



# De prijs van een vliegreis

Een onderzoek naar de kosten van en voor de luchtvaart in Nederland



*Committed to the Environment*

# De prijs van een vliegtreis

Een onderzoek naar de kosten van en voor de luchtvaart in Nederland

Dit rapport is geschreven door:  
Arno Schroten, Lisanne van Wijngaarden

Delft, CE Delft, november 2019

Publicatienummer: 19.190302.151

Luchtvaart / Personenvervoer / Tarieven / Prijsstelling / Kosten / Infrastructuur / Heffingen  
FT : Vervoerswijze / Vergelijking

Opdrachtgever: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://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

	Samenvatting	4
1	Inleiding	7
	1.1 Aanleiding	7
	1.2 Doelstelling	8
	1.3 Leeswijzer	8
2	Ontwikkeling belastingen en heffingen op luchtvaart	9
	2.1 Inleiding	9
	2.2 Methode	9
	2.3 Resultaten	13
3	Vergelijking vervoerswijzen op zes voorbeeldreizen	15
	3.1 Inleiding	15
	3.2 Overzicht externe en infrastructuurkosten en belastingen/heffingen	15
	3.3 Definiëring voorbeeldreizen	19
	3.4 Resultaten	22
4	Benchmark luchtvaart en spoorvervoer	33
	4.1 Inleiding	33
	4.2 Methode	33
	4.3 Benchmark luchthavens	35
	4.4 Benchmark spoorvervoer	37
5	Conclusies	41
	5.1 Inleiding	41
	5.2 Ontwikkeling belastingen en heffingen op de luchtvaart in Nederland	41
	5.3 Vergelijking van luchtvaart met andere vervoerswijzen voor specifieke voorbeeldreizen	41
	5.4 Benchmark luchtvaart en spoorvervoer	42
	Referenties	43
A	Toelichting externe en infrastructuurkosten	46
	A.1 Inleiding	46
	A.2 Algemene werkwijze	46
	A.3 Infrastructuurkosten	47
	A.4 Kosten van ongevallen	48
	A.5 Kosten van luchtvervuiling	49
	A.6 Klimaatkosten	50
	A.7 Kosten van geluid	50
	A.8 Kosten van emissies van brandstof- en elektriciteitsproductie	51
	A.9 Kosten van schade aan natuur en milieu	51





# Samenvatting

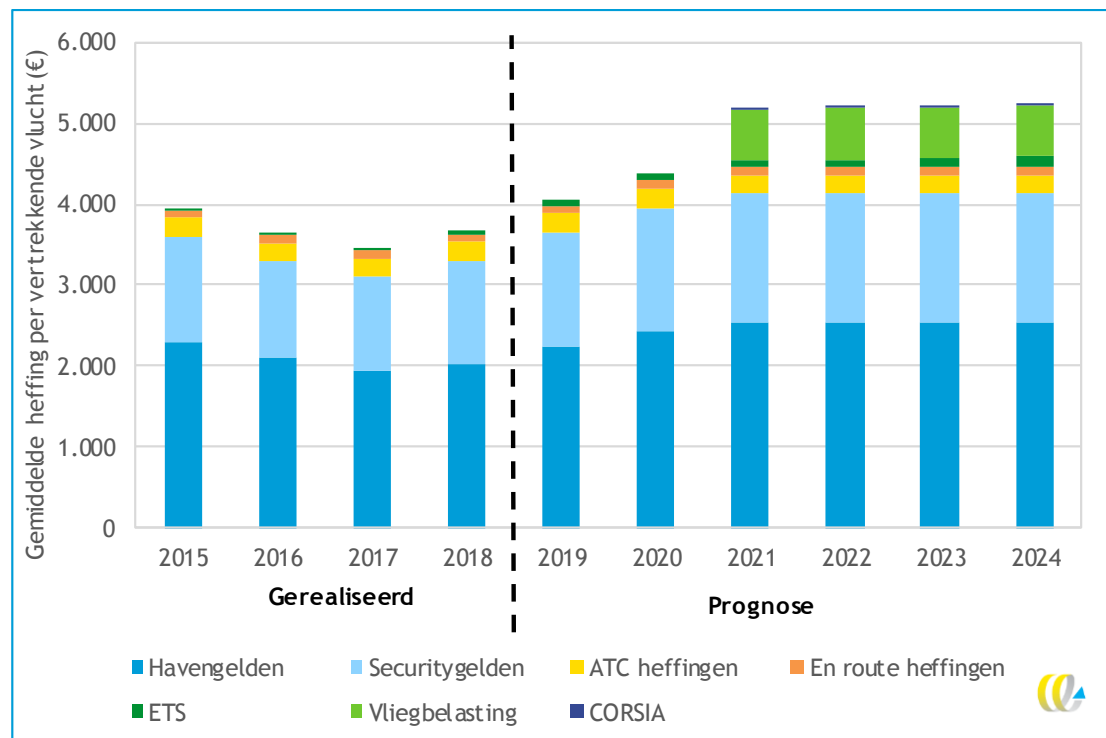
De Tweede Kamer wil graag meer inzicht in de kosten voor en van de luchtvaart in Nederland. Deze studie biedt dit inzicht via:

- Een overzicht van de (verwachte) ontwikkeling van luchtvaartbelastingen en -heffingen<sup>1</sup> in Nederland voor de periode 2015-2024.
- Een vergelijking van de externe kosten, infrastructuurkosten, belastingen en heffingen voor de luchtvaart, de trein, de auto en de bus voor zes voorbeeldreizen.
- Een benchmark van de externe kosten, infrastructuurkosten, belastingen en heffingen en de mate van internalisatie van de externe en infrastructuurkosten voor de luchtvaart (en het spoorvervoer) in Nederland met een aantal andere West-Europese landen.

## Ontwikkeling van luchtvaartbelastingen en -heffingen

Zoals duidelijk wordt uit Figuur 1 zijn de gemiddelde luchtvaartbelastingen- en heffingen in de periode 2015-2017 licht gedaald (ca. 13%), om daarna toe te nemen (in beide gevallen vooral door de ontwikkeling in de luchthaven- en securitygelden). Voor de komende jaren wordt een verdere stijging verwacht, doordat enerzijds de luchthavengelden verder zullen toenemen en anderzijds door de invoering van een vliegbelasting in Nederland in 2021. De totale kostendruk voor luchtvaartmaatschappijen vanuit belastingen en heffingen ligt hiermee in 2021 ca. 40% hoger dan in 2018 (en 31% hoger dan in 2015).

Figuur 1 - Ontwikkeling van de luchtvaartbelastingen en heffingen in Nederland



<sup>1</sup> Om de leesbaarheid te vergroten, vallen luchthavengelden en de kosten van deelname aan het EU ETS in deze studie onder de noemer 'belastingen en heffingen'. Beiden leiden niet tot rijksbelastingopbrengsten.

De luchthavengelden (incl. securitygelden) zijn verantwoordelijk voor het overgrote deel van de kostendruk op de luchtvaart vanuit belastingen en heffingen. De bijdrage van het EU ETS aan de totale kosten is beperkt, onder andere vanwege de lage ETS-prijs en omdat een deel van de rechten gratis wordt verstrekt aan luchtvaartmaatschappijen. De invoering van de vliegbelasting gaat in 2021 leiden tot een stijging van de belastingen en heffingen met ca. 14%, terwijl de kosten van deelname aan CORSIA (in ieder geval op de korte termijn) naar verwachting niet tot substantieel hogere kosten voor de luchtvaart gaat leiden.

