstoffen in 2030 waardoor biobrandstoffen gemiddeld 1,5% duurder zijn dan benzine en diesel.

Voor 60PJ verbruik schat het actieplan dat 15% bijmenging noodzakelijk is, met de aannames van het kennisconsortium komt het neer op 12% bijmenging. Dit lijkt mogelijk zonder aanpassingen aan voertuigen of infrastructuur. De investeringen zijn hierdoor laag.

## WEGVERVOER: EFFICIENCY

Efficiencymaatregelen zijn een essentieel onderdeel van een pakket om te komen tot het bereiken van de SER-doelen en vormen onderdeel van de ontwikkelpaden van verschillende deelmarkten binnen het wegvervoer. Ze zijn in elke segment rendabel en leveren zowel energiebesparing als CO<sub>2</sub>-reductie op.

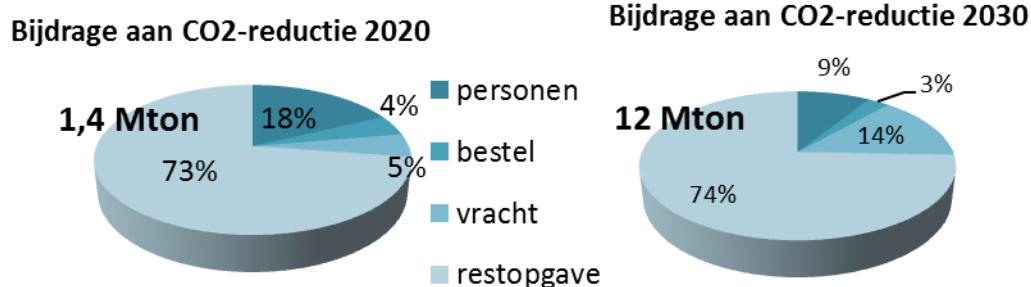
Het belangrijkste beleidsinstrument dat daarvoor wordt ingezet, de Europese CO<sub>2</sub>-norm, kan tevens de rol vervullen van een terugvaloptie: als de ontwikkeling van andere sporen, in het bijzonder het elektrische spoor, tegenvalt, dan wordt de norm automatisch opgevuld met extra efficiencyverbetering. Er zijn voldoende efficiencymaatregelen beschikbaar om de geschetste normen te halen.

Het onderdeel Efficiency van het actieplan Biobrandstoffen & Efficiency Wegvervoer is gericht op het bereiken van energiebesparing door de introductie van zuinige auto's en banden in alle categorieën wegvervoer.

Uit het actieplan zijn 3 bundels doorerekend:

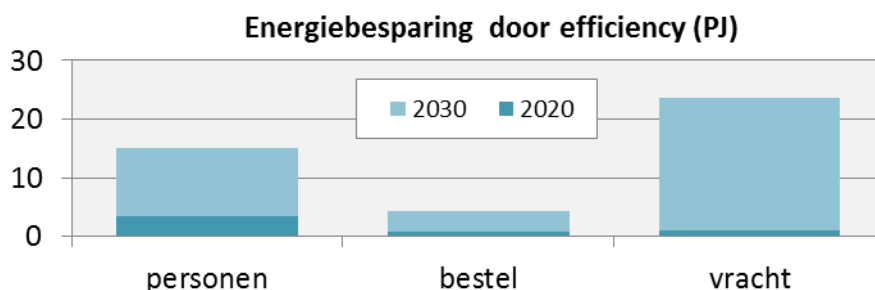
- Introductie van zuinige personenauto's en banden, door Europese aanscherping van CO<sub>2</sub>-normen, Europees (en aanvullend nationaal) beleid gericht op een laag brandstofverbruik in de praktijk en nationaal beleid voor zuinige banden. Aangenomen is dat de norm voor personenauto's wordt aangescherpt tot 70 g/km in 2025 en tot 60 g/km in 2030.
- Introductie van zuinige bestelauto's en banden, door Europese aanscherping van CO<sub>2</sub>-normen, Europees (en aanvullend nationaal) beleid gericht op een laag brandstofverbruik in de praktijk en nationaal beleid gericht op zuinige banden en op toepassing van energiebesparende Eco-pakketten. Aangenomen is dat de norm voor bestelauto's wordt aangescherpt tot 147 g/km in 2025 en tot 90 g/km in 2030.
- Introductie van zuinige vrachtwagens en bussen, door een Europese tool om het brandstofverbruik inzichtelijk te maken en nationale acties. Voor vracht is in 2020 rekening gehouden met de EIA-maatregel en met het streven om in 2020 50% van de nieuwe bussen en vrachtauto's te voorzien van een Eco-pakket. In de jaren daarvoor wordt een geleidelijke ingroei voorzien. Er bestaan interactie-effecten tussen deze bundel en andere bundels voor bussen en/of vrachtauto's. De effecten uit deze bundel kunnen dus niet zomaar opgeteld worden bij de effecten uit andere bundels voor zwaar vervoer.

