



Duurzaam vervoer Waterschap Zuiderzeeland



CE Delft

Committed to the Environment

Duurzaam vervoer Waterschap Zuiderzeeland

Dit rapport is geschreven door:
Arno Schroten, Peter Scholten

Delft, CE Delft, mei 2019

Publicatienummer: 19.190192.073

Waterschappen / Regionaal / Bedrijfsbeleid / Mobiliteit / Emissies / Energieverbruik / Brandstoffen / Analyse

Opdrachtgever: Waterschap Zuiderzeeland

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

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Arno Schroten (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

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



Inhoud

1	Inleiding	3
	1.1 Aanleiding	3
	1.2 Doel van het onderzoek	3
	1.3 Varianten	4
	1.4 Leeswijzer	4
2	Value case	5
	2.1 Inleiding	5
	2.2 Taakuitoefening	5
	2.3 CO ₂ -uitstoot	7
	2.4 Luchtvervuilende emissies	10
	2.5 Primair energieverbruik	15
	2.6 Overige milieu en sociale effecten	16
	2.7 Zichtbaarheid waterschap	17
	2.8 Samenvatting value case	18
3	Businesscase	21
	3.1 Inleiding	21
	3.2 Uitgangspunten voor kostenberekeningen	21
	3.3 Kosten voertuigen per reizigerskilometer	23
	3.4 Businesscase voor de verschillende varianten	24
4	Conclusies	26
5	Bibliografie	28
A	Totaal gereisde kilometers	29
B	Locaties tankstations alternatieve brandstoffen	30



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Na de waterschapsverkiezing van 20 maart 2019 krijgt het Waterschap Zuiderzeeland een nieuw dagelijks bestuur, bestaande uit een dijkgraaf en een aantal heemraden. Een goed moment voor het waterschap om de organisatie van de mobiliteit voor het bestuur te heroverwegen en te bekijken of ze hier de duurzame ambities van het waterschap op kunnen toepassen. Zeker ook omdat de regelgeving voor het vervoer van het bestuur op verschillende punten is gewijzigd¹, waardoor een heroverweging van het mobiliteitsbeleid sowieso noodzakelijk is.

In het huidige beleid van het waterschap is de keuze voor het vervoer van medewerkers (incl. bestuur) gebaseerd op financiële en technische voorwaarden. Echter, aangezien de manier waarop de dijkgraaf en de heemraden zich vervoeren zichtbaar is, voor zowel de externe omgeving als de interne organisatie, en gegeven de duurzaamheidsambities van het waterschap, is alleen een financiële (en technische) analyse voor het waterschap niet meer voldoende. Zij willen dat ook de maatschappelijke effecten van het vervoer worden meegenomen bij de afweging van de vervoerskeuzes. Een value case-benadering, waarbij de verschillende maatschappelijke effecten van de vervoersalternatieven in beeld worden gebracht, kan daarbij helpen.

Het Waterschap Zuiderzeeland heeft CE Delft gevraagd om hen te ondersteunen bij de uitvoering van de value case-analyse van verschillende alternatieven voor het vervoer (bijv. een dienstauto op biogas, waterstof of elektriciteit) van het dagelijks bestuur en om daarnaast ook een businesscase-analyse uit te voeren van deze alternatieven. In deze rapportage worden de resultaten van deze analyses gepresenteerd.

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is om een value case- en businesscase-analyse uit te voeren van verschillende varianten van vervoer voor het dagelijks bestuur van het Waterschap Zuiderzeeland. Hierbij gaan we uit van een bestuur bestaande uit vijf personen: een dijkgraaf en vier heemraden. De value case- en businesscase-analyses dienen de maatschappelijke, financiële en technische effecten van de verschillende varianten zodanig in beeld te brengen dat ze gebruikt kunnen worden als input voor de beslissing over het vervoer van het dagelijks bestuur van het waterschap.

¹ Zo daalt de vergoeding voor dienstreizen met eigen vervoer van € 0,33 per kilometer naar € 0,19 per kilometer en wordt het mogelijk om een dienstauto ter beschikking te stellen aan de dijkgraaf en de heemraden.

1.3 Varianten

In deze studie bekijken we zeven mogelijke varianten voor het vervoer van het dagelijks bestuur van het waterschap:

1. *Referentievariant*: deze variant sluit aan bij de bestaande situatie (in 2018), waarbij een deel van het vervoer van het bestuur van het waterschap met de eigen auto werd uitgevoerd en een ander deel met het OV (trein en bus). Voor de eigen auto is in dit onderzoek aangenomen dat dit een benzineauto² is van ca. 4 jaar oud.
2. *Openbaar vervoer (OV)*: in deze variant wordt er een 1^e klas OV-abonnement verstrekt aan alle bestuursleden, waarbij er wordt aangenomen dat zij voor 80% van hun kilometers gebruik gaan maken van het OV. Voor de overige 20% van de kilometers wordt gebruik gemaakt van de eigen auto.
3. *Elektrische auto*: alle bestuursleden krijgen een elektrische leaseauto ter beschikking gesteld, die ze mogen gebruiken voor zakelijke, bestuurlijke en privéritten. Daarnaast krijgen alle bestuursleden een laadpunt thuis en worden er op de locatie van het waterschap twee extra laadpalen (met beiden twee laadpunten) geplaatst in aanvulling op de ene laadpaal die er momenteel al staat.
4. *Waterstofauto*: er worden twee waterstof poolauto's aangeschaft, die door de bestuursleden gebruikt kunnen worden. Voor de ritten waarvoor men geen gebruik gemaakt kan worden van een poolauto (omdat beide poolauto's reeds gereserveerd zijn of omdat men vanuit huis vertrekt) maakt men gebruik van de eigen auto of het OV. Voor het tanken van de waterstofauto wordt gebruik gemaakt van openbare tankstations.
5. *Biogasauto*: bij deze variant onderscheiden we twee sub-varianten:
 - a *Biogas pool*: waarbij er twee biogas poolauto's worden aangeschaft, die door de bestuursleden gebruikt kunnen worden. Evenals bij de waterstofvariant wordt er vanuit gegaan dat de bestuursleden voor het deel van de ritten waarvoor ze geen gebruik kunnen of willen maken van de poolauto de eigen auto gebruikt of kiest voor het OV.
 - b *Biogas lease*: waarbij alle bestuursleden een biogas leaseauto ter beschikking krijgen, die ze mogen gebruiken voor zakelijke, bestuurlijke en privéritten. Voor beide sub-varianten wordt ervan uitgegaan dat er voor het tanken van de biogasauto gebruik wordt gemaakt van openbare tankstations die biogas aanbieden.
6. *Blauwe dieselauto*: alle bestuursleden krijgen een leaseauto op blauwe diesel ter beschikking gesteld, die ze mogen gebruiken voor zakelijke, bestuurlijke en privéritten. Voor het tanken wordt gebruik gemaakt van openbare tankstations.
7. *Plug-in hybrideauto*: alle bestuursleden krijgen een plug-in hybride leaseauto ter beschikking gesteld, die ze mogen gebruiken voor zakelijke, bestuurlijke en privéritten. Evenals bij de elektrische auto krijgen alle bestuursleden een laadpunt thuis en worden er twee extra laadpalen (vier laadpunten) op de locatie van het waterschap geplaatst.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 van het rapport presenteren we de resultaten van de value case-analyse, waarna we in Hoofdstuk 3 de resultaten van de businesscase-analyse toelichten.

² Volgens het CBS is ca. 84% van de privéauto's in Nederland een benzineauto. De veronderstelling om in de referentievariant van een benzineauto uit te gaan lijkt daarmee dan ook gerechtvaardigd.

2 Value case

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk presenteren we de resultaten van de value case-analyse. In deze analyse zijn de verschillende varianten voor het vervoer van het dagelijks bestuur van het waterschap beoordeeld op de volgende indicatoren:

1. *Taakuitoefening*: In hoeverre maken de verschillende varianten het voor de bestuurders mogelijk om hun taak uit te voeren?
2. *CO₂-uitstoot*: Hoeveel CO₂-emissies komen er vrij bij de verschillende varianten?
3. *Luchtvervuilende emissies*: Hoeveel NO_x- (stikstofoxiden) en PM-emissies (fijnstof) worden er in de verschillende varianten uitgestoten?
4. *Primair energieverbruik uit biomassa en fossiele bronnen*: Hoeveel energie verbruiken de verschillende varianten over de keten uit biomassa en fossiele bronnen?
5. *Overige milieu- en sociale effecten*: Welke overige milieu- en sociale effecten zijn relevant voor de verschillende varianten? Hierbij gaat het onder andere om de effecten grondstoffengebruik, geluid, verkeersongevallen, en files.
6. *Zichtbaarheid waterschap*: In hoeverre dragen de varianten bij aan de zichtbaarheid van het waterschap? Dit wordt gespecificeerd door de mate waarin de varianten bijdragen aan:
 - c Innovatie: In hoeverre stimuleert het waterschap (eigen) innovaties als launching customer door te kiezen voor een variant?
 - d Imago: Wat is de invloed van de variant op het imago van het waterschap?
 - e Waterbewustzijn: Wat is de invloed van een keuze voor een variant op het waterbewustzijn van de inwoners van Flevoland?

In het vervolg van dit hoofdstuk bespreken we eerst de analyse van de varianten op deze zes indicatoren afzonderlijk (Paragraaf 2.2 t/m Paragraaf 2.7). Een overkoepelend overzicht van de value case (in de vorm van een samenvattende tabel) is te vinden in Paragraaf 2.8.

2.2 Taakuitoefening

Om te onderzoeken in hoeverre de verschillende varianten het mogelijk maken voor bestuurders om hun taak uit te voeren zijn de varianten beoordeeld op een aantal sub-indicatoren:

- *Actieradius voertuig*; de actieradius van de elektrische auto is aanzienlijk beperkter dan voor een benzineauto, in de range van 150 tot 200 kilometer. Ook biogasauto's hebben een beperktere actieradius, maar met gemiddeld 500 kilometer aanmerkelijk groter dan een elektrische auto (TNO ; CE Delft, 2014). Voor de overige autotypen geldt dat de actieradius vergelijkbaar is met die van een benzineauto (referentie). Bij een plug-in hybrideauto dient daarbij nog wel opgemerkt te worden dat dit alleen geldt als er ook gebruik wordt gemaakt van de verbrandingsmotor. De elektrische range van deze auto varieert van 20 tot 80 km (TNO ; CE Delft, 2014).
- *Tanken/laden van het voertuig*; vooral de varianten waterstof en blauwe diesel lopen tegen barrières aan op deze sub-indicator. Zoals aangegeven in Tabel 1, is de afstand tot de dichtstbijzijnde tankstations in deze varianten dermate groot dat een overstap

op deze brandstoffen praktisch lastig realiseerbaar is³. Voor biogas is de afstand tot een tankstation daarentegen vaak relatief beperkt⁴. Een overzicht van de locaties van openbare tankstations in de (nabije) omgeving van Flevoland is opgenomen in Bijlage B.

Tabel 1 - Afstand (in kilometers) tot dichtstbijzijnde tankstation.

Plaats	Blauwediesel	Biogas	Waterstof
Emmeloord	18	0	102
Lelystad	50	0	96
Almere	42	0	95
Dronten	45	22	90
Zeewolde	50	14	82

Naast beschikbaarheid van tankstations kan ook de laad/tanktijd van de auto van invloed zijn op de taakuitoefening. Het volledig laden van de accu van een elektrische auto vergt ca. 8 tot 10 uur, terwijl dit voor een plug-in hybrideauto op 2 tot 4 uur ligt. Bij het gebruik van een snellader kan deze laadtijd flink terug gebracht worden (tot ca. een half uur). Bij de overige vervoerswijzen is de tanktijd vergelijkbaar met die van een benzineauto.