### Vergelijking luchtvaart met andere vervoerswijzen

Voor verschillende voorbeeldreizen hebben we voor 2016 de verhouding in kaart gebracht tussen enerzijds de externe en infrastructuurkosten van de luchtvaart en anderzijds de belastingen en heffingen en vergeleken met de verhouding die geldt voor de auto, de trein en de bus (uitgedrukt in ratio's). Daarbij zijn twee perspectieven gehanteerd:

- Een vergelijking van alle externe en infrastructuurkosten met alle transportbelastingen en -heffingen (terug te vinden in de kolommen 'totaal' in Tabel 1); dit biedt inzicht in hoeverre er sprake is van het principe 'gebruiker/vervuiler betaalt'. De resultaten zijn terug te vinden in de kolommen 'totaal' in Tabel 1.
- Een vergelijking van de variabele externe en infrastructuurkosten met alle variabele transportbelastingen en heffingen, waarbij de kosten die niet samenhangen met het gebruik van de infrastructuur (zoals de aanlegkosten van infrastructuur) buiten beschouwing blijven. Dit perspectief is vooral interessant voor beleidsvorming waarbij geen aanleg van nieuwe infrastructuur is voorzien. De resultaten zijn terug te vinden in de kolommen 'variabel' in Tabel 1.

De externe en infrastructuurkosten voor de auto zijn bij alle voorbeeldreizen ruim lager dan de betaalde belastingen en heffingen, ongeacht het gehanteerde perspectief. Bij het vliegtuig liggen deze ratio's voor de intra-Europese vluchten tussen de 40 en 110% en voor de intercontinentale vluchten rond de 20%. De lagere ratio's voor de lange afstandsvluchten komen voort uit het feit dat een deel van de kosten (onder andere klimaatkosten) sterk toeneemt als de afstand toeneemt, terwijl de omvang van de belastingen en heffingen (grotendeels) onafhankelijk is van de reisafstand. Bij de trein zijn de vaste infrastructuurkosten erg hoog, wat resulteert in ratio's rond de 20% voor het totale kosten perspectief. Laten we de vaste kosten echter buiten beschouwing, dan worden de kosten van de trein op alle reizen ruimschoots geïnternaliseerd. De relatief lage belastingen/heffingen voor de bus leiden tenslotte tot lage ratio's voor het busvervoer.

Tabel 1 - Ratio van belastingen/heffingen en kosten voor twee verschillende perspectieven

	Vliegtuig		Trein		Bus		Auto	
	Totaal	Variabel	Totaal	Variabel	Totaal	Variabel	Totaal	Variabel
Amersfoort - Parijs	43%	79%	19%	196%	16%	35%	144%	144%
Amersfoort - Londen	66%	111%	23%	248%	15%	32%	159%	160%
Amersfoort - Barcelona	42%	65%	22%	135%	24%	46%	163%	179%
Amersfoort - Rome	57%	87%	19%	138%	17%	32%	139%	153%
Amersfoort - Los Angeles	17%	18%	-	-	-	-	-	-
Amersfoort - Toronto	22%	26%	-	-	-	-	-	-

Opgemerkt moet worden dat de ratio's zoals gepresenteerd in Tabel 1 de situatie voor 2016 weergeeft. In de toekomst kunnen deze ratio's veranderen, voor de luchtvaart bijvoorbeeld door de eerder genoemde verwachte stijging van de belastingen en heffingen met ca. 40%.



### *Benchmark ratio van belastingen/heffingen en kosten voor de luchtvaart*

De verhouding in 2016 tussen de externe en infrastructuurkosten van de luchtvaart en de belastingen en heffingen is voor Schiphol lager dan voor Frankfurt en vooral Londen Heathrow. Een belangrijke reden hiervoor is dat er in 2016 zowel in Duitsland als in het Verenigd Koninkrijk een vliegbelasting wordt geheven. Voor Heathrow geldt daarnaast dat de luchthavengelden substantieel hoger liggen dan op Schiphol. Deze redenen zorgen ervoor dat de mate van internalisatie voor Heathrow ruim (een factor 3) en voor Frankfurt iets (20 tot 30%) hoger ligt dan voor vluchten vanaf Schiphol.



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

De Tweede Kamer heeft de Minister van Infrastructuur en Waterstaat gevraagd om meer inzicht in de belastingen en heffingen die door de luchtvaart in Nederland betaald moeten worden. Daarbij wil de Kamer inzicht in de hoogte van deze heffingen, maar vooral ook in de ontwikkeling over de tijd. Bij de belastingen en heffingen gaat het om bestaande instrumenten zoals luchthavengelden, securitygelden en het EU ETS, maar ook om aangekondigde instrumenten zoals de vliegbelasting en CORSIA. Hoewel er belangrijke verschillen bestaan tussen belastingen, heffingen, gelden en kosten van verhandelbare emissierechten (zie Tekstbox 1), hanteren wij in deze studie de term 'belastingen en heffingen' als al deze vier typen kosten voor luchtvaartmaatschappijen worden bedoeld.

### Tekstbox 1 - Definities belastingen, heffingen, gelden en kosten voor verhandelbare emissierechten

**Luchtvaartbelastingen:** Deze belastingen worden geheven door de overheid en vloeien naar de staatskas. Een voorbeeld is de vliegbelasting.

**Luchtvaart heffingen:** Heffingen worden geheven voor het gebruik van specifieke diensten. De opbrengsten worden gebruikt voor de financiering van die diensten. Voor de luchtvaart in Nederland gaat het dan vooral om de (private) navigatieheffingen die betaald moeten worden voor de diensten van de luchtverkeersleiding.

**Luchthavengelden:** Dit zijn gelden die aan luchthavens betaald worden om gebruik te maken van de luchthaven. Deze worden in het dagelijks leven ook wel 'heffingen' genoemd. Deze gelden worden door Schiphol geïnd en zijn daarom geen belastingen of overheidsheffingen. Luchthavengelden bestaan uit verschillende onderdelen, zoals bijv. securitygelden.

**Kosten voor verhandelbare emissierechten:** Onder deze kostencategorie vallen de kosten voor luchtvaartmaatschappijen als gevolg van het EU ETS, maar ook de toekomstige kosten van CORSIA.

Naast inzicht in de ontwikkeling van belastingen en heffingen voor de luchtvaart, wil de Tweede Kamer ook graag inzicht in de externe en infrastructuurkosten van de luchtvaart in vergelijking tot andere vervoerswijzen zoals de trein en de auto. Bij externe kosten gaat het daarbij om kosten waarvoor op de markt geen prijs tot stand komen en die dus (zonder overheidsingrijpen) niet door luchtvaartmaatschappijen of reizigers worden meegenomen in hun transportbeslissingen. Het gaat dan bijvoorbeeld om geluidskosten, de kosten van luchtvervuiling of de kosten van klimaatemissies. Een vergelijking van de omvang van deze kosten voor verschillende vervoerswijzen en tussen verschillende landen/luchthavens is gewenst.