De geschetste aanscherping van de CO<sub>2</sub>-normen sluit goed aan bij de huidige verwachtingen die er bestaan over de uitkomsten van de Europese discussie over dit onderwerp. Nederland heeft slechts beperkte invloed op die uitkomsten. De nationale acties dienen voor een groot deel nog nader uitgewerkt te worden. De plausibiliteit van deze acties kon dan ook niet compleet worden beoordeeld. Zuinige banden en Eco-pakketten zijn beschikbaar.



Figuur 26: potentieel CO<sub>2</sub>-reductie bij bundels efficiency uit actieplan Biobrandstoffen & Efficiency Wegvervoer




Met efficiencymaatregelen aan wegvoertuigen kan een groot additioneel CO<sub>2</sub>-effect worden bereikt van ruim 3 Mton in 2030. Dit is nog zonder de reducties die voortkomen uit de CO<sub>2</sub>-normen voor 2020, omdat deze al zijn verdisconteerd in de NEV-2014 en het effect hiervan niet apart bepaald is. Om die reden is het additionele CO<sub>2</sub>-effect in 2020 beperkt (ca. 0,4 Mton). De efficiencymaatregelen zijn goed voor 5 PJ additionele energiebesparing in 2020, vooral als gevolg van de introductie van zuinige banden en dragen zo sterk bij aan het bereiken van het SER-doel van 15-20 PJ energiebesparing in 2020. Hiervoor is aangenomen dat in 2020 30% van alle auto's banden met een A-label hebben, terwijl in 2030 alle auto's dergelijke banden hebben.



Figuur 27: potentieel energiebesparing bij bundels efficiency uit actieplan Biobrandstoffen & Efficiency Wegvervoer

Efficiencymaatregelen pakken niet alleen gunstig uit voor de tank-to-wheel CO<sub>2</sub>-reductie, maar ook voor de well-to-tank CO<sub>2</sub>-reductie en de energievoorzieningszekerheid. De invloed op werkgelegenheid, luchtkwaliteit en overige duurzaamheidsaspecten is over het algemeen gering of licht positief. De TCO is neutraal tot gunstig; de extra investeringskosten worden terugverdiend met uitgespaarde brandstofkosten.

Tabel 5: TCO's efficiency bundels

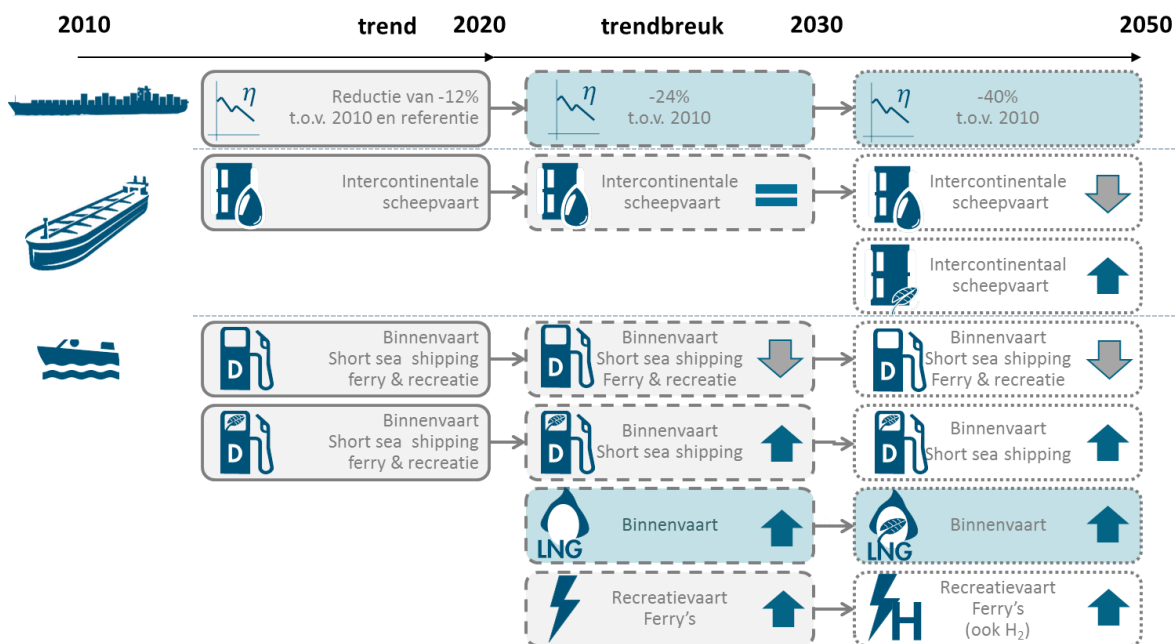
		In 2020	in 2030
'TCO' efficiency		100%*	100%
'TCO' efficiency		100%*	98%
'TCO' efficiency		100%*	93%

\* Individuele maatregelen kunnen > 100% zijn

## SCHEEPVAART

Voor de scheepvaart is in de visie een aantal ontwikkelpaden geïdentificeerd (zie Figuur 28). Focus ligt op LNG, energie-efficiency en biobrandstoffen. Daarnaast zijn in het actieplan voor de binnenvaart ook

enkele niche toepassingen geïdentificeerd. In de toelichting maken we onderscheid tussen binnenvaart en zeevaart. De effecten voor de zeevaart tellen mee in de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot. Binnenvaart telt voor een deel mee in de binnenlandse uitstoot en voor een deel voor de mondiale uitstoot.