- *Aanbod voertuigen*: beschikbaarheid van automodellen is vooral beperkt voor waterstofauto's. De Toyota Mirai en Hyundai Nexo zijn de enige twee waterstofauto's die momenteel regulier beschikbaar zijn⁵. Steeds meer fabrikanten komen op de markt met biogasauto's, waardoor er voor de consument voldoende keuze is. Bij blauwe diesel geldt dat dit getankt kan worden in (nagenoeg) alle nieuwe dieselauto's⁶. Ook voor de overige varianten zijn er geen beperkingen qua beschikbaarheid van modellen.
- *Reistijd/flexibiliteit*: de meeste varianten zijn vergelijkbaar qua reistijd en flexibiliteit. Een belangrijke uitzondering daarbij is de OV-variant, die gemiddeld tot een langere reistijd en minder flexibiliteit zal leiden. Hoeveel langer de reistijd is, verschilt van geval tot geval en is onder andere sterk afhankelijk van de vraag of er een directe verbinding beschikbaar is. Tegenover de extra reistijd staat dat (een deel van) de reistijd in het OV nuttig besteed kan worden (door te werken). (Warffemius, et al., 2016) vindt dat gemiddeld 80% van de reistijd in het openbaar vervoer nuttig besteed kan worden, zolang mensen maar de beschikking hebben over een zitplaats. In de waterstof- en biogasvariant worden er twee poolauto's ter beschikking gesteld aan het bestuur, wat leidt tot een (kleine) beperking van de flexibiliteit van de bestuursleden (zij moeten auto reserveren, zoeken naar alternatief als poolauto niet beschikbaar is, etc.).

Een samenvatting van de beoordeling van de varianten op de indicator 'taakuitvoering' is weergegeven in Paragraaf 2.8.

³ Uiteraard vervalt deze barrière mocht er in de toekomst openbare tankstations voor deze brandstoffen in Flevoland worden gerealiseerd.

⁴ Dichtbij zijnde openbare biogaspompen zijn gevestigd in Lelystad, Almere en Emmeloord. Deze tankstations bieden groengas aan gemaakt uit de vergisting van groen- en snoeiafval, rioolslib, mest- en afvalverwerking.

⁵ De Mercedes GLC F-Cell is alleen verkrijgbaar in Duitsland en wordt daar momenteel alleen ingezet bij door de fabrikant geselecteerde bedrijven en overheden.

⁶ Aanbevolen wordt om bij de fabrikant te checken of het tanken van blauwe diesel geen gevolgen heeft voor de garantie op het voertuig.

2.3 CO₂-uitstoot

In deze paragraaf bespreken we de CO₂-uitstoot in de verschillende varianten. Daarbij gaan we allereerst in op de CO₂-emissies per gereisde kilometer, om vervolgens de totale CO₂-uitstoot als gevolg van het vervoer van het bestuur in kaart te brengen. Tot slot, berekenen we de maatschappelijke kosten die samenhangen met de CO₂-uitstoot in de verschillende varianten.

2.3.1 CO₂-uitstoot per reizigerskilometer

Bij de bepaling van de CO₂-uitstoot per reizigerskilometer⁷ maken we onderscheid naar Well-to-Tank-emissies (WTT) en Tank-to-Wheel-emissies (TTW). Bij WTT-emissies gaat het om de CO₂-emissies die vrijkomen bij de winning, productie en transport van de brandstof/energiedrager, terwijl het bij de TTW-emissies gaat om CO₂-emissies die worden uitgestoten als gevolg van de verbranding van de brandstof in het voertuig. De WTT- en TTW-emissies vormen samen de Well-to-Wheel-emissies (WTW) en zijn de CO₂-emissies over de totale keten.

Een overzicht van de CO₂-emissies per reizigerskilometer is weergegeven in Tabel 2. Het gaat hierbij om praktijkemissies, waarbij er is gecorrigeerd voor het feit dat de CO₂-emissies in de praktijk altijd hoger liggen dan de officiële (test)waarden. De hoogste (WTW) CO₂-emissies treden op bij de benzineauto, gevolgd door de plug-in hybride. Ook waterstof geproduceerd uit aardgas (grijs) leidt nog tot relatief hoge CO₂-emissies. De laagste WTW CO₂-emissies worden daarentegen behaald bij blauwe diesel, de trein en de elektrische auto.

Tabel 2 - Praktijk CO₂-emissies per reizigerskilometer (gram/rkm) voor de verschillende voertuigen

	Benzine	OV	Elektrisch	Waterstof	Biogas	Blauwe diesel	Plug-in hybride
WTT	166	113 (bus) 0 (trein)	0	0	0	0	99 ^c
TTW	36	27 (bus) 32 ^a (trein)	65 ^b	127 (grijs) 8 (groen)	70 (gemiddeld) -54 (uit RWZI slib)	18	48 ^c
WTW	202	140 (bus) 32 (trein)	65	127 (grijs) 8 (groen)	70 (gemiddeld) -54 (uit RWZI slib)	18	147

^a Voor de CO₂-emissies van elektriciteitsproductie is uitgegaan van Nederlandse handelsmix (mix van groene en grijze elektriciteit).

^b Bij de elektrische auto wordt ervan uitgegaan dat de auto in 50% van de gevallen wordt opgeladen op de locatie van Waterschap Zuiderzeeland, waar 20% van de elektriciteit zelf wordt gegenereerd uit hernieuwbare bronnen. Hierdoor rekenen voor 10% van de elektriciteitsvraag met een CO₂-emissiefactor van 0.

^c Bij plug-in hybrideauto's is ervan uitgegaan dat ze voor 60% van hun kilometers gebruik maken van de benzinemotor en voor 40% van de elektromotor.

Bronnen: Berekening CE Delft op basis van CE Delft (2013; 2015a; 2015b), COSTREAM (2019), JRC (2014), Task Force (2018), TNO en CE Delft (2014).

Bij de resultaten uit Tabel 2 zijn de volgende toelichtende opmerkingen op zijn plaats:

- Bij de elektrische auto (en trein) dient opgemerkt te worden dat er voor de CO₂-emissies van elektriciteitsproductie (grotendeels, zie ook noot b onder de tabel) wordt uitgegaan van de gemiddelde Nederlandse handelsmix, ook al koopt het waterschap (de

⁷ Hierbij zijn we ervan uitgegaan dat er één persoon in een personenauto zit, gemiddeld negen personen in een bus en dat de elektrische intercity trein een gemiddelde bezettingsgraad van 32% kent (bus en trein op basis van CE Delft, 2015b).

NS) groene stroom in (Noorse Garanties van Oorsprong). In lijn met CE Delft (2015a) gaan we er echter vanuit dat deze vraag naar groene stroom niet leidt tot extra productie van groene elektriciteit, vooral ook omdat er momenteel een overaanbod van Noorse GVO's op de markt is. In deze situatie ligt het dus meer voor de hand om te rekenen met de CO₂-emissies van de Nederlandse handelsmix (combinatie van grijs en groen).

- Bij biogas gewonnen uit slib van een rioolwaterzuiveringsinstallatie treden er negatieve CO₂-emissies op. Dit is het gevolg van het feit dat de uitstoot van broeikasgasemissies in de keten worden voorkomen.

De CO₂-emissiekentallen zoals die zijn gepresenteerd in Tabel 2 zijn bepaald voor de huidige situatie. In de toekomst kunnen deze kentallen veranderen. Zo zullen de CO₂-emissies van elektrische auto's en elektrische treinen waarschijnlijk gaan dalen, omdat het aandeel groene energie in de elektriciteitsmix waarschijnlijk zal gaan toenemen. Ook voor de benzineauto (en de blauwe dieselauto) kan een verdere reductie van CO₂-emissies verwacht worden als deze voertuigen (onder andere onder druk van Europese regelgeving voor de CO₂-uitstoot van nieuwe personenauto's) in de toekomst efficiënter worden.

2.3.2 Totale CO₂-uitstoot vervoer bestuur waterschap

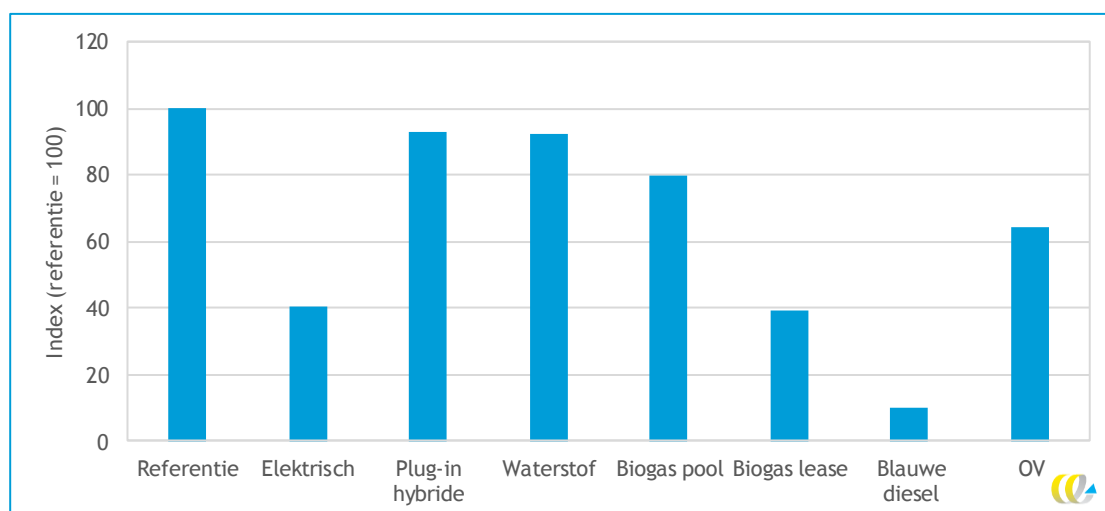
De totale jaarlijkse CO₂-uitstoot van het vervoer van de bestuursleden is berekend op basis van de CO₂-emissies per reizigerskilometer (zoals gepresenteerd in de vorige paragraaf) en het totaal aantal afgelegde reizigerskilometers door de bestuursleden. Deze reizigerskilometers zijn voor de referentievariant bepaald op basis van door het waterschap aangeleverde gegevens over de afgelegde kilometers in 2018 in het zakelijke, bestuurlijke en woon-werkverkeer. Daarnaast is op basis van gegevens van het CBS aangenomen dat bestuursleden gemiddeld ook 6.000 kilometer per jaar privé met de auto reizen⁸. Voor de overige varianten zijn de gereisde kilometers met behulp van enkele aannames berekend op basis van de kilometers in de referentievariant. Een uitgebreidere toelichting op de berekening van het aantal reizigerskilometers kan worden gevonden in Bijlage A.