Tot slot, is er ook behoefte aan meer inzicht in welke mate de externe en infrastructuurkosten van de luchtvaart en andere vervoerswijzen gedekt (of geïnternaliseerd) worden door de belastingen en heffingen. Met andere woorden, in hoeverre de gebruiker/vervuiler betaalt voor de kosten die zij veroorzaken.



## 1.2 Doelstelling

Dit onderzoek heeft een driedelige doelstelling, namelijk:

1. Het geven van een overzicht van de (verwachte) ontwikkeling van luchtvaartbelastingen en -heffingen in Nederland over de afgelopen en komende vijf jaren.
2. Het maken van een vergelijking van de externe kosten, infrastructuurkosten, belastingen, heffingen en subsidies voor de luchtvaart, de trein, de auto en de bus voor een aantal voorbeeldreizen.
3. Het uitvoeren van een benchmark van externe en infrastructuurkosten, de belastingen en heffingen en de mate van internalisatie van externe en infrastructuurkosten voor:
  - a De luchtvaart op Schiphol met een aantal Europese luchthavens.
  - b Het spoorvervoer in Nederland met aantal Europese landen.

## 1.3 Leeswijzer

De drie verschillende doelstellingen van dit onderzoek worden in Hoofdstuk 2 tot en met 4 afzonderlijk besproken. Dit betekent dat we in Hoofdstuk 2 ingaan op de ontwikkeling in de omvang van de belastingen en heffingen op luchtvaart in Nederland. De vergelijking van externe en infrastructuurkosten en belastingen/heffingen voor een aantal voorbeeldreizen wordt gepresenteerd in Hoofdstuk 3, waarna we in Hoofdstuk 4 een benchmark uitvoeren van de externe en infrastructuurkosten, de belastingen en heffingen en de mate van internalisatie van maatschappelijke kosten voor de luchtvaart en het spoorvervoer. De belangrijkste conclusies van dit onderzoek presenteren we tenslotte in Hoofdstuk 5.

# 2 Ontwikkeling belastingen en heffingen op luchtvaart

## 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk brengen we de ontwikkeling van de luchtvaartbelastingen, – heffingen, – gelden en verhandelbare emissierechten in Nederland in kaart. We doen dit voor de periode 2015-2024, waarbij we ons voor de jaren 2015-2018 baseren op bestaande statistieken en voor de periode 2019-2024 een prognose maken. We presenteren de ontwikkeling van deze kosten in euro's per vertrekkende vlucht.

In Paragraaf 2.2 gaan we allereerst kort in op de methodiek die we hebben gehanteerd voor de bepaling van de ontwikkeling van de luchtvaartbelastingen, -heffingen, -gelden en verhandelbare emissierechten. Daarbij staan we allereerst stil bij de verschillende belastingen en heffingen die er voor de luchtvaart (gaan) gelden in Nederland, om vervolgens in te gaan op de wijze waarop de (toekomstige) hoogte van deze belastingen en heffingen is bepaald. In Paragraaf 2.3 presenteren we daarna de resultaten van onze analyse.

## 2.2 Methode

### 2.2.1 Luchtvaartbelastingen en -heffingen in Nederland

Een overzicht van de verschillende luchtvaartbelastingen en -heffingen die gelden of gaan gelden voor de luchtvaart is weergegeven in Tabel 2. Hierbij gaat het voor een deel om heffingen die gedurende de gehele zichtperiode van de analyse gelden in Nederland (luchthavengelden en securitygelden, ATC-heffingen, en route-heffingen en het EU ETS), maar anderzijds ook om twee instrumenten die voor de komende jaren op de rol staan om ingevoerd te worden. Daarbij gaat het allereerst om een vliegbelasting in Nederland, die het kabinet in 2021 wil invoeren. Daarnaast heeft Nederland toegezegd vanaf 2021 te zullen deelnemen aan de pilotfase van het internationale 'carbon offsetting'-systeem voor de luchtvaart (CORSIA).

Tabel 2 - Overzicht van luchtvaartbelastingen, -heffingen, -gelden en verhandelbare emissierechten in Nederland

Instrument	Toelichting	Periode	Opbrengst voor:
Luchthavengelden	Deze gelden omvatten de start- en landingsgelden, heffingen voor passagiers, vracht en infrastructuur, en parkeergelden voor vliegtuigen.	2015-2024	Luchthaven
Securitygelden	Heffingen door de luchthaven en de overheid ter financiering van de beveiliging op de luchthavens. Deze zijn onderdeel van de luchthavengelden.	2015-2024	Luchthaven
ATC-heffingen (Air Traffic Control heffing)	Heffing voor het gebruik van de diensten van de toren luchtverkeersdienstleiding.	2015-2024	Luchtverkeersleiding



Instrument	Toelichting	Periode	Opbrengst voor:
En route-heffingen	Heffing voor het gebruik van de overige diensten van de luchtverkeersdienstleiding, zowel voor aankomende en vertrekkende vliegtuigen als voor vliegtuigen die enkel passeren door het Nederlandse luchtruim.	2015-2024	Luchtverkeersleiding
EU ETS	Emissiehandelssysteem waarbij jaarlijks rechten ingeleverd moeten worden voor alle binnenlandse en internationale vluchten binnen de EER (Europese Economische Ruimte).	2015-2024	Overheid/derde partijen onder het EU ETS <sup>a</sup>
Vliegbelasting	Een belasting van € 7 per vertrekkende passagier van een Nederlandse luchthaven, met uitzondering van transferpassagiers. Daarnaast komt er een belasting voor vrachtvliegtuigen, gedifferentieerd naar geluidproductie.	2021-2024	Overheid
CORSIA	Internationaal Carbon offsetting-systeem, waarbij deelnemers de groei van emissies van internationale vluchten ten opzichte van de gemiddelde emissies in de basisjaren 2019-2020 moeten compenseren. Dit kunnen ze doen door CO <sub>2</sub> -offsets te kopen.	2021-2024	Derde partijen die CO <sub>2</sub> -offsets aanbieden

<sup>a</sup> De opbrengsten van de emissierechten die luchtvaartmaatschappijen kopen op de veiling komen bij de overheid terecht, terwijl de eventuele opbrengsten van rechten gekocht op de markt bij andere ETS-partijen terecht komen.

## 2.2.2 Bepaling historische ontwikkeling

Voor de bepaling van de historische ontwikkeling in de hoogte van de luchthavengelden, securitygelden, ATC-heffingen (in €/vertrekkende vlucht) hebben we gebruik gemaakt van data over de totale opbrengsten van deze heffingen en gelden<sup>2</sup> en data over het totale aantal vertrekkende vluchten<sup>3</sup> in de verschillende jaren.

Voor de bepaling van de hoogte van de en route-heffing hebben we gebruik gemaakt van een bottom-upbenadering<sup>4</sup>. Op basis van gegevens over de gemiddelde Maximum Take-off Weight van vliegtuigen vertrekkend van Schiphol<sup>5</sup> en een gemiddelde afstand gevlogen door deze toestellen in het Nederlandse luchtruim<sup>6</sup> hebben we ingeschat wat de gemiddelde en route-heffing bedraagt.