Figuur 28: ontwikkelpaden uit brandstofvisie voor scheepvaart.

## Binnenvaart

Het onderdeel Binnenvaart van het actieplan Scheepvaart is gericht op het bereiken van energiebesparing door de introductie van efficiëntere motoren en aandrijflijnen en voortvarend besparen en de introductie van alternatieve energiedragers via 8 bundels.

LNG:

1. Vervangen van diesel door LNG, vooral op grote binnenvaartschepen. De ambitie is dit toe te passen op 40 (2020) tot 300 (2030) schepen.

Energiebesparing:

2. Energiebesparing door aanpassen van het motorvermogen bestaande schepen (rightsizing). De ambitie is dit toe te passen op 200 (2020) tot 400 (2030) schepen.
3. Energiebesparing door verdere uitrol van Voortvarend besparen. De ambitie is dit toe te passen op 2000 (2020) tot 4000 (2030) schepen.
4. Energiebesparing door toepassing van hybride aandrijving op nieuwe schepen. De ambitie is dit toe te passen op 100 (2020) tot 350 (2030) schepen.

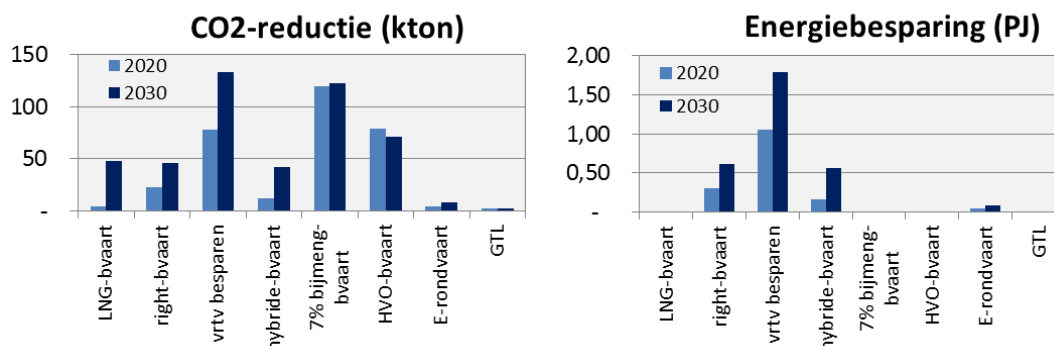
Biobrandstoffen:

5. Biodiesel bij te mengen aan diesel in low blends. De ambitie is dit toe te passen op 4500 (2020) tot 5000 (2030) schepen.
6. Vervangen van diesel door biobrandstof HVO, vooral rond steden. De ambitie is dit toe te passen op 250 schepen.

Binnenvaart schepen	2020	2030
LNG-binnenvaart	40	300
right-binnenvaart	200	400
Voortvarend besparen	2000	4000
Hybride-binnenvaart	100	350
7% bijmengen in binnenvaart	4500	5000
HVO-binnenvaart	250	250
Elektrische rondvaartboten	70	140
GTL	250	250

Niches:

7. Uitbreiding van de toepassing van volledig elektrische aandrijving van passagiersschepen, zoals rondvaartboten. De ambitie is dit toe te passen op 70 (2020) tot 140 (2030) schepen.
8. Vervangen van diesel door GTL, vooral rond steden. De ambitie is dit toe te passen op 250 schepen.



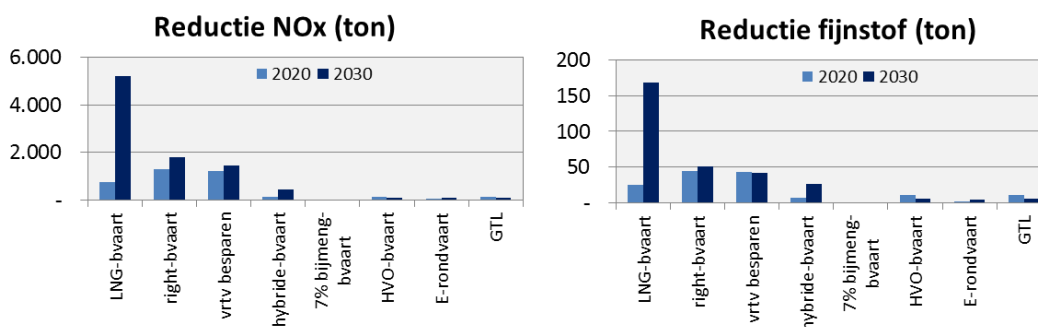
Figuur 29: potentieel CO<sub>2</sub>-reductie en energiebesparing bij onderdeel binnenvaart uit actieplan Scheepvaart

Met de maatregelen in de binnenvaart kan een additioneel CO<sub>2</sub>-effect worden bereikt van ongeveer 0,2 Mton voor het binnenlands transport en de SER-doelen (in 2020 en 2030). Hierin is verdisconteerd dat volgens de rekenafspraken van veel maatregelen ongeveer een derde (1/3) wordt toegerekend aan het binnenlands vervoer en het halen van de SER-doelen en 2/3 aan het mondiale vervoer. Alleen de besparingen van HVO binnenvaart, GTL en de elektrische rondvaartboten tellen volledig mee in de NEV en binnenlandse productie. Aan de mondiale reductie draagt de binnenvaart voor 0,2 tot 0,3 Mton bij.