De totale CO₂-emissies van het vervoer van de dijkgraaf en de heemraden is voor de verschillende varianten in Figuur 1 afgezet tegen de referentievariant (de absolute CO₂-emissies per variant zijn terug te vinden in Tabel 3). Uit deze vergelijking blijkt dat de grootste CO₂-reductie gerealiseerd wordt in de blauwe dieselvariant, gevolgd door de elektrische en biogas (lease)variant. Bij de elektrische variant moet wel bedacht worden dat de CO₂-emissies in de toekomst nog verder zullen gaan dalen als het aandeel groene energie in de elektriciteitsmix toeneemt. In de OV-variant nemen de CO₂-emissies met ca. 40% af. Deze beperktere CO₂-reductie is onder andere te verklaren door het feit dat 20% van de kilometers in deze variant nog steeds met de eigen benzineauto worden gemaakt. CO₂-emissies in de biogas poolvariant is ca. 20%. De lagere CO₂-emissie in vergelijking met de biogas leasevariant is het gevolg dat er in deze variant enkel twee poolauto's op biogas worden aangeschaft, waardoor een deel van de kilometers nog met een benzineauto worden afgelegd. De waterstofvariant leidt tot een relatief beperkte CO₂-reductie, omdat 1) er wordt aangenomen dat de waterstof wordt geproduceerd met behulp van fossiele energie, en 2) er in deze variant wordt uitgegaan van de inzet van twee waterstof poolauto's, waarbij een deel van de kilometers ook met de eigen auto gemaakt zullen blijven worden (zie Bijlage A voor een nadere toelichting). Indien in de toekomst waterstof

⁸ Afhankelijk van de variant gaat het hierbij om kilometers gemaakt met een privéauto of een leaseauto. Om een eerlijke vergelijking te kunnen maken tussen de verschillende varianten, zijn de privékilometers en de daaruit voortvloeiende emissies voor alle varianten meegeteld.

uit eigen opgewekte duurzame energie wordt toegepast daalt de CO₂-uitstoot sterk⁹, maar dit is op korte termijn nog niet aan de orde. Tot slot, de plug-in hybride-variant leidt eveneens tot een beperkte afname in de CO₂-emissies, wat onder andere het gevolg is van het feit dat in deze variant alle kilometers met de auto worden gemaakt, waar in de referentievariant een deel van het vervoer ook met het OV (en de daarmee gepaard gaande lage CO₂-emissies) gemaakt werden.

Figuur 1 - Totale CO₂-emissies in de verschillende varianten afgezet tegen de referentievariant (=100)



Tabel 3 - Totale jaarlijkse CO₂-emissies in de verschillende varianten (ton/jaar)

Benzine	OV	Elektrisch	Waterstof	Biogas pool	Biogas lease	Blauwe-diesel	Plug-in hybride
17,2	11,1	7,0	15,8	13,7	6,8	1,8	15,9

2.3.3 Maatschappelijke kosten van CO₂-uitstoot

De uitstoot van CO₂-emissies draagt bij aan de opwarming van de aarde, wat (op de langere termijn) kan leiden tot belangrijke maatschappelijke kosten¹⁰. Deze maatschappelijke kosten kunnen worden gewaardeerd met behulp van een CO₂-prijs. Deze prijs weerspiegelt de kosten (in €/ton) die nodig zijn om de uitstoot van broeikasgassen niet verder te laten stijgen dan een niveau waarbij de verwachte temperatuurstijging in 2050 niet meer dan 2°C bedraagt (in lijn met het VN-klimaatakkoord van Parijs)¹¹. Door CE Delft et al. (lopend)

⁹ De CO₂-emissies in de waterstofvariant zou dan t.o.v. de referentievariant kunnen dalen met ca. 33%. In deze situatie zijn (nagenoeg) alle CO₂-emissies in deze variant afkomstig van de privéauto en het OV.

¹⁰ Voorbeelden van maatschappelijke kosten zijn het verlies aan leef- en landbouwgrond door de stijging van de zeespiegel of hogere uitgaven aan kustbewaking door diezelfde zeespiegelstijging, gezondheidskosten (bijv. door meer hittestress of tropische ziektes zoals malaria, lagere opbrengst landbouw, kosten van onomkeerbare effecten voor ecosystemen en biodiversiteit, etc.

¹¹ Deze definiëring van de CO₂-prijs is in lijn met de preventiekostenmethodiek, waarbij de (maatschappelijke) kosten worden bepaald aan de hand van de (mogelijke) emissiereductiemaatregelen die ingezet dienen te worden om vastgestelde beleidsdoelen te realiseren (CE Delft ; Vrije Universiteit Amsterdam, 2014; CE Delft;

wordt voor deze CO₂-prijs een waarde van € 100 per ton aanbevolen. Deze prijs hebben we ook in deze studie aangehouden.

De maatschappelijke kosten van CO₂-uitstoot van de verschillende typen voertuigen zijn weergegeven in Tabel 4. Deze kosten zijn het hoogst voor de bus, gevolgd door de benzineauto. Het laagst zijn de kosten bij de blauwe dieselauto en de elektrische auto.

Tabel 4 - Maatschappelijke kosten CO₂-uitstoot per reizigerskilometer (€/rkm)

Benzine	OV	Elektrisch	Waterstof	Biogas	Blauwe diesel	Plug-in hybride
0,020	0,014 (bus) 0,003 (trein)	0,007	0,013	0,007	0,002	0,016

Met behulp van de kentallen uit Tabel 4 zijn de totale maatschappelijke kosten van CO₂-emissies voor de verschillende varianten bepaald. De resultaten van deze analyse zijn te vinden in Tabel 5. In alle varianten zijn de kosten lager dan in de referentievariant, waarbij de laagste kosten worden gevonden voor de blauwe dieselvariant (want in die variant treden de laagste CO₂-emissies op), gevolgd door de biogas leasevariant en de elektrische variant.

Tabel 5 - Totale jaarlijkse maatschappelijke kosten CO₂-uitstoot vervoer van het bestuur waterschap (€)

Referentie	OV	Elektrisch	Waterstof	Biogas pool	Biogas lease	Blauwe diesel	Plug-in hybride
1716	1108	698	1582	1372	649	175	1591

2.4 Luchtvervuilende emissies

De beoordeling van de varianten op de uitstoot van luchtvervuilende emissies is het onderwerp van deze paragraaf. Evenals bij de CO₂-uitstoot gaan we daarbij achtereenvolgens in op de emissies per gereisde kilometer, de totale uitstoot als gevolg van het vervoer van het bestuur en de daarmee gepaard gaande maatschappelijke kosten.

2.4.1 Luchtvervuilende emissies per reizigerskilometer

Voor de verschillende varianten hebben we de belangrijkste luchtvervuilende emissies, stikstofoxiden (NO_x) en fijnstof (PM), in beeld gebracht. Daarbij hebben, in tegenstelling tot bij CO₂-emissies, enkel gekeken naar de Tank-To-Wheel-emissies. Ook bij de productie van brandstoffen en de opwekking van elektriciteit komen luchtvervuilende emissies vrij, maar omdat die over het algemeen in dunbevolkte gebieden en via hoge schoorstenen in hogere

INFRAS; TRT; Ricardo, lopend). De veronderstelling hierbij is dat de vastgestelde beleidsdoelen een goede afspiegeling vormen van de preferenties van burgers. Een andere methodiek voor het bepalen van de CO₂-prijs is directe schade waardering, waarbij een inschatting wordt gemaakt van de economische kosten van de te verwachten schade van klimaatverandering. Economen geven in het algemeen de voorkeur aan het gebruik van schadeprijzen voor het waarderen van milieueffecten, aangezien deze methode uitgaat van de daadwerkelijke kosten die optreden als gevolg van het effect. Echter, bij klimaatverandering is de onzekerheid in de te verwachten effecten dermate groot dat de schadeprijzenmethode tot zeer onzekere CO₂-prijzen zou leiden (CE Delft ; Vrije Universiteit Amsterdam, 2014). Daarom wordt er in CE Delft et al. (lopend) gekozen om de CO₂-prijs te bepalen op basis van de preventiekostenmethode.

luchtlagen worden uitgestoten zijn de schadelijke effecten voor de menselijke gezondheid van deze emissies aanmerkelijk kleiner dan de uitlaatemissies van de auto (CE Delft, 2017). Het is dan ook gebruikelijk om bij milieuanalyses van transport alleen te kijken naar de Tank-To-Wheel luchtvervuilende emissies. Bij de fijnstofemissie maken we onderscheid tussen uitlaatemissies en slijtage-emissies. Bij de laatstgenoemde categorie gaat het om de emissies die vrijkomen bij de slijtage van banden en remmen (en slijtage van bovenleidingen, stroomafnemers, rails en remmen bij treinen).

Een overzicht van de luchtvervuilende emissies per reizigerskilometer zijn weergegeven in Tabel 6. Hierbij gaat het, evenals bij de CO₂-emissies, om praktijkemissies, wat inhoudt dat er is gecorrigeerd voor verschillen tussen de testemissies en de daadwerkelijke emissies van de auto's. Merk op dat we voor de benzineauto uitgaan van een vier jaar oude auto, terwijl we voor de overige auto's uitgaan van een nieuwe auto. Dit betekent dan ook dat alle auto's voldoen aan de strengste Europese emissie-eisen voor de uitstoot van luchtvervuilende emissies en daardoor ook relatief schoon zijn.

Tabel 6 - Praktijk NO_x- en PM-emissies per reizigerskilometer (gram/rkm) voor de verschillende varianten

	Benzine ^a	OV	Elektrisch	Waterstof	Biogas ^a	Blauwe diesel ^a	Plug-in hybride ^a
NO _x	0,021	0,45 (bus) 0 (trein)	0	0	0,049	0,17	0,013
PM (uitlaat)	0,002	0,009 (bus) 0 (trein)	0	0	0,002	0,0010	0,0015
PM (slijtage)	0,009	0,009 (bus) 0,018 (trein)	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009

^a Er is aangenomen dat de auto's voldoen aan de strengste Europese emissienormen (EURO-6).

Bronnen: Berekening CE Delft op basis van CE Delft (2015b), Task Force (2018).

Zoals de resultaten uit Tabel 6 laten zien presteren de elektrische auto, de waterstofauto en de trein het best op het gebied van luchtvervuilende emissies. De TTW-emissies van deze voertuigen zijn 0. De bus stoot de meeste NO_x-emissies uit per reizigerskilometer, gevolgd door de blauwe dieselauto. De NO_x- (en fijnstof)emissies bij laatstgenoemde auto zijn vergelijkbaar met die van een conventionele dieselauto. De fijnstofemissies (uitlaat) van een biogasauto liggen in dezelfde orde grootte als die van een benzineauto (referentie), terwijl de NO_x-emissies een stukje hoger liggen. Tabel 4 presenteert ook de slijtage-emissies voor de verschillende voertuigtypen. Voor de verschillende autotypen zijn deze emissies hetzelfde en liggen ze hoger dan de uitlaatemissies. De slijtage-emissies zijn het hoogst voor de trein (0,018 g/rkm tegenover 0,009 g/rkm voor de auto).

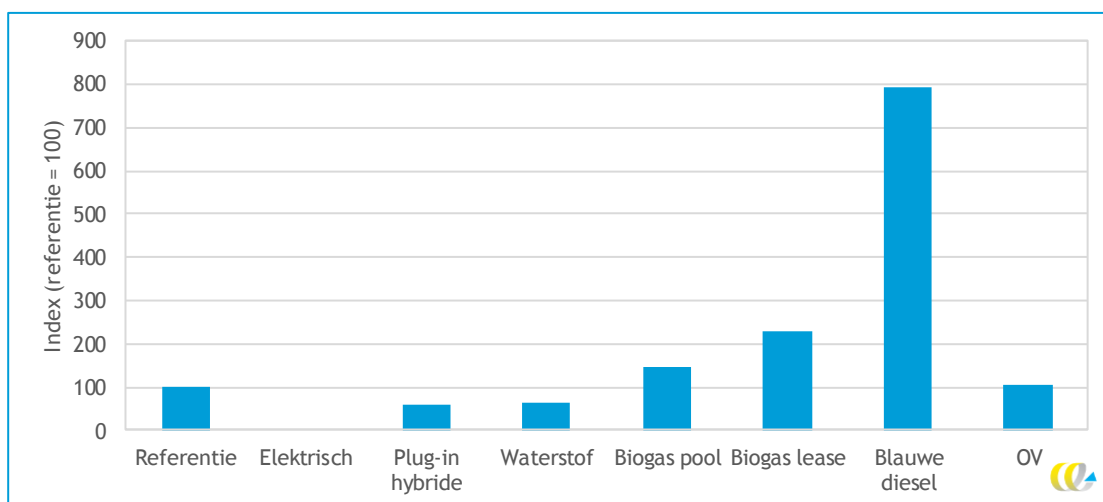
2.4.2 Totale uitstoot vervoer bestuur waterschap

Op basis van de emissiekentallen per reizigerskilometers en de inschatting van het aantal reizigerskilometers dat door de bestuursleden van het waterschap jaarlijks wordt afgelegd (zie Bijlage A), zijn de totale NO_x- en fijnstofemissies voor de verschillende varianten bepaald.