<sup>2</sup> Voor de luchthavengelden en de securitygelden is deze data afkomstig uit de jaarrapporten van de Schiphol Group, terwijl de opbrengsten van de ATC-heffingen zijn overgenomen uit de jaarlijkse Benchmark luchthavengelden en overheidsheffingen van SEO. De ATC-heffingen uit de Benchmark zijn weliswaar berekende bedragen en geen daadwerkelijk gerealiseerde bedragen, maar we kunnen er vanuit gaan dat ze een goede inschatting vormen van de daadwerkelijke opbrengsten.

<sup>3</sup> Deze data is overgenomen uit de jaarverslagen van de Schiphol Group.

<sup>4</sup> Een top-downbenadering, zoals gehanteerd voor de andere belastingen en heffingen, was bij de en route-heffingen lastig toepasbaar. De reden hiervoor is dat deze heffing ook betaald dient te worden door vliegtuigen die gebruik maken van het Nederlandse luchtruim, maar niet van de Nederlandse luchthavens. Het was binnen deze studie niet mogelijk om een verdeelsleutel te bepalen waarmee bepaald kon worden welk deel van de totale opbrengsten van de en route-heffingen toegewezen zou moeten worden aan de luchtvaart in Nederland.

<sup>5</sup> 97,5 ton (SEO, 2016).

<sup>6</sup> We hebben een gemiddelde afstand van 130 km aangenomen.



Data over de gemiddelde kosten van emissierechten onder EU ETS die voor een vlucht vanuit Nederland betaald moet worden is niet beschikbaar. We hebben daarom een eigen inschatting gemaakt van deze gemiddelde kosten, gebaseerd op de gemiddelde kosten van emissierechten onder EU ETS zoals die door KLM in de verschillende jaren is betaald. Aangezien KLM verantwoordelijk is voor ca. 50% van de vluchten vanuit Nederland en bovendien een breed scala van verschillende typen vluchten aanbiedt biedt dit een goede eerste inschatting van de gemiddelde kosten van emissierechten onder EU ETS voor vluchten vanaf Nederlandse luchthavens. Voor de bepaling van deze kosten voor de KLM hebben we de volgende stappen uitgevoerd:

- Uit data van de Nederlandse Emissie Autoriteit konden we het aantal benodigde emissierechten voor de KLM per jaar halen. Hiervan delen we 50% toe aan de vluchten vertrekkend uit Nederland<sup>7</sup>.
- Met behulp van de gemiddelde ETS-prijs per jaar (afkomstig van [Carbon Price viewer](#)) hebben we de waarde van deze emissierechten bepaald, waarna we hebben gecorrigeerd voor de rechten die gratis zijn verstrekt (43% van de rechten<sup>8</sup>).
- De totale (netto) uitgaven van de KLM aan ETS-rechten gedeeld door het totale aantal vertrekkende KLM-vluchten geven een indicatie van de gemiddelde kosten van emissierechten onder EU ETS per vertrekkende vlucht in Nederland.

### 2.2.3 Bepaling toekomstige ontwikkeling

Voor de periode 2019-2024 zijn er nog geen data beschikbaar over de totale opbrengsten van de verschillende belastingen en heffingen. Voor deze periode hebben we dan ook een prognose moeten maken, waarbij we per instrument een specifieke aanpak hebben toegepast:

- *Luchthavengelden en securitygelden*; voor de periode 2019-2021 zijn de tarieven door Schiphol vastgesteld. Deze tarieven laten een jaarlijkse stijging van 10,7% in 2019, 8,7% in 2020 en 4,2% in 2021 zien. Navraag bij Schiphol maakte duidelijk dat er nog geen informatie beschikbaar is over de verwachte tariefontwikkeling voor de periode na 2021. Voor deze jaren zijn we er daarom van uitgegaan dat de tarieven gelijk blijven op het niveau van 2021.
- *ATC-heffingen*; vanwege een gebrek aan informatie over de toekomstige ontwikkeling van de ATC-heffingen, is er aangenomen dat deze in de periode 2019-2024 constant blijven. Er zijn echter indicaties dat de ATC-heffingen de komende paar jaar zullen stijgen, vanwege de benodigde investeringen in de vervanging van systemen, introductie Lelystad en de luchtruimherziening. Omdat de omvang van deze stijging echter nog onzeker is, kunnen we die niet meenemen in onze analyse. Gezien het beperkte aandeel van de ATC-heffingen in het totaal heeft deze aanname weinig effect op de uiteindelijke resultaten.
- *EU ETS*; voor de bepaling van de toekomstige kosten van emissierechten onder EU ETS laten we de kosten zoals bepaald voor 2018 toenemen met de verwachte ontwikkeling in de ETS-prijs<sup>9</sup>. Daarnaast houden we rekening met het feit dat vanaf 2021 het aantal rechten dat vliegtuigmaatschappijen gratis verkrijgen daalt met 2,2% per jaar (NEA, 2018).
- *Vliegbelasting*; bij de bepaling van de gemiddelde vliegbelasting per vertrekkende vlucht zijn we uitgegaan van een vliegbelasting van € 7 per passagier (Ministerie van Financiën, 2019), gemiddeld 142 passagiers per vliegtuig<sup>10</sup> en een aandeel van 36,7%

<sup>7</sup> De overige 50% van de emissies dient toegerekend te worden aan de vertreklocatie of bestemming van de vlucht.

<sup>8</sup> Op basis van data van de Nederlandse Emissie Autoriteit (NEA).

<sup>9</sup> De projecties van de ETS-prijs zijn gebaseerd op PBL (2018).

<sup>10</sup> Inschatting CE Delft op basis van de jaarverslagen van de Schiphol Group.



transferpassagiers (KiM, 2018) (die immers geen vliegbelasting hoeven te betalen). Het tarief van de vliegbelasting (€ 7 per vertrekkende passagier) is vastgesteld voor het prijspeil 2017. Het daadwerkelijke tarief wat in 2021 gaat gelden zal mogelijk iets hoger liggen, onder andere door een correctie voor inflatie. Echter, omdat de toekomstige tarieven nog niet bekend zijn gaan we in deze studie uit van het tarief van € 7. Op de uiteindelijke resultaten zal deze aanname naar verwachting weinig effect hebben.

- *CORSIA*; over de precieze vormgeving van *CORSIA* wordt momenteel nog onderhandeld. Met name over de ‘CO<sub>2</sub>-offsets’ die mogen worden gebruikt binnen *CORSIA* bestaat nog veel onzekerheid. Voor de analyse in deze studie gaan we ervan uit dat er gebruik kan worden gemaakt van ongerestricteerde CDM-rechten<sup>11</sup> met een prijs van € 0,22 per ton CO<sub>2</sub>. In Tekstbox 2 geven we een nadere onderbouwing van deze prijs en gaan we ook kort in op de gevolgen voor de analyse als er uitgegaan wordt van meer gerestricteerde CDM-rechten. Alle vanuit Nederland vertrekkende vluchten zullen onder *CORSIA* vallen. Om de hoeveelheid offsets te bepalen die binnen *CORSIA* nodig zijn voor een gemiddelde uit Nederland vertrekkende vlucht, hebben we allereerst de gemiddelde CO<sub>2</sub>-emissies van een vlucht vanuit Nederland bepaald. Hierbij nemen we alle vluchten mee, aangezien *CORSIA* voor alle vanuit Nederland vertrekkende vluchten zal gaan gelden. Op basis van CE Delft (2014) schatten we de totale emissies van vertrekkende vluchten uit Nederland voor 2019/2020 in op 38 ton per vertrekkende vlucht). In *CORSIA* moet alleen voor de groei in emissies boven het mondiale plafond offsets ingeleverd worden. Volgens CE Delft (2016) bedraagt deze groei jaarlijks ca. 4,9%, oftewel ca. 1,9 ton per vertrekkende vlucht in 2021.