De binnenlandse energiebesparingsmaatregelen zijn goed voor ruim 0,5 PJ additionele energiebesparing in 2020, oplopend tot 1 PJ in 2030. Aan de mondiale besparingen wordt het dubbele bijgedragen, 1 PJ in 2020 en 2 PJ in 2030. Er is rekening mee gehouden dat diverse maatregelen elkaar kunnen beïnvloeden. Zo zijn dubbeltellingen en overschattingen vermeden.

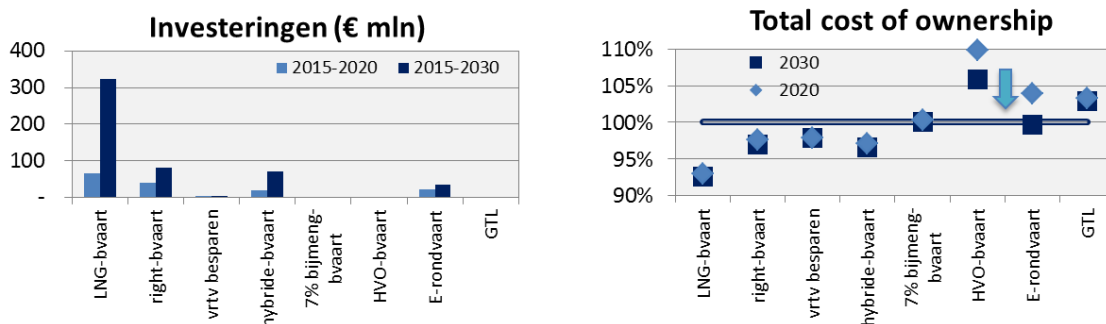
De well-to-tank reductie is minder groot dan de tank-to-wheel reductie, omdat de alternatieve brandstoffen over het algemeen hogere emissies in het well-to-tank deel hebben dan diesel. Met een keuze voor geavanceerde biobrandstoffen zou het effect op de overige duurzaamheidsaspecten kunnen verbeteren.

De maatregelen pakken in zijn geheel gunstig uit op energievoorzieningszekerheid (door besparing en vervanging van diesel), bruto werkgelegenheid en luchtkwaliteit (NO<sub>x</sub> en fijnstof). LNG-ombouw en aanleg en onderhoud van LNG-infrastructuur zijn de belangrijkste bronnen van nieuwe werkgelegenheid.



Figuur 30: potentieel NO<sub>x</sub> en fijnstof reductie bij bundels uit onderdeel binnenvaart van actieplan Scheepvaart

Van de meeste maatregelen is de TCO gunstig: de extra investeringskosten worden terugverdiend met uitgespaarde brandstofkosten. Voor HVO, GTL en elektrische rondvaartboten is een kostendaling nodig voor een gunstige TCO. Elektrische rondvaartboten vragen ook nog veel ontwikkeling voor het realiseren van voldoende betrouwbare en kosteneffectieve systemen.



Figuur 31: prognose maatschappelijke meerkosten bij bundels uit onderdeel zeevaart van actieplan Scheepvaart

In totaal is 150 (2020) tot 500 (2030) miljoen euro aan additionele investeringen nodig om alle ambities te realiseren. Daar staan dan jaarlijks ongeveer 20 (2020) tot 90 (2030) miljoen euro aan uitgespaarde energiekosten tegenover.

### Zeevaart

Het onderdeel Zeevaart van het actieplan Scheepvaart is gericht op energiebesparing en CO<sub>2</sub>-reductie in short sea shipping, door efficiencyverbetering en de introductie van LNG en pure plant oil (PPO). Er zijn 3 zeevaartbundels geformuleerd:

LNG:

1. Vervangen van scheepsbrandstof door LNG. De ambitie is dit toe te passen op 10 (2020) tot 50 (2030) schepen.

Energiebesparing:

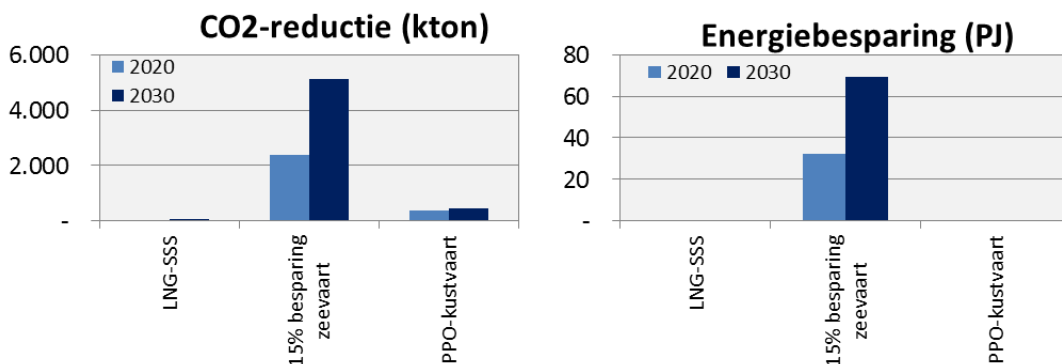
2. Energiebesparing door gedragsmaatregelen (zoals vaarsnelheid) en technische maatregelen (aandrijflijn, vaarweerstand). De ambitie is dit toe te passen op 500 (2020) tot 1200 (2030) schepen en per schip 15% verbetering te realiseren.