Zoals weergegeven in Figuur 2 ligt de totale NO_x-uitstoot het hoogst in de blauwe diesel-variant, ca. 8 keer hoger dan in de referentievariant. Dit is het gevolg van de hogere NO_x-uitstoot van een (blauwe)dieselauto in vergelijking met die van een benzineauto. Ook in de biogas varianten nemen de NO_x-emissies toe ten opzichte van de referentievariant (met een

factor 1,5 en 2¹²). De OV-variant leidt tot vergelijkbare NO_x-emissies als in de referentievariant: de NO_x-reductie als gevolg van de extra treinkilometers wordt teniet gedaan door de extra buskilometers die leiden tot veel extra NO_x-uitstoot. De grootste reductie in NO_x-emissies vindt plaats in de elektrische auto-variant, gevolgd door de waterstofvariant. In de eerste variant zijn er helemaal geen NO_x-emissies meer, terwijl er in de waterstofvariant alleen nog NO_x-emissies zijn van de reizigerskilometers die worden afgelegd met de eigen auto of het OV (verondersteld is dat de waterstof poolauto voor slechts 60% van de kilometers wordt ingezet, zie Bijlage A).

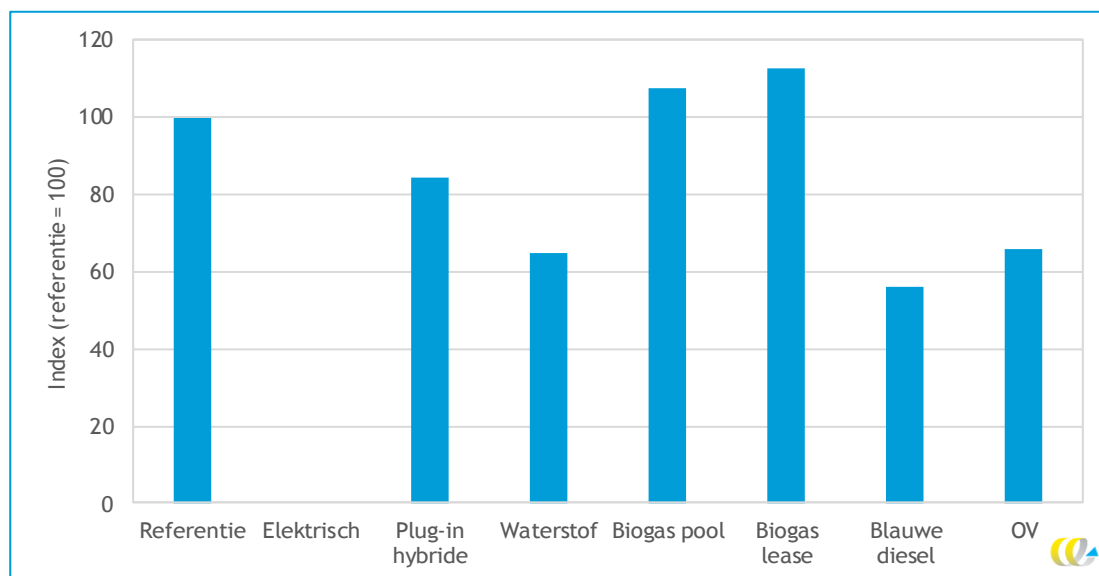
Figuur 2 - Totale NO_x-emissies in de verschillende varianten afgezet tegen de referentievariant (=100)



Figuur 3 presenteert de totale uitlaat fijnstofemissies in de verschillende varianten afgezet tegen de referentievariant. In beide biogasvarianten ligt de uitstoot van fijnstofemissies iets hoger dan in de referentievariant, ook al ligt de uitstoot van benzine- en biogasauto's op hetzelfde niveau. Dat de fijnstofuitstoot in de biogasvarianten toch hoger liggen is te wijten aan de verschuiving van OV-kilometers naar autokilometers. In de elektrische auto-variant zijn de fijnstofemissies gelijk aan 0, terwijl de reductie in de blauwe diesel, OV en waterstofvariant rond de 40% ligt. In de waterstofvariant zijn daarbij alle fijnstofemissies afkomstig van de kilometers gemaakt met de privéauto's en het OV, aangezien de waterstofauto's zelf geen fijnstofemissies uitstoten. Bij de plug-in hybride-variant is er tenslotte sprake van een afname in fijnstofemissies van minder dan 20%.

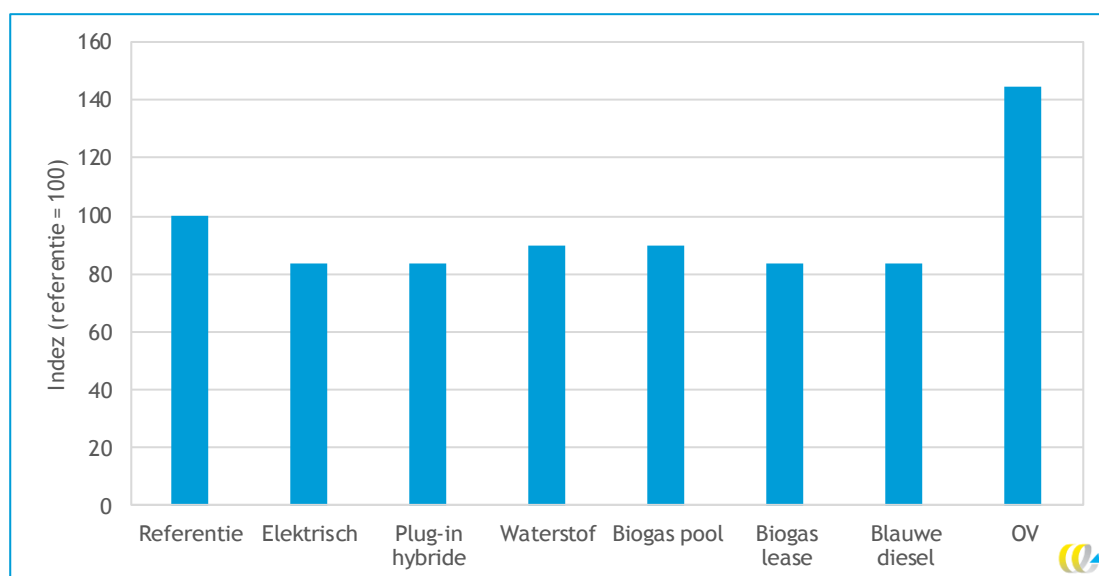
¹² De toename van de NO_x-emissies in de biogas leasevariant ligt hoger, omdat hier alle kilometers worden afgelegd in een biogasauto, terwijl in de biogas poolvariant een deel van de kilometers met de eigen auto of het OV worden gemaakt.

Figuur 3 - Totale uitlaat PM-emissies in de verschillende varianten afgezet tegen de referentievariant (=100)



Tot slot, de totale slijtage fijnstofemissies zijn voor de verschillende varianten weer-gegeven in Figuur 4. De verschillen tussen de varianten is daarbij beperkt, wat het gevolg is van het feit dat de slijtage-emissies voor de verschillende typen personenauto's gelijk zijn. De lagere slijtage-emissies die voor de meeste varianten wordt gevonden ten opzichte van de referentievariant zijn te verklaren door het feit dat het OV-gebruik in deze varianten afneemt (t.o.v. de referentie), waardoor de relatief hoge slijtage-emissies van de trein minder meewegen in deze varianten. De hoogste totale slijtage-emissies treden op in de OV-variant, wat te wijten is aan de relatief hoge emissies (per reizigerskilometer) van de trein.

Figuur 4 - Totale slijtage PM-emissies in de verschillende varianten afgezet tegen de referentievariant (=100)



2.4.3 Maatschappelijke kosten van luchtvervuilende emissies

De uitstoot van luchtvervuilende emissies leidt tot verschillende maatschappelijke kosten. De belangrijkste kosten zijn gezondheidskosten, bijvoorbeeld in de vorm van een verhoogde kans op hart- en vaatziekten en longaandoeningen. Daarnaast kan luchtvervuiling ook leiden tot schade aan gebouwen en materialen (corrosie, vervuiling van gebouwen), verlies van landbouwgewassen (onder andere door verzuring van de bodem) en schade aan ecosystemen en biodiversiteit. Om deze maatschappelijke kosten van luchtvervuilende emissies te waarderen kan gebruik gemaakt worden van milieuprijzen. In deze studie hanteren we de milieuprijzen die voor Nederland worden aangeraden in het Handbook on external costs of transport - version 2019 (CE Delft et al, lopend). De gehanteerde milieuprijzen zijn weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7 - Gehanteerde milieuprijzen luchtvervuilende emissies^a (€/kg)

NO _x -emissies ^a	PM-emissies (uitlaat) ^a	PM-emissies (slijtage) ^b
19	132	6

^a CE Delft et al. (lopend) presenteert voor NO_x- en PM-emissies (uitlaat) milieuprijzen die zijn gedifferentieerd naar het gebiedstype waar de emissies worden uitgestoten (stad vs. buitengebied). Dit weerspiegelt het feit dat deze emissies schadelijker zijn als ze worden uitgestoten op plekken met een hoge bevolkingsdichtheid, omdat er dan meer mensen zijn die last ondervinden van de emissies. Op basis van de gemiddelde Nederlandse verdeling van autokilometers over stedelijke en niet-stedelijke wegen (Task Force, 2018) hebben we een weging gemaakt van de gedifferentieerde milieuprijzen om tot een gemiddelde milieuprijs te komen voor deze emissies.

^b Doordat slijtage-emissies bestaan uit stofdeeltjes die gemiddeld een grotere diameter hebben dan fijnstof-emissies uit de uitlaat, zijn de gezondheidseffecten van eerstgenoemde emissies kleiner (deze deeltjes dringen minder diep door in de longen). De milieuprijs voor slijtage-emissies is daarom ook lager dan voor fijnstof-emissies uit de uitlaat.

De berekende maatschappelijke kosten per reizigerskilometers zijn voor de verschillende voertuigttypen weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 - Maatschappelijke kosten luchtvervuilende emissies per reizigerskilometer (€-cent/rkm)

Emissie	Benzine	OV	Elektrisch	Waterstof	Biogas	Blauwe diesel	Plug-in hybride
NO _x	0,04	0,85 (bus) 0 (trein)	0	0	0,09	0,32	0,03
PM (uitlaat)	0,03	0,12 (bus) 0 (trein)	0	0	0,03	0,01	0,02
PM (slijtage)	0,005	0,005 (bus) 0,011 (trein)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

De totale maatschappelijke kosten van de luchtvervuilende emissies van het vervoer door het bestuur van het waterschap worden gepresenteerd in Tabel 9. De kosten zijn het hoogst in de blauwedieselvariant, vooral als gevolg van de relatief hoge uitstoot van NO_x-emissies in deze variant. Ook in de biogas varianten liggen de totale maatschappelijke kosten van luchtvervuilende emissies hoger dan in de referentievariant, terwijl in de overige varianten de maatschappelijke kosten afnemen ten opzichte van de referentievariant.