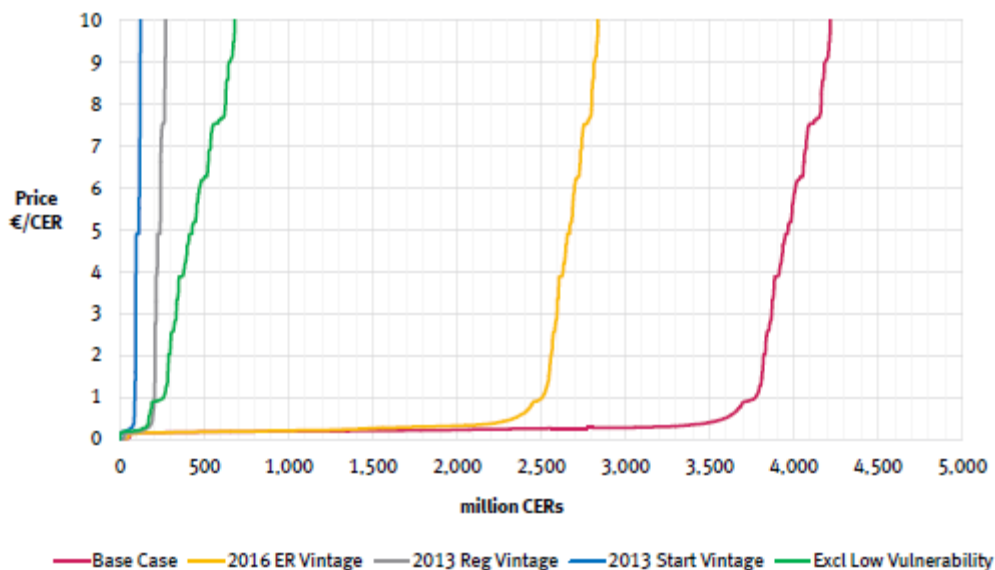
#### Tekstbox 2 - Bepaling prijs CO<sub>2</sub>-offsets voor *CORSIA*

In deze studie gaan we ervan uit dat er binnen *CORSIA* gebruik gemaakt gaat worden van CDM-rechten om de groei in CO<sub>2</sub>-emissies t.o.v. 2019/2020 te compenseren. De prijs van deze CDM-rechten is afhankelijk van vraag en aanbod. Door het Duitse NewClimate Institute en partners is onderzoek gedaan de vraag en het aanbod van CDM-rechten voor de periode na 2020 en de invloed van *CORSIA* hierop (2018). Hun resultaten met betrekking tot het aanbod van CDM- of CER (Certified Emission Reductions)-rechten in weergegeven in Figuur 2. Hierbij verwijst de basecase naar de situatie met ongerestricteerde CER's, terwijl de overige lijnen verwijzen naar het aanbod onder verschillende restricties. Zo verwijst '2016 ER Vintage' naar het aanbod van CER's verkregen voor projecten waarbij de emissiereductie na 2016 is gerealiseerd, en '2013 Reg Vintage' verwijst naar het aanbod van CER's verkregen voor projecten die na 2013 zijn geregistreerd als CDM-project. Figuur 2 laat duidelijk zien dat het aanbod van CER's afneemt als de gehanteerde restricties strenger worden.

<sup>11</sup> Clean Development Mechanisms.



Figuur 2 - Aanbodcurves CDM-rechten onder verschillende restricties

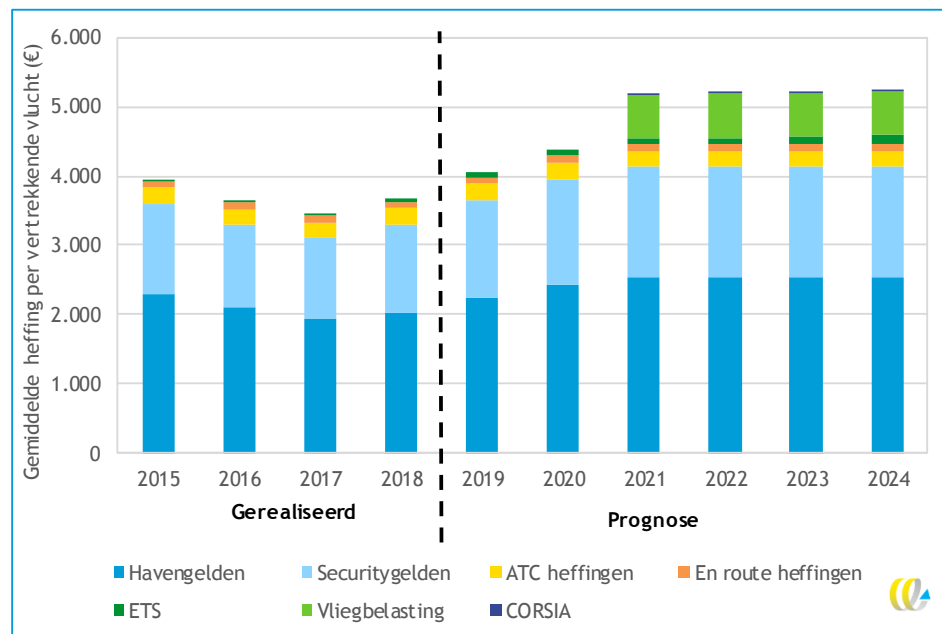


In de huidige markt voor CER's is de vraag naar rechten erg klein, wat resulteert in een zeer lage prijs voor CER's van € 0,22 per ton CO<sub>2</sub> (ICE). Voor de periode na 2020 leidt CORSIA tot een potentiële substantiële vraag op deze markt. NewClimate Institute et al. (2018) gaan daarbij uit van een jaarlijkse vraag van 40 miljoen rechten voor de jaren 2021-2023, 90 miljoen voor de jaren 2024-2026 en 260 miljoen voor de jaren 2027-2035. Zoals duidelijk blijkt Figuur 2 is deze vraag, zeker op de korte termijn, ruim lager dan het aanbod (nagenoeg) alle scenario's, waardoor de prijs van CER's waarschijnlijk laag zal blijven. Deze situatie kan veranderen als er naast CORSIA ook vanaf andere kanten vraag komt naar CER's (bijvoorbeeld van landen om hun bijdragen aan het Parijs Akkoord te realiseren) en naarmate de eisen onder andere CORSIA strenger worden. Het is momenteel echter nog erg onzeker of en in welke mate een dergelijke additionele vraag na 2020 op gang zal komen. Vandaar dat we er in deze studie voor de periode tot 2024 vanuit gaan dat de prijs voor CER's constant blijft op het huidige niveau. Daarnaast bespreken we kort wat de bijdrage van CORSIA aan de totale belasting/heffingsdruk voor de luchtvaart in Nederland is als er wordt uitgegaan van een hogere CER-prijs.