Schepen	2020	2030
LNG-short sea shipping	10	50
15% besparing zeevaart	500	1200
Pure plant oil-kustvaart	40	50

Biobrandstoffen:

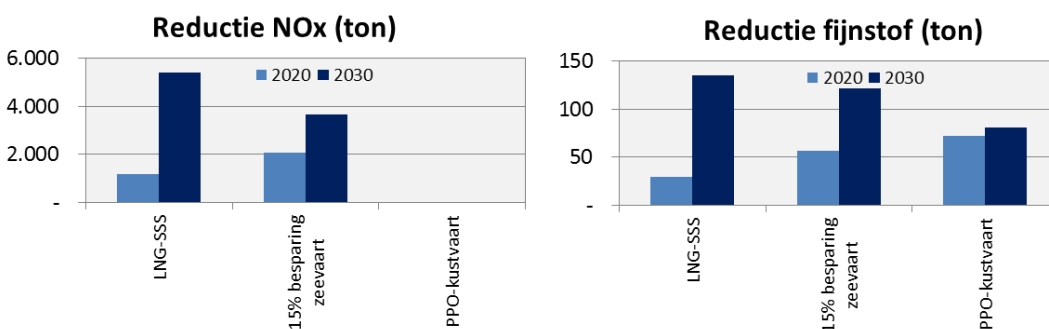
3. Vervangen van scheepsbrandstof door PPO/biodiesel. De ambitie is dit toe te passen op 40 (2020) tot 50 (2030) schepen.

Met de maatregelen in short sea shipping kan een CO<sub>2</sub>-effect worden bereikt van ongeveer 2,5 (2020) tot 5,5 (2030) Mton. De energiebesparingsmaatregelen zijn goed voor 32 PJ energiebesparing in 2020, oplopend tot 69 PJ in 2030. Omdat volgens de rekenregels de zeevaart niet meetelt voor de Nederlandse broeikasgasemissies, maar aan de mondiale uitstoot, dragen de reducties niet bij aan het halen van de SER-doelen.



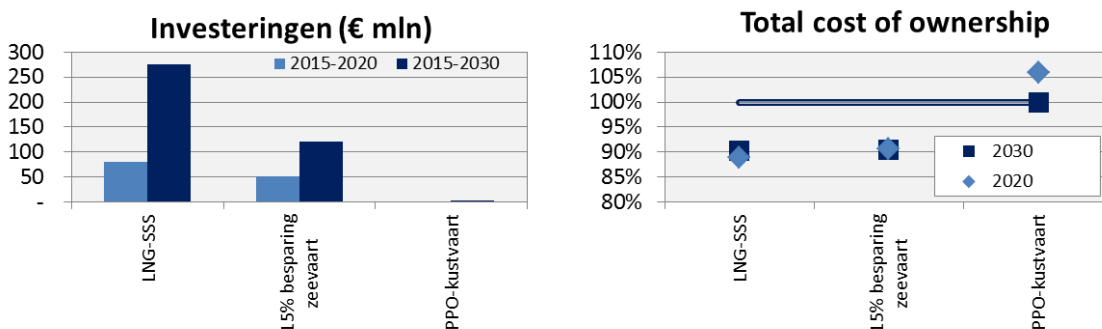
Figuur 32: potentieel CO<sub>2</sub>-reductie en energiebesparing bij onderdeel zeevaart uit actieplan Scheepvaart

De maatregelen kunnen helpen te voldoen aan de ECA-eisen op de Noordzee en zijn dan ook goed voor de luchtkwaliteit. Tevens pakken ze in zijn geheel gunstig uit op energievoorzieningszekerheid (door besparing en vervanging van diesel). Daarnaast levert LNG-ombouw en aanleg en onderhoud van LNG-infrastructuur nieuwe werkgelegenheid op.



Figuur 33: potentieel NO<sub>x</sub> en fijnstof reductie bij bundels uit onderdeel zeevaart van actieplan Scheepvaart

Van de meeste maatregelen is de TCO gunstig: de extra investeringskosten worden terugverdiend met uitgespaarde brandstofkosten. Zowel de LNG voor short sea shipping als de reductie van 15% op het brandstofverbruik door gedragsmaatregelen in de zeevaart zijn nu/in 2020 al rendabel. Voor PPO zal de olieprijs moeten stijgen om tot een gunstige TCO te komen. Ook kunnen er praktische bezwaren in opslag en handling zijn voor PPO.