Tabel 9 - Totale jaarlijkse maatschappelijke kosten luchtvervuilende emissies vervoer van het bestuur waterschap (€)

Emissie	Referentie	OV	Elektrisch	Waterstof	Biogas pool	Biogas lease	Blauwe diesel	Plug-in hybride
NO _x	39	42	0	24	58	90	312	24
PM (uitlaat)	23	15	0	15	25	26	13	19
PM (slijtage)	6	9	5	6	6	5	5	5
Totaal	69	66	5	45	89	121	330	48

2.5 Primair energieverbruik

Het primaire energieverbruik (het energieverbruik over de gehele keten) van de verschillende varianten is weergegeven in Tabel 10. Het gaat hierbij om het energieverbruik uit biomassa of fossiele bronnen¹³. Het hoogste primaire energieverbruik wordt gevonden voor de waterstof- en biogasauto. De productie van deze brandstoffen zijn zeer energie-intensief, wat leidt tot een hoog energieverbruik over de keten. Bij de elektrische auto ligt het primaire energieverbruik daarentegen significant lager dan in de referentievariant, wat vooral te danken is aan de hogere efficiëntie van de elektromotor in vergelijking met de verbrandingsmotor.

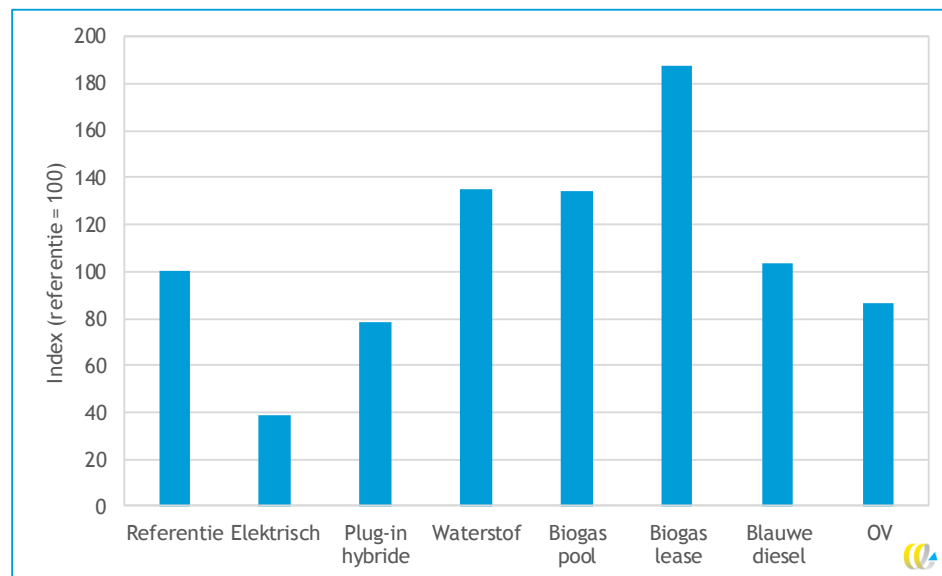
Tabel 10 - Primair energieverbruik uit biomassa of fossiele bronnen (in MJ/reizigerskilometer)

	Referentie	OV	Elektrisch	Waterstof	Biogas	Blauwe diesel	Plug-in hybride
MJ/rkm	2.6	1.9 (bus) 1.5 (trein)	1.0	4.8	4.7	2.6	2.0

Figuur 5 presenteert het totale primaire energieverbruik in de verschillende varianten afgezet tegen de referentievariant. Het hoogste primaire energieverbruik vindt plaats in de biogas leasevariant, gevolgd door de biogas pool en waterstofvariant. Zoals we eerder al zagen vereisen waterstof- en biogasproductie veel energie, wat leidt tot dit hoge energieverbruik. Het laagste primaire energieverbruik wordt gerealiseerd in de elektrische variant.

¹³ Voor elektriciteit opgewekt met behulp van wind, zon of waterkracht is aangenomen dat er een oneindige hoeveelheid energie beschikbaar is en dat het primaire energieverbruik dus op 0 gezet kan worden. Op deze manier wordt een eerlijkere vergelijking van de varianten met betrekking tot het verbruik van schaarse fossiele en biomassa energiebronnen verkregen.

Figuur 5 - Totaal primair energieverbruik in de verschillende varianten afgezet tegen de referentievariant (=100)



2.6 Overige milieu en sociale effecten

Naast het effect op CO₂-emissies, luchtvervuilende emissies en primair energieverbruik is ook onderzocht of de varianten leiden tot andere milieu- of sociale effecten. De belangrijkste resultaten van deze analyse zijn:

- *Verbruik schaarse olievoorraden:* fossiele brandstoffen zijn schaarse grondstoffen en het verbruik daarvan kan opgevat worden als kapitaal dat ‘verloren’ gaat (Stratelligence, 2014). Vooral in de referentievariant treedt dit op, maar ook in de OV-variant worden fossiele brandstoffen gebruikt (vooral door de bus). Ook in de plug-in hybride-variant worden fossiele brandstoffen gebruikt.
- *Verbruik schaarse grondstoffen voertuigproductie:* voor de productie van accu’s voor elektrische en plug-in hybrideauto’s zijn schaarse grondstoffen nodig (lithium, kobalt). Ook voor de productie van waterstof zijn schaarse metalen als platina en kobalt nodig als katalysator. In hoeverre de beschikbaarheid van deze grondstoffen knellend wordt voor de productie van accu’s (en daarmee voor de marktpenetratie van elektrische en plug-in hybrideauto’s) is nog zeer onzeker. Er zijn onderzoeken (o.a. (Miedema, 2019)) die concluderen dat met de huidige voorraden lithium slechts een beperkt deel van het van het wagenpark in de EU kan overschakelen naar elektrisch. Andere onderzoeken (o.a. (Stratelligence, 2014) (JRC & Oko-Instituut, 2016)) wijzen er daarentegen op dat bij een tekort aan grondstoffen zoals lithium, recycling van deze grondstoffen op groter schaal zal worden ingezet (met een beperkte kostenstijging als gevolg), de schaarse metalen efficiënter worden ingezet of dat deze grondstoffen zelfs volledig worden uitgefaseerd. Zo hebben de Tesla S en de Renault Zoe momenteel bijvoorbeeld al een accu waarin geen schaarse metalen worden gebruikt (JRC & Oko-Instituut, 2016). Nader onderzoek op dit onderwerp is echter nodig om definitieve uitspraken te kunnen doen over het probleem van schaarse metalen voor de productie van elektrische auto’s.
- *Schaarste duurzame biomassa:* verschillende vormen van biomassa kunnen gebruikt worden voor de productie van biogas of biodiesel. De duurzaamheid van deze vormen van biomassa verschillen echter sterk. Biomassa uit voedselgewassen leidt bijvoorbeeld tot concurrentie met voedselproductie en extra ruimtegebruik, wat vervolgens kan leiden tot het verlies van biodiversiteit. Bij blauwe diesel en biogas afkomstig uit afval

en reststromen spelen deze negatieve maatschappelijke effecten niet en is er sprake van duurzame biobrandstoffen. Echter, deze vorm van biomassa is slechts beperkt beschikbaar en daarmee dus ook de hoeveelheid duurzame biobrandstoffen en biogas dat kan worden geproduceerd. In de Brandstofvisie uit het SER Energieakkoord is daarom vastgelegd dat biobrandstoffen vooral gereserveerd moeten blijven voor het lange afstandstransport zoals de lucht- en de scheepvaart (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014). Zeker op de langere termijn is de beschikbaarheid van biogas en blauwe diesel voor personenauto's dus beperkt.

- *Energieleveringszekerheid*: de varianten waarin gebruik gemaakt wordt van fossiele energie (vooral de referentievariant, maar in mindere mate ook de OV- en plug-in hybride-variant) verhogen de risico's in het kader van energieleveringszekerheid (Stratelligence, 2014). Omdat fossiele brandstoffen geïmporteerd worden leiden deze varianten tot een grotere importafhankelijkheid van Nederland en daarmee tot een lagere energieleveringszekerheid. Bij de overige varianten kan de benodigde energie verkregen worden uit bronnen die Nederland zelf bezit of die beschikbaar zijn uit politiek stabielere landen.
- *Milieuverontreiniging winning grondstoffen*: bij de winning van grondstoffen voor de productie van accu's (lithium, kobalt) of de productie van waterstof (platina, kobalt) levert milieuvervuiling op (Stratelligence, 2014). Ook bij de winning van olie is er sprake van milieuvervuiling, bijvoorbeeld in de vorm van risico's op olierampen.
- *Risico op slechte arbeidsomstandigheden winning grondstoffen*: de winning van grondstoffen voor accu's (lithium, kobalt) en de productie van waterstof (platina, kobalt) kunnen samengaan met ernstige risico's voor de arbeidsomstandigheden in landen zoals DR Congo (Miedema, 2019; Stratelligence, 2014).
- *Verkeersveiligheid*: de OV-variant scoort positief op het vlak van verkeersveiligheid, met name omdat de ongevalsrisico's per kilometer bij de trein veel lager liggen dan bij de personenauto (CE Delft ; Vrije Universiteit Amsterdam, 2014). De overige varianten scoren op dit punt vergelijkbaar met de referentievariant.
- *Files*: in de OV-variant zal de bijdrage aan de filevorming (beperkt) afnemen, aangezien het aantal voertuigen op de weg (licht) afneemt. De overige varianten scoren op dit punt vergelijkbaar met de referentievariant.

2.7 Zichtbaarheid waterschap

De verschillende varianten zijn tenslotte ook beoordeeld op de indicator 'zichtbaarheid waterschap', waarbij er bekeken wordt in hoeverre de varianten bijdragen aan innovaties, imago van het waterschap en waterbewustzijn van de inwoners van Flevoland.

De beoordeling van de varianten op deze indicator is uitgevoerd op basis van input van de betrokken medewerkers van het waterschap.

De resultaten van deze analyse per variant zijn:

- *Referentievariant*: duurzaam rijden wordt steeds meer een issue. Als het waterschap enerzijds het klimaat en duurzaamheid belangrijk vindt, maar daar qua mobiliteit geen invulling aan geeft, dan wordt dit in toenemende mate een risico op negatieve publiciteit. Het werkt tevens contraproductief op het vergroten van het waterbewustzijn. Tot slot zal het duidelijk zijn dat er geen sprake is van een bijdrage aan innovatie door fossiel te blijven rijden.
- *Openbaar vervoer*: zo veel mogelijk reizen is goed voor het image van het waterschap. Het laat zien dat bestuursleden moeite doen om hun mobiliteit duurzaam in te vullen, ook al leidt dat tot minder reisgemak/flexibiliteit. Deze aandacht voor duurzaamheid draagt ook enigszins bij aan het waterbewustzijn. Er wordt geen bijdrage aan innovatie verwacht voor deze variant.