## 2.3 Resultaten

De ontwikkeling van de gemiddelde luchtvaartbelastingen en -heffingen in Nederland (in €/vertrekkende vlucht) zijn weergegeven in Figuur 3. Deze resultaten laten zien dat het overgrote deel van de kostendruk op de luchtvaart afkomstig is van de luchthavengelden en securitygelden. Deze twee instrumenten waren in de afgelopen jaren goed voor ca. 90% van de totale kostendruk voor de luchtvaart. Voor de periode 2015-2017 is een daling in de havengelden en securitygelden zichtbaar, die het gevolg is van de integrale verlaging van de tarieven op Schiphol (SEO, 2018). Deze daling heeft tot gevolg dat de totale kostendruk in deze periode afnam met ca. 13%. In 2018 is deze dalende trend ten einde gekomen en ook voor de komende jaren wordt een verdere stijging van de gemiddelde kostendruk verwacht. Deze stijging komt enerzijds voort uit de aangekondigde stijging van de tarieven voor de havengelden en securitygelden, maar vanaf 2021 ook door de aangekondigde invoering van de vliegbelasting. Laatstgenoemd instrument zorgt voor een verwachte toename van de gemiddelde kostendruk met ca. 14%. In totaal zullen de gemiddelde kosten voor luchtvaartmaatschappijen door belastingen en -heffingen naar verwachting in 2021 ca. 40% hoger zullen liggen dan in 2018. Ten opzichte van 2015 is de verwachte stijging ca. 31%.

**Figuur 3 - Ontwikkeling van de luchtvaartbelastingen, - heffingen, - gelden en verhandelbare emissierechten in Nederland**



Zoals duidelijk wordt uit Figuur 3 is de bijdrage van het EU ETS aan de gemiddelde kosten voor luchtvaartmaatschappijen door belastingen en heffingen beperkt. De relatief lage ETS-prijs en het feit dat bijna de helft van de emissierechten gratis worden verstrekt dragen bij aan de relatief beperkte omvang van gemiddelde kosten van emissierechten onder EU ETS. Ook de verwachte kosten van CORSIA voor de luchtvaartmaatschappijen is beperkt, wat vooral het gevolg is van de veronderstelde lage prijs van CO<sub>2</sub>-offsets. Echter, ook bij een prijs die een factor 100 hoger ligt (€ 22 per ton CO<sub>2</sub>) zou de bijdrage van CORSIA aan de gemiddelde belasting/heffingsdruk voor de luchtvaart in Nederland beperkt zijn (ca. 1%).

# 3 Vergelijking vervoerswijzen op zes voorbeeldreizen

## 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk presenteren we de vergelijking van externe en infrastructuurkosten enerzijds en belastingen en heffingen anderzijds voor de luchtvaart, de trein, de bus en de personenauto. Deze analyse voeren we uit voor een zestal voorbeeldreizen. Het basisjaar voor de analyse is 2016.

In het vervolg van dit hoofdstuk staan we allereerst stil bij de externe kosten, de infrastructuurkosten en de belastingen/heffingen die we voor de verschillende vervoerswijzen meenemen (zie Paragraaf 3.2). In Paragraaf 3.3 gaan we vervolgens dieper in op de zes voorbeeldreizen die we in deze analyse onderscheiden. Tot slot presenteren we in Paragraaf 3.4 de resultaten van de analyse.

## 3.2 Overzicht externe en infrastructuurkosten en belastingen/heffingen

### 3.2.1 Externe en infrastructuurkosten

Een overzicht van de externe en infrastructuurkosten die we in het onderzoek voor de verschillende vervoerswijzen meenemen is weergegeven in Tabel 3. Congestiekosten ontbreken in dit overzicht. De reden om deze kosten buiten dit onderzoek te laten is dat we aannemen dat de reiziger kiest voor een vertrektijdstip waarbij de kans dat hij/zij in de file terechtkomt minimaal is. Dit kan hij/zij doen omdat het bij autoritten die concurreren met de luchtvaart vaak om vakantie-reizen zal gaan, waarbij het tijdstip van vertrek vrij te kiezen is. Ook de externe kosten van emissies die vrijkomen bij de aanleg van transportinfrastructuur en de productie, onderhoud en sloop van voertuigen blijven in deze studie buiten beschouwing, omdat voor deze kosten nog geen algemeen geaccepteerde kostenkennallen beschikbaar zijn<sup>12</sup>. Andere externe kostenposten die vanwege een gebrek aan algemeen geaccepteerde kostenkennallen buiten beschouwing blijven zijn bijvoorbeeld de kosten van trillingen, de externe kosten van energievoorzieningszekerheid en de externe kosten als gevolg van nucleaire energieopwekking.

<sup>12</sup> Een eerste verkennende analyse van CE Delft op basis van data van Mobitool (Frischknecht, et al., 2016) laat zien dat de CO<sub>2</sub>-emissies van de productie van infrastructuur en voertuigen bij de auto in de orde-grootte van 30-40% van de verbrandingsemissies liggen. Bij het vliegtuig is dit voor korte vluchten in de orde-grootte van 5-10%. Het gaat hierbij echter om indicatieve cijfers die bevestigd moeten worden door gedetailleerder onderzoek. Bovendien geldt dat deze cijfers sterk afhankelijk zijn van de gehanteerde aannames (bijvoorbeeld over de levensduur, jaarkilometrages en bezettingsgraad).





Tabel 3 - Overzicht van externe en infrastructuurkosten die worden meegenomen in deze studie

Kostenpost	Toelichting	Partij die de kosten draagt
Vaste infrastructuurkosten	De kosten die niet afhankelijk zijn van de mate van gebruik van de infrastructuur. Hierbij gaat het vooral om de aanlegkosten, een gedeelte van de onderhouds- en vernieuwingskosten (bijv. het onderhoud van berm langs wegen) en de beheerskosten. Bij de aanlegkosten en de (meerjarige) onderhouds- en vernieuwingskosten bestaan de kosten uit de jaarlijkse afschrijvingen en de financieringskosten <sup>a</sup> . Bij de beheerskosten gaan we uit van de lopende uitgaven in 2016.	Infrastructuur-beheerder (overheid of private partij)
Variabel infrastructuurkosten	De kosten die samenhangen met het gebruik van de infrastructuur. Daarbij gaat het vooral om onderhoudskosten en een gedeelte van de vernieuwingskosten. Het gaat hierbij om de lopende uitgaven voor 2016.	Infrastructuurbeheerder (overheid of private partij)
Externe ongevalskosten	Hierbij gaat het enerzijds om het welvaartsverlies dat optreedt doordat mensen gewond raken of zelfs overlijden, maar ook om monetaire kosten zoals medische kosten. Ongevalskosten die reeds zijn geïnternaliseerd (bijvoorbeeld via verzekeringen) vormen geen onderdeel van de externe ongevalskosten.	Gedeeltelijk andere verkeers- deelnemers, gedeeltelijk maatschappij
Kosten van luchtvervuiling	Het grootste deel van deze kosten bestaat uit de gezondheidskosten die ontstaan door de uitstoot van luchtvervuilende emissies. Daarnaast worden ook de schade van luchtvervuilende emissies aan gebouwen, gewassen en de natuur meegenomen.	Maatschappij
Klimaatkosten	Kosten als gevolg van de bijdrage die verkeersemissies leveren aan klimaatverandering.	Maatschappij
Kosten van geluid	De kosten van overlast en de gezondheidskosten die ontstaan door verkeersgeluid. Bij de gezondheidskosten gaat het zowel om het welvaartsverlies dat optreedt doordat mensen ziek worden of zelfs eerder overlijden, als om monetaire kosten zoals medische kosten of kosten van productieverlies.	Maatschappij
Kosten van emissies van brandstof- en elektriciteitsproductie <sup>b</sup>	De kosten van luchtvervuilende en broeikasgasemissies die vrijkomen bij de productie van motorbrandstoffen en elektriciteit gebruikt voor mobiliteit. De schadelijke effecten die deze emissies zijn reeds besproken bij de kosten van luchtvervuiling en klimaatkosten.	Maatschappij
Kosten van schade aan natuur en milieu	Hierbij gaat het om het effect van transportinfrastructuur op ecosystemen en biodiversiteit, onder andere door de doorsnijdingseffecten van transportinfrastructuur.	Maatschappij