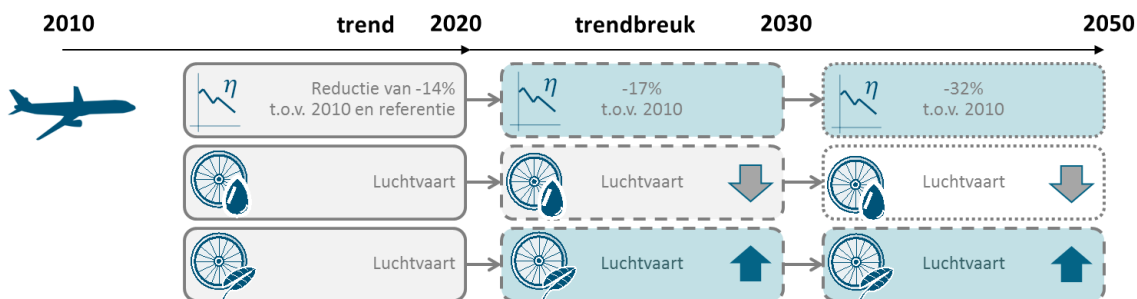
Figuur 34: prognose maatschappelijke meerkosten bij bundels uit onderdeel zeevaart van actieplan Scheepvaart

In totaal is 130 (2020) tot 375 (2030) miljoen euro aan additionele investeringen nodig om alle ambities te realiseren. Daar staat dan jaarlijks ongeveer 500 miljoen (2020) tot 1,3 miljard (2030) euro aan uitgespaarde energiekosten tegenover, vooral door de efficiencymaatregelen. Voor deze investering van 130 mln euro vermindert ook de uitstoot sterk. In 2020 levert het meer dan 2,7 Mton reductie van de

CO<sub>2</sub>-uitstoot per *jaar* op. Zeevaart heeft daarmee een groot potentieel om tegen relatief geringe meerkosten de mondiale uitstoot te verminderen.

## LUCHTVAART

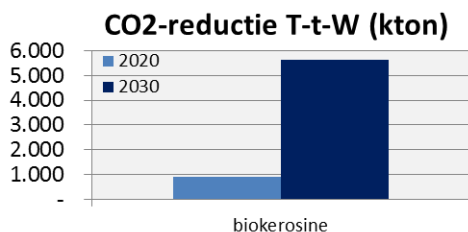
Voor de luchtvaart is een beperkt aantal alternatieven beschikbaar zoals vastgesteld in de visie en het actieplan Luchtvaart (zie Figuur 35). Efficiencyverbetering en de inzet van biobrandstoffen zijn de enige manier om tot 2030 de emissies verder te beperken, zonder het vervoer zelf te begrenzen. De inzet van biokerosine telt conform de algemene rekenregels mee in de mondiale broeikasemissies en de luchtvaartdoelstellingen, maar draagt niet bij aan het halen van de SER-doelen.



Figuur 35: ontwikkelpaden uit brandstofvisie voor luchtvaart.

Het actieplan Luchtvaart is gericht op vergroten van de inzet van biokerosine en energiebesparing door toepassing van efficiëntere technologieën, verbeteringen in de operationele sfeer en in de infrastructuur. De inzet van biokerosine door bijmenging oplopend tot 293 kton in 2020 en 1782 kton in 2030 is doorgerekend. De bundel Technologie, operations en infrastructuur omvat vooral autonome ontwikkelingen in de sector en is niet geanalyseerd. Volgens het actieplan kan met deze bundel een CO<sub>2</sub>-reductie worden gerealiseerd die kan oplopen tot bijna de helft van het CO<sub>2</sub>-reductieeffect van de inzet van biokerosine in 2050.

Het actieplan beschrijft de ambitie om het volume biokerosine te laten groeien tot 1782 ton/jaar in 2030. Dat levert een CO<sub>2</sub>-effect van ruim 5,5 Mton in 2030. In 2020 is het effect bijna 1 Mton. Door de ketenemissies van biokerosine pakt de well-to-wheel CO<sub>2</sub>-reductie kleiner uit (0,6 Mton in 2020 en ruim 5 Mton in 2030).

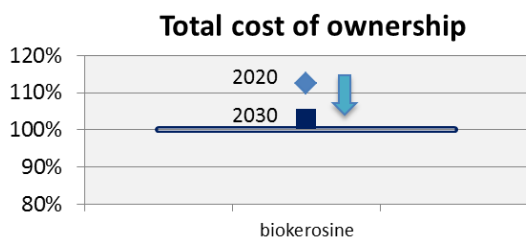


Figuur 36: potentieel CO<sub>2</sub>-reductie bij bundel biokerosine van actieplan Luchtvaart

Inzet van biokerosine pakt in beperkte mate gunstig uit voor de energievoorzieningszekerheid, al komt dit in de gehanteerde ESI-score – die niet is gericht op mondiale leveringszekerheid – niet tot uitdrukking. Volgens het actieplan is de bundel ook gunstig voor de werkgelegenheid, samenhangend met de benodigde groei van de bio-raffinagecapaciteit. Op basis van kentallen van DSM is in het actieplan de omvang geschat op 3000 voltijdsbanen. Het kennisconsortium heeft deze cijfers niet beoordeeld. Om negatieve gevolgen voor de overige duurzaamheidsaspecten te voorkomen, zal de toename van het biokerosine-volume vooral in geavanceerde biobrandstoffen moeten zitten. De invloed op luchtkwaliteit is nihil.