- *Elektrisch rijden*: overstappen op elektrische leaseauto's voor het bestuur is positief voor het imago, omdat het uiting geeft aan het belang dat het waterschap hecht aan klimaat/duurzaamheid. Dit is ook goed voor het waterbewustzijn. Gezien de beperkte bijdrage in een reeds omvangrijk elektrisch autoaanbod is er geen sprake van een significante bijdrage aan innovatie als launching customer.
- *Waterstofauto*: het duurzame karakter van waterstofauto's, zeker wanneer de waterstof wordt opgewekt met duurzame energie, is positief voor het imago van het waterschap. Zeker als er kan worden aangesloten bij de eigen opwekking van energie door het waterschap met zonnecellen en windmolens. Wel zijn waterstofauto's momenteel nog duur (zie Paragraaf 3.3), wat mogelijk om uitleg vraagt. Al met al heeft deze variant positieve effecten op zowel innovatie, imago en waterbewustzijn.
- *Biogasauto*: het duurzame karakter van biogas is goed voor het imago van het waterschap en het leidt tot meer waterbewustzijn. Deze brandstof sluit goed aan op de eigen opwekking van biogas door het waterschap. Hoe nauwer de aansluiting op het eigen biogas (idealiter door het eigen biogas te gebruiken voor de auto's van de bestuurders), hoe vernieuwender en duurzaam het is. Het is een mooi visitekaartje voor de kerntaak van het waterschap. Deze variant heeft positieve effecten op zowel innovatie, imago en waterbewustzijn.
- *Blauwe dieselauto's*: overstappen op blauwe dieselauto's is, vanwege de positieve bijdrage aan het klimaat van deze overstap, goed voor het imago van het waterschap. Ook kan dit enigszins bijdragen aan waterbewustzijn. De overstap kan ook een stimulerende invloed hebben op het regionale initiatief (in Friesland en het westelijk deel van Overijssel) voor het aanbieden van blauwe diesel via een aantal openbare tankstations. Dit leidt tot een positief innovatie-effect.
- *Plug-in hybrideauto's*: het duurzame imago van plug-in hybrideauto's heeft de afgelopen jaren enkele deuken opgelopen, vooral doordat uit onderzoeken blijkt dat deze auto's minder elektrisch gebruikt worden dan mogelijk. Hierdoor, en vanwege het feit dat deze auto's de laatste jaren al op grote schaal het (lease)park zijn ingestroomd, is de bijdrage van deze variant aan het imago van het waterschap waarschijnlijk beperkt. Gezien de beperkte bijdrage in een reeds omvangrijke hybride autoaanbod is er geen sprake van een bijdrage aan innovatie als launching customer. Deze variant leidt dus niet tot een significante bijdrage aan het imago, het waterbewustzijn en innovatie.

2.8 Samenvatting value case

Een samenvatting van de resultaten van de value case-analyse zijn weergegeven in Tabel 11. De toelichting op deze resultaten kan worden gevonden in de bovenstaande paragrafen.

Tabel 11 - Overzichtstabel value case-analyse

Indicatoren	Benzineauto (referentie)	Openbaar vervoer	Elektrische auto	Waterstofauto	Biogasauto (pool/lease)	Blauwe diesel	Plug-in hybride (benzine)
Taakuitoefening/ primaire taak	– Geen belemmeringen	– Gemiddeld langere reistijd – Reistijd kan gedeeltelijk nuttig worden besteed	–Beperkingen actieradius –Laadtijd	– Tanken kan op zeer beperkt aantal locaties – Beperkt aanbod van voertuigen	– Tanken op beperkter aantal locaties, maar voldoende mogelijkheden in de regio	– Tanken kan op beperkt aantal locaties	– Geen belemmeringen
Praktijk CO ₂ -emissies (g/rkm ^a)	– TTW ^b : 166 – WTT ^c : 36	Bus: – TTW: 113 – WTT: 27 Trein: – TTW: 0 – WTT: 31	– TTW: 0 – WTT: 65	– TTW: 0 – WTT: 127 (grijs, uit aardgas), 8 (groen, uit hernieuwbare bronnen)	– TTW: 0 – WTT: 70 (gemiddeld), -54 (uit RWZI slib)	– TTW: 0 – WTT: 18	– TTW: 99 – WTT: 48
Praktijk luchtvervuilende emissies (g/rkm ^a)	– NO _x : 0,021 – PM _{uitlaat} : 0,002 – PM _{slijtage} : 0,009	Bus: – NO _x : 0,45 – PM _{uitlaat} : 0,009 – PM _{slijtage} : 0,009 Trein: – NO _x : 0 – PM _{uitlaat} : 0 – PM _{slijtage} : 0,018	– NO _x : 0 – PM _{uitlaat} : 0 – PM _{slijtage} : 0,009	– NO _x : 0 – PM _{uitlaat} : 0 – PM _{slijtage} : 0,009	– NO _x : 0,049 – PM _{uitlaat} : 0,002 – PM _{slijtage} : 0,009	– NO _x : 0,17 – PM _{uitlaat} : 0,001 – PM _{slijtage} : 0,009	– NO _x : 0,013 – PM _{uitlaat} : 0,0015 – PM _{slijtage} : 0,009
Primair energie-verbruik uit biomassa en fossiele bronnen (MJ/rkm)	– 2.6	Bus: – 1.9 Trein: – 1.5	– 1.0	– 4.8	– 4.7	– 2.6	– 2.0

Indicatoren	Benzineauto (referentie)	Openbaar vervoer	Elektrische auto	Waterstofauto	Biogasauto (pool/lease)	Blauwe diesel	Plug-in hybride (benzine)
Overige milieu- en sociale effecten	<ul style="list-style-type: none"> – Verbruik olievoorraden – Energievoorzieningszekerheid – Kans op olieramp 	<ul style="list-style-type: none"> – Beperkter verbruik olievoorraden – Beperktere invloed energievoorzieningszekerheid – Kans op olieramp – Betere verkeersveiligheid – Minder bijdrage aan filevorming. 	<ul style="list-style-type: none"> – Schaarste grondstoffen accu: kobalt, lithium. – Milieuvuiling bij winning kobalt, lithium – Beperkte sociale risico's arbeidsomstandigheden winning grondstoffen 	<ul style="list-style-type: none"> – Schaarste grondstoffen-productie waterstof: platina, kobalt. – Milieuvuiling bij winning kobalt. 	<ul style="list-style-type: none"> – Beperkt aanbod van (duurzame) grondstoffen) 	<ul style="list-style-type: none"> – Beperkt aanbod van (duurzame) grondstoffen) 	<ul style="list-style-type: none"> – Zie effecten bij benzineauto en elektrische auto.
Zichtbaarheid waterschap (imago, innovatie, waterbewustzijn)	Steeds slechter voor imago, geen bijdrage innovatie of negatief voor waterbewustzijn	Geen bijdrage aan innovatie, positief voor imago (duurzaam en verantwoord)	Bijdrage aan waterbewustzijn en imago. Geen bijdrage aan innovatie	Goede bijdrage aan innovatie, imago en waterbewustzijn	Bijdrage aan innovatie, imago en waterbewustzijn	Goede bijdrage aan innovatie, imago en waterbewustzijn	Geen duidelijke bijdrage aan imago, innovatie of waterbewustzijn

^a rkm = reizigerskilometer; voor de personenauto is aangenomen dat er 1 persoon in het voertuig zit. Voor de bus en trein zijn Nederlandse gemiddelden aangenomen voor de bezettingsgraad.

^b TTW = Tank-to-Wheel-emissies.

^c WTT = Well-to-Tank-emissies.

3 Businesscase

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk presenteren we de resultaten van de businesscase-analyse. Daarbij presenteren we in Paragraaf 3.2 allereerst de uitgangspunten voor de kostenberekeningen zoals we die in dit hoofdstuk uitvoeren. Vervolgens presenteren we in Paragraaf 3.3 de kosten (per kilometer) voor de verschillende voertuigtypen die we in dit onderzoek onderscheiden voor een gemiddelde situatie (onder andere gemiddeld jaarkilometrage). Deze gemiddelde kostencijfers gebruiken we in Paragraaf 3.4 om de kosten voor de specifieke varianten voor het vervoer van het bestuur van het waterschap te bepalen.

3.2 Uitgangspunten voor kostenberekeningen

In dit hoofdstuk worden twee type kostenberekeningen uitgevoerd (algemene kostenvergelijking voor de verschillende voertuigtypen en een businesscase-berekening voor de verschillende varianten voor het vervoer van het bestuur van het waterschap). Voor een deel zijn deze kostenberekeningen gebaseerd op dezelfde uitgangspunten, maar er zijn ook enkele verschillen. In het vervolg van deze paragraaf presenteren we allereerst de algemene uitgangspunten (die gelden voor beide kostenberekeningen), om vervolgens in te gaan op de specifieke uitgangspunten voor de beide kostenberekeningen.

Algemene uitgangspunten

De volgende algemene uitgangspunten voor de kostenberekeningen kunnen worden onderscheiden:

- Het basisjaar voor de berekeningen is 2018. Dit betekent onder andere dat er wordt gerekend met de voertuigprijzen en de brandstofprijzen zoals die golden in 2018. Ook de belastingtarieven (BPM, MRB, bijtelling, brandstofaccijns) zoals de van kracht waren in 2018 zijn meegenomen in de berekeningen. Dit betekent ook dat de fiscale kortingen voor elektrische en waterstofauto's worden meegenomen¹⁴.
- De volgende kosten worden meegenomen in de berekeningen: aanschafkosten voertuig (incl. belastingen), brandstofkosten (incl. belastingen), onderhoudskosten, verzekeringskosten, overige belastingen (MRB). Daarnaast wordt voor de elektrische auto en de plug-in hybrideauto rekening gehouden met de kosten van een laadpaal (€ 1.460, afgeschreven over een periode van 4 jaar¹⁵).
- Voor privéauto's is aangenomen dat die gemiddeld 4 jaar oud zijn. Dit betekent ook dat een deel (40%) van de aanschafkosten (incl. aanschafbelasting) reeds zijn afgeschreven voor deze auto's. Voor de lease- en poolauto's wordt in de berekeningen uitgegaan van nieuwe auto's.

¹⁴ Hierbij gaat het om een vrijstelling van de BPM en MRB en een korting op de bijtelling voor elektrische en waterstofauto's. Als deze fiscale voordelen worden afgebouwd of afgeschaft dan nemen de kosten voor deze auto's uiteraard toe. Zo nemen de jaarlijkse kosten voor een elektrische auto bijvoorbeeld met ca.6% toe (als de vrijstelling op de MRB voor elektrische auto's wordt afgeschaft. Echter, de huidige inzichten (zie bijvoorbeeld het Ontwerp Klimaatakkoord) laten zien dat deze fiscale stimulering voor deze auto's minimaal de komende vier jaar blijft bestaan

¹⁵ Deze afschrijvingsperiode is gelijk aan de bestuursperiode bij het waterschap.

- Voor alle auto's (lease-, pool- en privéauto's) wordt aangenomen dat de BTW op de aanschafkosten niet kan worden teruggevraagd van de Belastingdienst.
- Voor de lease- (en pool-)auto's wordt geen rekening gehouden met de winstmarge van leasemaatschappijen. Data over deze winstmarges ontbreekt en de winstmarge fluctueert ook tussen klanten (bijv. afhankelijk van de hoeveel auto's er worden afgenomen).

Specifieke uitgangspunten kosten voertuigen per kilometer

In aanvulling op de algemene uitgangspunten zijn voor de berekening van de kosten per voertuigkilometer de volgende uitgangspunten vastgesteld:

- Eindgebruikerskosten zijn bepaald, wat betekent dat alle kosten van het bezit en gebruik van het voertuig zijn meegenomen. Geen toedeling van kosten aan verschillende partijen (bijvoorbeeld het waterschap en de bestuurders) is gemaakt.
- Er wordt gerekend met één gemiddeld jaarkilometrage, namelijk 25.000 kilometer.
- Er wordt geen rekening gehouden met bijtellingskosten, aangezien dit geen specifieke voertuigkosten zijn (maar een belasting over een verkapte vorm van loon).
- De eigen bijdrage voor het privégebruik van leaseauto's (dat door de leaserijder betaald moet worden aan het waterschap) wordt niet meegenomen in de berekening, omdat het hier niet gaat om additionele voertuigkosten maar om een herverdeling van kosten (tussen leaseautobezitter en het waterschap).