<sup>a</sup> De financieringskosten van de aanleg- en langdurige onderhouds- en vernieuwingskosten van Schiphol bestaan (voor een deel) uit de dividenden die Schiphol jaarlijks uitkeert aan de Nederlandse overheid. Dit kan immers gezien worden als een vergoeding voor het door de overheid verstrekte kapitaal.

<sup>b</sup> In de klimaatsystematiek worden deze kosten vaak toegewezen aan de producent en niet aan de mobiliteitssector. Dit is echter een politieke keuze. Omdat de emissies van brandstof- en elektriciteitsproductie voortkomen uit mobiliteitsbeslissingen die worden genomen, worden ze in overzichten van externe kosten van transport altijd meegenomen (zie bijvoorbeeld (CE Delft, et al., 2019a)). Daarnaast is er ook een belangrijke methodologische keuze om deze kosten mee te nemen. Bij het elektrisch spoorvervoer worden de klimaat- emissies en (het grootste deel van) de luchtvervuilende emissies uitgestoten bij de productie van de elektriciteit

en niet tijdens het verbruik van de elektriciteit. Wanneer de emissies van elektriciteitsproductie niet zouden worden meegenomen in de vergelijking, dan zou een oneerlijke vergelijking ontstaan met de auto, de bus en het vliegtuig, omdat daar het grootste deel van de emissies vrijkomen bij verbranding van de brandstof in de motor.

Een state-of-the-art overzicht van de gemiddelde externe kosten van transport voor alle 28 EU lidstaten wordt gegeven in het Europese Handbook on the external costs of transport (CE Delft, et al., 2019a). Een soortgelijk overzicht voor de infrastructuurkosten is te vinden in de studie ‘Overview of transport infrastructure expenditures and costs’ (CE Delft, et al., 2019b). In de analyses die we binnen dit hoofdstuk uitvoeren maken we vooral gebruik van kentallen die deze twee studies presenteren. In Bijlage A lichten we de wijze waarop deze kentallen zijn bepaald kort toe.

Het feit dat de analyses in dit (en het volgende) hoofdstuk zijn gebaseerd op kentallen brengen een bepaalde mate van onzekerheid met zich mee. De berekende externe en infrastructuurkosten geven dan ook geen precieze weergave van de daadwerkelijke kosten die optreden bij de verschillende vervoerswijzen, maar bieden wel een goede eerste orde schatting van die kosten. Op basis van deze eerste orde schattingen is het mogelijk om op betrouwbare wijze de vergelijkende analyse tussen de verschillende vervoerswijzen uit te voeren.

### 3.2.2 Belastingen en heffingen

Een overzicht van de transportbelastingen en -heffingen die in de analyses in dit hoofdstuk worden meegenomen is weergegeven in Tabel 4. We hebben de verschillende belastingen en heffingen daarbij ook gecategoriseerd, zodat de resultaten van de analyses overzichtelijker gepresenteerd kunnen worden. Verder is in Tabel 4 aangegeven of de belasting/heffing vast of variabel is, dat wil zeggen of de hoogte van de heffing afhangt van het transportgebruik of niet.

Tabel 4 - Overzicht van transportbelastingen en -heffingen

Wegvervoer	Categorie belasting/heffing	Vast of variabel
<b>Wegvervoer</b>		
Brandstofaccijns	Energiebelasting/heffing	Variabel
Aanschafbelasting	Voertuigbelasting	Vast
Houderschapsbelasting	Voertuigbelasting	Vast
Assurantiebelaasting	Voertuigbelasting	Vast
Tolheffingen	Infrastructuurheffing	Variabel
Vignetten	Infrastructuurheffing	Variabel
Stedelijke tolheffingen	Infrastructuurheffing	Variabel
BTW op transportbelastingen	BTW	Vast/variabel
BTW op brandstof, aanschaf en onderhoud	BTW	Vast/variabel
<b>Spoorvervoer</b>		
Elektriciteitsbelasting	Energiebelasting/heffing	Variabel
Infrastructuurheffingen (=gebruiksvergoeding)	Infrastructuurheffing	Variabel
ETS	Energiebelasting/heffing	Variabel
BTW op tickets en op voor- en natransport	BTW	Variabel
<b>Vliegtuig</b>		
Vliegbelasting	Passagiersbelasting	Variabel
Luchthavengelden (incl. securitygelden)	Infrastructuurheffing	Variabel
Navigatieheffingen (terminal en en route-heffing)	Infrastructuurheffing	Variabel
ETS	Energiebelasting/heffing	Variabel
BTW op tickets en op voor- en natransport	BTW	Variabel



In lijn met andere studies<sup>13</sup> blijven algemene belastingen (bijvoorbeeld belastingen op arbeid en kapitaal) buiten beschouwing<sup>14</sup>. Een aparte rol is echter weggelegd voor BTW. In eerdere studies waarin vergelijkingen worden gemaakt tussen externe en infrastructuurkosten van verkeer enerzijds en de betaalde belastingen en heffingen anderzijds, blijft BTW (met uitzondering van de BTW over andere transportbelastingen<sup>15</sup>) buiten beschouwing, omdat het gezien kan worden als een algemene belasting. Echter, de BTW-tarieven tussen de verschillende vervoerswijzen verschillen sterk en hebben daardoor invloed op de kosten voor de reiziger. Bovendien maakt BTW nadrukkelijk onderdeel uit van het politieke en maatschappelijke debat over de verschillen tussen modaliteiten. Om deze rol van BTW in de afweging tussen vervoerswijzen toch inzichtelijk te maken nemen we:

- bij de bepaling van de totale belastingen en heffingen voor de voorbeeldreizen alle BTW in beschouwing;
- bij de vergelijking van de externe en infrastructuurkosten met de belastingen/heffingen nemen we daarentegen enkel de BTW mee die wordt betaald over transportbelastingen en -heffingen (omdat die dient te worden opgevat als een transportbelasting). In Paragraaf 3.2.4 lichten we dit nader toe.