In de gehanteerde energieprijspaden is biokerosine voorlopig nog duurder dan conventionele kerosine. De meerkosten zijn gevoelig voor olieprijs, kosten van feedstocks, investeringskosten in productiefaciliteiten, e.d.). Realisatie van de verlaging van de meerkosten vraagt een forse

technologische doorbraak. Hiervoor heeft het actieplan de nodige maatregelen opgenomen. Een technologische doorbraak in de bioraffinage kan daaraan bijdragen.

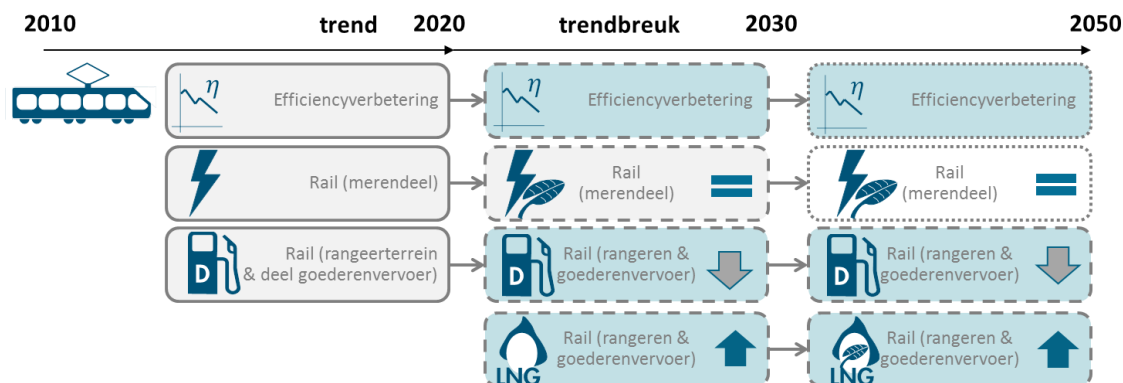


Figuur 37: potentieel CO<sub>2</sub>-reductie bij bundel biokerosine van actieplan Luchtvaart

De beschikbaarheid van voldoende duurzame biokerosine voor de luchtvaart is onzeker, net als voor andere gebruikersgroepen van biobrandstoffen. Gezien de hogere TCO tot na 2030 zijn nadere (mondiale) afspraken of nationaal stimuleringsbeleid (bijvoorbeeld door biokerosine toe te laten tot 'biotickets') nodig om de biokerosine ambities te kunnen realiseren.

## RAIL

Voor rail is in de visie een klein aantal ontwikkelpaden geïdentificeerd (zie Figuur 38). Relatief gezien kan het spoorvervoer weinig bijdragen aan het verder verminderen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot TTW. Doordat het merendeel van treinen elektrisch is, geldt hiervoor al een nihil bijdrage.

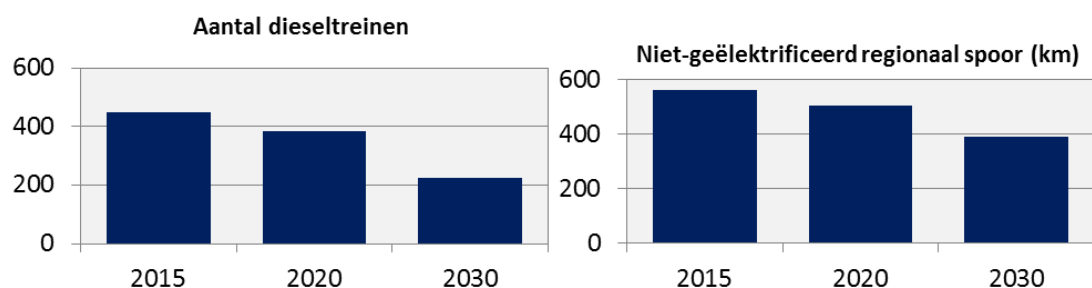


Figuur 38: ontwikkelpaden uit brandstofvisie voor rail.

Het actieplan Rail is gericht op vier bundels maatregelen:

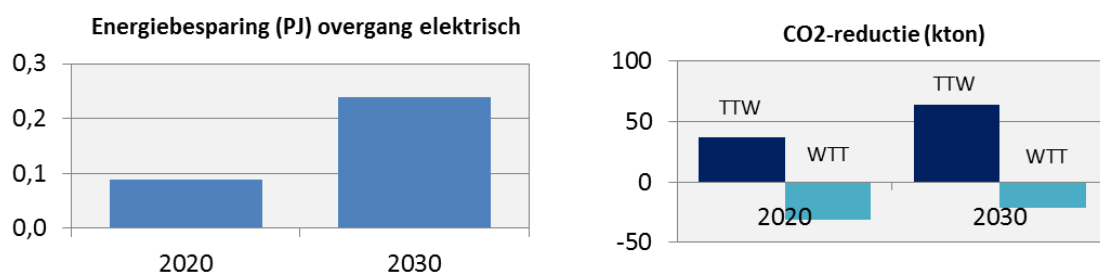
- elektrificatie van diesellijnen en vergroening van het energiegebruik door de inzet van biodiesel en inzet alternatieve brandstoffen;
- de aankoop van hernieuwbare elektriciteit;
- energiebesparingsmaatregelen; en
- een toename van het railvervoer via modal shift van wegvervoer naar rail.