Specifieke uitgangspunten businesscase-berekeningen

In aanvulling op de algemene uitgangspunten zijn de volgende specifieke uitgangspunten voor de businesscase-berekeningen vastgesteld:

- De kosten worden bepaald voor de specifieke samenstelling van de varianten. Dit betekent dat er rekening wordt gehouden met de mix van auto's die gebruikt worden in de verschillende varianten. Ook houden we rekening met de specifieke jaarkilometrages zoals die voor de varianten zijn bepaald (zie Bijlage A).
- Bij de kostenberekeningen houden we ook rekening met de kosten die samenhangen met het privégebruik van de auto's (zowel voor privéauto's als leaseauto's). Dit doen we om een eerlijke vergelijking van de kosten te kunnen maken tussen de verschillende varianten (zie ook Bijlage A). De kosten voor het privégebruik van de auto liggen volledig bij de bestuurders (zie ook het volgende punt).
- Evenals voor de berekening van de kosten per kilometer voor de verschillende voertuigen bepalen we in de businesscase-berekeningen de eindgebruikerskosten. We maken nu echter wel onderscheid tussen de kosten die terecht komen bij het waterschap en kosten die voor rekening komen van de bestuurders. Dit betekent dat voor de varianten waarin een leaseauto wordt aangeboden aan de bestuurders er ook rekening wordt gehouden met de bijtelling en de eigen bijdrage die de bestuurders voor het privégebruik van de leaseauto dient te betalen aan het waterschap¹⁶. Ook houden we rekening met de vergoeding die door het waterschap wordt verstrekt aan bestuurders voor het gebruik van de eigen auto (€ 0,19 per kilometer) of het OV (vergoeding alle kosten) voor zakelijke, bestuurlijke of woon-werkkilometers.

¹⁶ Op basis van de notitie 'Introductie Rechtspositiebesluit decentrale politieke ambtsdragers' is daarvoor aangenomen dat de eigen bijdrage gelijk is aan het deel van de totale kosten van het voertuig (incl. de afschrijvingskosten van de laadpaal bij elektrische en plug-in hybride leaseauto's) dat toegedeeld kan worden aan de gemaakte privékilometers. Dit aandeel wordt bepaald op basis van het deel dat de privékilometers vormen in het totale jaarkilometrage.

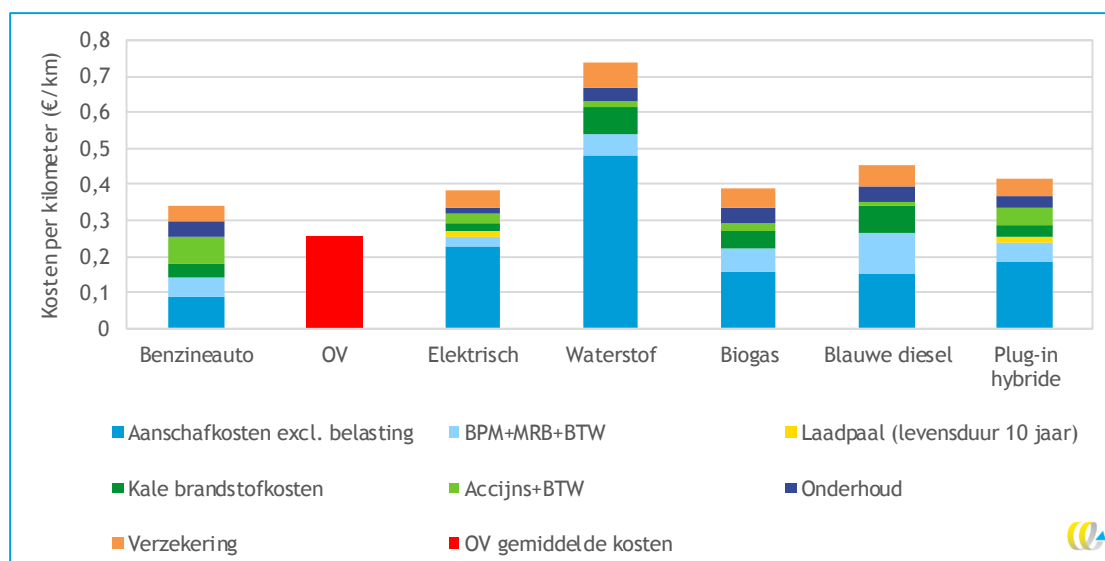
- In de leaseauto-varianten wordt er vanuit gegaan dat de bestuurders een privéauto wegdoen (en voor privéritten gebruik gaat maken van de leaseauto).

3.3 Kosten voertuigen per reizigerskilometer

Om een beeld te schetsen van hoe de kosten van de verschillende typen personenauto's (en het OV) zich tot elkaar verhouden, presenteren we in Figuur 6 de kosten per kilometer bij een vast jaarkilometrage van 25.000 kilometer¹⁷. Voor de elektrische en plug-in hybrideauto is daarbij rekening gehouden met de realisatie van een laadpaal, terwijl voor de overige autotypen wordt aangenomen dat ze gebruik maken van openbare tankstations (en er dus niet hoeft te worden geïnvesteerd in tankinfrastructuur).

De kosten per kilometer zijn het hoogst voor de waterstofauto's, wat vooral het gevolg is van de hoge aanschafkosten van deze auto's. Ook voor de elektrische auto zijn de aanschafkosten fors hoger dan voor een conventionele benzineauto, maar door de verschillende fiscale stimuleringsmaatregelen (korting op de BPM en MRB) en lagere brandstofkosten en -belastingen, liggen de kosten per kilometer voor deze auto maar beperkt hoger dan die van een benzineauto. Ook de kosten per kilometer voor de biogas-, blauwe diesel- en plug-in hybrideauto's liggen (beperkt) hoger dan die van een conventionele benzineauto, wat vooral wordt veroorzaakt door de hogere aanschafkosten van deze auto's. Bij biogas en blauwe diesel dragen ook de hogere brandstofkosten bij aan de hogere kosten per kilometer. Tot slot, de gemiddelde kosten voor het OV liggen met € 0,25 per kilometer beneden de kosten van de benzineauto.

Figuur 6 - Kosten per kilometer voor de verschillende typen voertuigen



Noot: In lijn met de definiëring met de varianten is voor de benzineauto uitgegaan van een privéauto, terwijl voor de overige auto's is uitgegaan van een lease/poolvariant.

Bronnen: Berekening CE Delft o.b.v. COSTREAM (2019), marktdata.

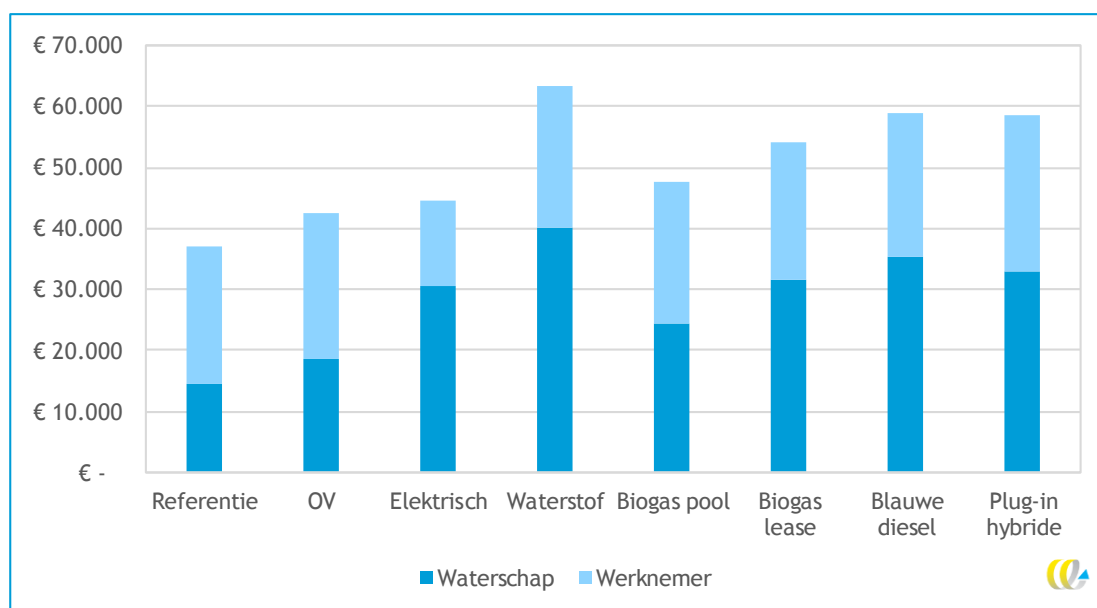
¹⁷ De hoogte van het jaarkilometrage is uiteraard van invloed op de hoogte van de kosten per kilometer, omdat de vaste kosten (bijv. aanschafkosten) bij een hoger jaarkilometrage over een groter aantal autokilometers afgeschreven kunnen worden waardoor de kosten per kilometer lager worden. Vooral bij auto's met hoge vaste kosten (zoals bijvoorbeeld elektrische auto's) heeft de aanname van het jaarkilometrage een sterke invloed op de kosten per kilometer.

3.4 Businesscase voor de verschillende varianten

De totale kosten voor het waterschap en de bestuurders van de verschillende varianten zijn weergegeven in Figuur 7. In deze kosten zijn ook alle kosten van de privékilometers gereden door de bestuurders opgenomen.

In alle varianten nemen de totale kosten van het vervoer van de bestuursleden toe ten opzichte van de referentievariant. De grootste stijging wordt verwacht voor de waterstof-variant (met een totale kostenstijging van meer dan € 20.000), wat te maken heeft met de zeer hoge aanschafkosten van deze voertuigen. Ook in de verschillende leasevarianten nemen de kosten toe, wat het gevolg is van het ter beschikking stellen van leaseauto's met hogere total cost of ownership dan de benzineauto die wordt gebruikt in de referentievariant. De kosten van de elektrische variant, waarin er ook leaseauto's worden verstrekt aan de bestuurders, zijn aanzienlijk lager, wat vooral te maken heeft met de fiscale stimuleringsmaatregelen voor deze voertuigen (lage bijtelling voor de bestuurder, lage BPM en MRB voor het waterschap). Tot slot, in de OV-variant stijgen de kosten met ca. € 5.000 ten opzichte van de referentievariant¹⁸.

Figuur 7 - Jaarlijkse kosten voor het waterschap en de bestuurders in de verschillende varianten (incl. kosten privégebruik auto's)



Een nadere uitsplitsing van de kosten voor het waterschap en de bestuurders is weergegeven in Tabel 12. Voor het waterschap bestaan deze kosten (afhankelijk van de variant) uit de kosten van de leaseauto of de poolauto, eventueel aangevuld met de reiskostenvergoeding die dient te worden verstrekt aan bestuurders als ze voor werkdoeleinden gebruik maken van de eigen auto of het OV. Op deze kosten dient in de varianten met een leaseauto de eigen bijdrage die bestuurders betalen voor het privégebruik van de leaseauto in mindering te worden gebracht.

¹⁸ Zoals ook duidelijk wordt uit Tabel 12 bestaan de kosten voor de werknemer in de OV-variant volledig uit de kosten van de eigen auto, die in deze variant wordt gebruikt voor privékilometers en 20% van de zakelijke, bestuurlijke en woon-werkkilometers.