De railvervoerders hebben de ambitie om in 2018 alle elektrische passagiers- en goederentreinen op het heavy rail netwerk te laten rijden op elektriciteit uit windenergie. Dit betekent een gezamenlijke vraag van de spoorvervoerders van 1,4 TWh/jaar en een vergroening van 1,26 TWh (=90% van 1,4 TWh). Nu is 10% van de elektriciteitsopwekking groen. Doordat de TTW-uitstoot van elektrische treinen nihil is, levert dit geen uitstootreductie op. Wel levert het een bijdrage aan de SER-doelen voor elektriciteitsopwekking. Doordat onduidelijk is in hoeverre de aankoop van certificaten significant effect heeft op de business case van de bijbehorende windenergieprojecten, gaat het kennisconsortium er vooralsnog van uit dat deze maatregel niet leidt tot extra hernieuwbare-energieproductie. Daarom is het effect consistent met de doorrekening van andere sectoren in de well-to-tank benadering op nul verondersteld.



Figuur 39: afname aantal dieseltreinen en niet-geëlektrificeerd spoor van actieplan Rail

Vervanging van diesel door bijvoorbeeld (partiële) elektrificering en 2<sup>e</sup> generatie biodiesel kan de railsector verder vergroenen. Tot 2030 gaat het loket rail ervan uit dat 30% van de diesellijnen elektrificeert en de helft van de dieseltreinen wordt vervangen door elektrisch. Aanname voor deze analyse is dat de resterende dieseltreinen overgaan op biodiesel, maar er zijn ook andere alternatieven in ontwikkeling zoals (bio)-LNG en waterstof. Pilots zullen uitwijzen welke alternatieven kansrijk zijn.

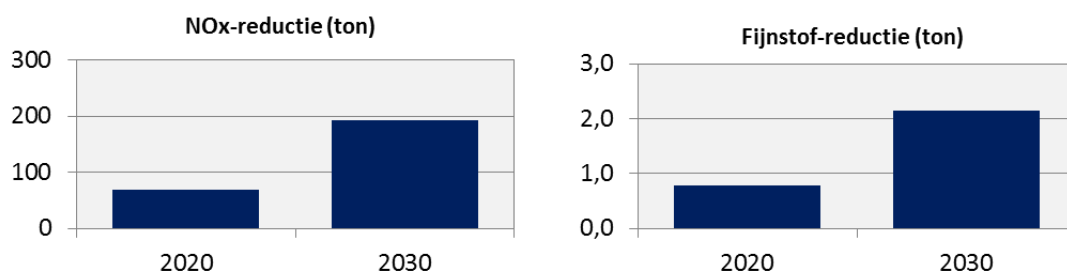


Figuur 40: potentieel CO<sub>2</sub>-reductie en energiebesparing bij bundel elektrificering en vergroening van actieplan Rail

Het effect van deze bundel bij overgang op biodiesel levert een bescheiden additioneel CO<sub>2</sub>-effect van 0,06 Mton in 2030. Tevens draagt het in 2020 voor 0,1 PJ bij aan het halen van de SER-energiebesparingsdoelstelling.

De energiebesparingsacties, inclusief de overgang op een 3 kV net, zijn niet goed in een factsheet samen te vatten, vooral omdat diverse acties onderling niet optelbaar zijn. Bundel 3 kan tot een aanzienlijk energiebesparingseffect leiden, ook in 2020. Maatregelen gericht op modal shift vallen buiten de scope van de Brandstofvisie en de doorrekening. Bij een besluit om modal shift wel onder de brandstofvisie te brengen, kan bundel 4 bijdragen aan het halen van de SER-doelen. De effecten van energiebesparing, de overgang naar 3 kV en de modal shift zoals beschreven in het actieplan, zijn daarom nog niet in de berekende effecten opgenomen.

Het vervangen van diesel (door elektriciteit en biodiesel) en de energiebesparing pakken gunstig uit voor de energievoorzieningszekerheid, de bruto werkgelegenheid en de luchtverontreinigende emissies. Het gaat wel over kleine effecten. Met het oog op de overige duurzaamheidsaspecten en de well-to-wheel emissiereductie is het van belang dat sprake is van 2<sup>e</sup> generatie biodiesel.



Figuur 41: potentieel NO<sub>x</sub>- en fijnstofreductie bij bundel elektrificering en vergroening van actieplan Rail

De belangrijkste kostenpost zit in de elektrificatie van diesellijnen. Hiervoor is tot 2030 een investering van 168 miljoen euro vereist. Dit levert een jaarlijkse besparing op van € 7 miljoen aan energiekosten.