Voor de bestuurders bestaan de kosten in de varianten met een leaseauto uit de bijtelling en de eigen bijdrage die aan het waterschap betaald moet worden voor het privégebruik van de leaseauto. In de overige varianten bestaan de kosten voor de bestuurders uit de kosten van het gebruik van de eigen auto minus de reiskostenvergoeding die men ontvangt voor het gebruik van de eigen auto voor zakelijke motieven (€ 0,19 per kilometer).

Tabel 12 - Totale jaarlijkse kosten (€) voor het waterschap en de bestuurders in de verschillende varianten (incl. kosten privégebruik auto's)

	Referentie	OV	Elektrisch	Waterstof	Biogas pool	Biogas lease	Blauwe diesel	Plug-in hybride
Waterschap								
Kosten leaseauto			44.484			45.544	51.403	47.483
Eigen bijdrage bestuurder leaseauto			- 13.756			-14.084	-15.896	-14.683
Kosten poolauto				33.771	17.987			
Reiskosten-vergoedingen	14.347	18.712		6.392	6.392			
Totaal	14.347	18.712	30.728	40.163	24.378	31.460	35.508	32.799
Bestuurders^a								
Kosten eigen auto	32.656	26.347		27.980	27.980			
Reiskosten-vergoeding gebruik eigen auto	-10.012	-2.655		-4.568	-4.658			
Bijtelling			0 ^b			8.623	7.392	11.182
Eigen bijdrage gebruik leaseauto			13.756			14.084	15.896	14.683
Totaal	22.644	23.691	13.756	23.322	23.322	22.707	23.287	25.866
Totale kosten								
Totaal	36.991	42.404	44.484	63.485	47.700	54.167	58.795	58.665

^a Het gaat hierbij om de kosten voor de vijf bestuurders samen.

^b De netto bijtelling is gelijk aan de bruto bijtelling minus de eigen bijdrage betaald door de werknemer voor het privégebruik van de leaseauto. Bij de elektrische leaseauto is de eigen bijdrage hoger dan de bruto bijtelling, waardoor er per saldo geen bijtelling meer hoeft te worden betaald.

Wanneer we kijken naar de verdeling van de kosten over het waterschap en de bestuurders (zie Tabel 12), dan zien we dat vooral het waterschap wordt geconfronteerd met hogere kosten. Voor de bestuurders blijven de kosten in alle varianten nagenoeg gelijk. Belangrijke uitzondering daarbij is de variant waarin de bestuurders een elektrische leaseauto krijgen toegewezen. In deze variant profiteren de bestuurders van de lage bijtelling (4% in plaats van 22%) die momenteel voor deze auto's geldt.

4 Conclusies

In deze rapportage hebben we een value case- en een businesscase-analyse uitgevoerd van verschillende varianten van vervoer voor het dagelijks bestuur van het Waterschap Zuiderzeeland. De belangrijkste bevindingen van deze analyses zijn samengevat in Tabel 13. De resultaten op de indicatoren ‘taakuitvoering’, ‘primaire energieverbruik’, ‘overige milieu- en sociale effecten’ en ‘zichtbaarheid waterschap’ zijn daarbij weergegeven op een kwalitatieve schaal, die loopt van dubbel - tot dubbel +. Bij de indicator ‘primaire energieverbruik’ vormen de kwalitatieve scores een vertaling van de kwantitatieve resultaten over het primaire energieverbruik. Bij de andere drie indicatoren zijn de scores bepaald door middel van een expertinschatting, gebaseerd op de analyses zoals die in Hoofdstuk 2 zijn gepresenteerd.

Tabel 13 - Samenvatting belangrijkste resultaten value case- en businesscase-analyse

	Referentie	OV	Elektrisch	Waterstof	Biogas pool	Biogas lease	Blauwe diesel	Plug-in hybride
Jaarlijkse kosten (€)	36.991	42.404	44.484	63.485	47.700	54.167	58.795	58.665
Maatschappelijke kosten CO ₂ -emissies (€)	1.716	1.108	698	1.582	1.372	649	175	1.591
Maatschappelijke kosten luchtvervuilende emissies (€)	69	66	5	45	89	121	330	48
Taakuitvoering	++	+	0	--	-	0	--	++
Primair energieverbruik	0	+	++	-	-	--	0	+
Overige milieu- en sociale effecten	-	+	0	+	0	0	0	-
Zichtbaarheid waterschap	--	0	+	++	++	++	+	-

Op basis van de resultaten zoals weergegeven in Tabel 13 kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De meest kansrijke opties voor het waterschap om het vervoer van het bestuur te verduurzamen lijken de OV-variant en de elektrische variant. Deze varianten leiden tot een significante duurzaamheidswinst tegen kosten die beperkt hoger liggen dan in de huidige situatie. Beide varianten lijken ook te voldoen aan de eisen die worden gesteld vanuit taakuitoefening, hoewel ze op sommige punten minder flexibiliteit bieden dan de huidige situatie.
- Een alternatief voor de OV- en elektrische variant is de biogas leasevariant. Het gebruik van biogas sluit goed aan bij de kerntaak van het waterschap en draagt daarom sterk bij aan de zichtbaarheid van het waterschap. Ook qua CO₂-reductie scoort deze variant goed. Belangrijke nadelen van deze variant zijn de relatief hoge kosten en het feit dat er gebruik wordt gemaakt van het schaarse aanbod van duurzame biomassa.
- De waterstofvariant biedt voor de toekomst mogelijk een klimaatvriendelijke optie, maar is dat op korte termijn nog niet. Bovendien liggen de kosten voor deze variant erg

hoog en zijn er geen openbare tankstations aanwezig waar waterstof getankt kan worden.

- De blauwe dieselvariant is in algemene zin geen kansrijke optie, vooral omdat de mogelijkheden voor tanken van blauwe diesel in Flevoland beperkt zijn en de kosten hoog. Echter, voor bestuurders die een moderne dieselauto bezitten en die in de nabijheid van een tankstation wonen waar blauwe diesel getankt kan worden, kan het een oplossing zijn.
- Plug-in hybrideauto's bieden relatief weinig voordelen en brengen wel hoge kosten met zich mee.

5 Bibliografie

- CE Delft ; Vrije Universiteit Amsterdam, 2014. *Externe en infrastructuurkosten van verkeer: Een overzicht voor Nederland in 2010*, Delft: CE Delft.
- CE Delft , 2013. *Hoe duurzaam is biogas? : Evaluatie van biogasproductie en -gebruik vanuit ecologisch en economisch perspectief*, Delft: CE Delft.
- CE Delft; INFRAS; TRT; Ricardo, lopend. *Handbook on the external costs of transport : 2019 update*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2015a. *Emissiekentallen elektriciteit : Kentallen voor grijze en 'niet-geormerkte stroom' inclusief upstream-emissies*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2015b. *STREAM personenvervoer 2014 versie 1.1. : Studie naar TRansportEmissies van Alle Modaliteiten: emissiekentallen 2011*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2016. *Review energie- en CO2-kentallen NS, notitie*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2017. *Handboek Milieuprijzen 2017 : Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts*, Delft: CE Delft.
- COSTREAM, 2019. *Total Cost of Ownership model voor volledig elektrische en conventionele auto's : Laatste inzichten en ontwikkeling tot 2030*, Delft: CE Delft.
- JRC, 2014. *Well-to-Tank Report Version 4.a, JEC Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context*, Luxembourg: European Commission Joint Research Centre (JRC), Institute for Energy and Transport.
- JRC & Oko-Institut, 2016. *Substitution of critical raw materials in low-carbon technologies: lighting, wind turbines and electric vehicles*, Petten: sn
- Miedema, J. H., 2019. *Biomass or batteries : The role of three technological innovations in the energy transition*, Groningen: University of Groningen.
- Ministerie van Infrastrucuur en Milieu, 2014. *Een duurzame brandstofvisie met LEF : De belangrijkste uitkomsten uit het SER-visietraject naar een duurzame brandstoffenmix in Nederland*, Den Haag: Ministerie van Infrastrucuur en Milieu.
- Stratelligence, 2014. *Een duurzame brandstofvisie met LEF : Baten duurzame brandstoffenmix*, Leiden: Stratelligence.
- Task Force, 2018. *Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands*, Den Haag: Task Force on Transportation of the Dutch Pollutant Release and Transfer Register (CBS; PBL; TNO; RWS).
- TNO ; CE Delft, 2014. *Factsheets : Brandstoffen voor het wegverkeer. Kenmerken en perspectief*, Delft: TNO ; CE Delft.
- Warffemius, P., De Bruyn, M. & Van Hagen, M., 2016. *Een nieuwe kijk op de Value of Time!?* *Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 24 en 25 november 2016*. Zwolle: sn

A Totaal gereisde kilometers

In deze bijlage lichten we toe hoe de totale jaarlijkse kilometers die door de bestuurders van het Waterschap Zuiderzeeland worden gemaakt zijn bepaald. De kilometers voor de referentievariant zijn bepaald op basis van kilometerdata voor 2018 die we van het waterschap hebben ontvangen. In aanvulling daarop hebben we ook de kilometers geschat die de bestuurders met de auto maken voor privé doeleinden. Op basis van CBS-data schatten we in dat dit 6.000 kilometer per jaar is. Deze privékilometers worden in alle varianten meegenomen¹⁹.

De kilometerdata voor de referentie variant heeft gediend als input voor de bepaling van de kilometers in de overige varianten. Daarbij zijn de volgende aannames gemaakt:

- De verhouding bus/trein in het OV is voor elke variant (waar relevant) constant gehouden.
- Voor het OV is aangenomen dat de afstand 20% langer is dan wanneer dezelfde reis met de auto zou worden gemaakt (onder andere vanwege voor- en natransport).
- Voor poolauto's is aangenomen dat die voor 60% van de ritten ingezet kunnen worden. In sommige gevallen zal dit immers niet mogelijk zijn (geen poolauto beschikbaar omdat die door een andere bestuurder wordt gebruikt, bestuurder reist met eigen auto vanuit huis) en kiest de bestuurder voor de eigen auto of het OV.

De resulterende kilometers per voertuigcategorie is voor de verschillende varianten gepresenteerd in Tabel 14.

Tabel 14 - Jaarlijkse kilometers gereisd door de bestuurders van het Waterschap Zuiderzeeland (incl. privékilometers auto)

	Privéauto	Leaseauto	Poolauto	Auto totaal	Bus	Trein	OV totaal	Totaal
Referentie	82.695			82.695	776	16.406	17.182	99.877
OV	43.975			43.975	2.873	60.772	63.645	107.620
Elektrisch		97.013		97.013				97.013
Waterstof	54.514		36.771	91.286	310	6.562	6.873	98.158
Biogas pool	54.514		36.771	91.286	310	6.562	6.873	98.158
Biogas lease		97.013		97.013				97.013
Blauwediesel		97.013		97.013				97.013
Plug-in hybride		97.013		97.013				97.013

¹⁹ Hier is voor gekozen om een eerlijke vergelijking te kunnen maken tussen de verschillende varianten. In de varianten met een leaseauto, wordt de duurzame leaseauto namelijk ook voor privédoeleinden ingezet. Om het volledige effect van deze varianten in beeld te brengen is het dus nodig om ook de privékilometers mee te nemen. En dit betekent weer dat ook voor de andere varianten de privékilometers meegenomen moeten worden, om te voorkomen dat appels met peren vergeleken worden.

B Locaties tankstations alternatieve brandstoffen

Een overzicht van de locaties van huidige tankstations van alternatieve brandstoffen is weergegeven in Figuur 8.

Figuur 8 - Locaties openbare tankstations voor verschillende alternatieve brandstoffen

A. Waterstof



B. Blauwe diesel



C. Biogas