### 3.2.3 Subsidies

Hoewel het speelveld tussen de verschillende vervoerswijzen ook beïnvloedt kan worden door verschillen in subsidies, nemen we in deze studie subsidies niet expliciet mee.

Hiervoor zijn drie redenen:

- Een deel van de subsidies worden impliciet reeds meegenomen. Zo zijn de subsidies voor transportinfrastructuur onderdeel van de infrastructuurkosten. En belastingkorting of -vrijstellingen (zoals bijvoorbeeld de accijnsvrijstelling van kerosine of de BTW-vrijstelling van vliegtickets) worden impliciet meegenomen bij de bepaling van de belastingen en heffingen. Deze subsidies en kortingen/vrijstellingen expliciet meenemen in de analyses zou leiden tot dubbeltellingen.
- Sommige subsidies zijn niet relevant voor de voorbeeldreizen zoals die in deze studie zijn gedefinieerd. Dit geldt in het bijzonder voor de brede doeluitkeringen (BDU) voor het openbaar vervoer. Deze BDU-bijdragen zijn vooral bedoeld om onrendabele (vooral nationale) OV-verbindingen en volledige dienstregelingen (ook in de weekenden en avonden) in stand te houden. Omdat het bij de voorbeeldreizen in deze studie niet gaat om onrendabele verbindingen ligt het niet voor de hand om een deel van de BDU-bijdragen toe te kennen aan deze verbindingen.
- Tot slot zijn er subsidies die lastig zijn toe te rekenen aan een specifiek voertuig voor een specifieke reis. Bij subsidies op voertuigproductie gaat het veelal om R&D-subsidies, die lastig zijn toe te kennen aan individuele, geproduceerde voertuigen.

### 3.2.4 Vergelijking van externe en infrastructuurkosten met belastingen/heffingen

In dit hoofdstuk geven we een overzicht van zowel de externe en infrastructuurkosten als de belastingen/heffingen die gelden voor verschillende vervoerswijzen op zes voorbeeldreizen. Naast het bieden van dit overzicht, maken we ook een vergelijking van de kosten en de belastingen/heffingen met als doel om te kijken hoe de verschillende vervoerswijzen

<sup>13</sup> Bijvoorbeeld: CE Delft (2014), CE Delft et al. (2017) en CE Delft (2019c).

<sup>14</sup> Deze belastingen worden in de gehele economie geheven en hebben daardoor geen andere invloed op de mobiliteitssector dan op andere sectoren.

<sup>15</sup> Volgens Steinbach et al. (2009) kan BTW geheven over een transportbelasting of -heffing beschouwd te worden als een transportbelasting.



zich verhouden in de mate waarin de externe en infrastructuurkosten die ze veroorzaken gedekt worden door de belastingen en heffingen<sup>16</sup>. Of in andere woorden, in hoeverre de externe en infrastructuurkosten van de verschillende vervoerswijzen worden geïnternaliseerd.

Bij de vergelijking van de externe en infrastructuurkosten met de belastingen en heffingen onderscheiden we twee perspectieven<sup>17</sup>:

- *Een vergelijking van alle externe en infrastructuurkosten met alle transportbelastingen en -heffingen*; dit perspectief biedt inzicht in hoeverre de totale externe en infrastructuurkosten (inclusief de vaste kosten) worden gedekt door de geheven belastingen en heffingen. Daarmee laat het zien in hoeverre er wordt voldaan aan het principe van de vervuiler/gebruiker betaalt. In dit perspectief nemen we enkel de BTW mee die wordt geheven over transportbelastingen en -heffingen, omdat de overige BTW gezien dient te worden als een algemene belasting (zie Paragraaf 3.2.2).
- *Een vergelijking van de variabele externe infrastructuurkosten met alle variabele transportbelastingen en -heffingen*; in dit perspectief nemen we de vaste kosten (vaste infrastructuurkosten, kosten van schade aan milieu en natuur) en belastingen (aanschafbelasting personenauto's, MRB-wegvoertuigen, assurantiebelaastingen) niet mee. De vaste kosten (en ook belastingen/heffingen) kunnen gezien worden als historische kosten (oftewel 'sunk costs'), die niet meer veranderen als mensen meer of minder gaan reizen. Vooral voor beleidsontwikkeling waarbij geen aanleg van nieuwe infrastructuur is voorzien (bijvoorbeeld beleid gericht op het intensiever benutten van bestaande infrastructuur), biedt dit perspectief nuttige inzichten<sup>18</sup>. In dit perspectief worden enkel de BTW die wordt geheven over variabele belastingen/heffingen (bijv. de brandstofaccijns) meegenomen in de analyse.

### 3.3 Definiëring voorbeeldreizen

We kijken in dit hoofdstuk naar zes voorbeeldreizen, die zijn onder te verdelen naar drie reisafstanden<sup>19</sup>:

- Korte afstand: Amersfoort - Londen, Amersfoort - Parijs.
- Middellange afstand: Amersfoort - Barcelona, Amersfoort - Rome.
- Lange afstand: Amersfoort - Los Angeles, Amersfoort - Toronto.

Voor de korte en middellange afstand voorbeeldreizen kijken we naar een reis per vliegtuig, trein, auto en bus. Op al deze reizen vormen de trein, auto en bus een (mogelijk) substituuat voor het vliegtuig. Op de lange afstandsreizen is dat niet het geval en is het vliegtuig het

<sup>16</sup> Idealiter zou de mate waarin zowel de externe als de infrastructuurkosten gedekt worden door specifieke belastingen en heffingen in kaart worden gebracht. Echter, omdat het voor belastingen vaak niet mogelijk is om eenduidig vast te stellen of je die zou moeten toekennen aan het betalen voor infrastructuur of het internaliseren van externe kosten, maken we dit onderscheid niet in deze studie.

<sup>17</sup> Er zijn meerdere perspectieven mogelijk, die verschillen in de kosten en belastingen/heffingen die onderling worden vergeleken (zie CE Delft et al. (2019d)).

<sup>18</sup> Dit perspectief kan ook worden gezien als een vereenvoudigde versie van marginale sociale kosten beprijzing (zie ook CE Delft et al. (2019d)). Volgens de economische theorie ontstaat er een efficiënt mobiliteitssysteem als de gebruiker via belastingen/heffingen zou betalen voor de veroorzaakte marginale kosten, dat wil zeggen de kosten die optreden als een extra verkeersdeelnemer toetreedt tot het verkeer.

<sup>19</sup> De gekozen bestemmingen zijn de meest bezochte bestemmingen vanaf Schiphol in de betreffende afstands-klasse. Bij de lange afstandsvluchten is niet gekozen voor de meest gekozen bestemmingen, maar voor bestemmingen waarvoor de benodigde data over externe en infrastructuurkosten en belastingen/heffingen beschikbaar is vanuit CE Delft et al. (2019a), CE Delft et al. (2019b) en CE Delft et al. (2019c).



enige (realistische) alternatief. Voor deze reizen blijven de trein, auto en bus dan ook buiten beschouwing. Desalniettemin geven deze voorbeeldreizen een indicatie van de kostenontwikkeling voor een reis per vliegtuig op een grotere gereisde afstand.

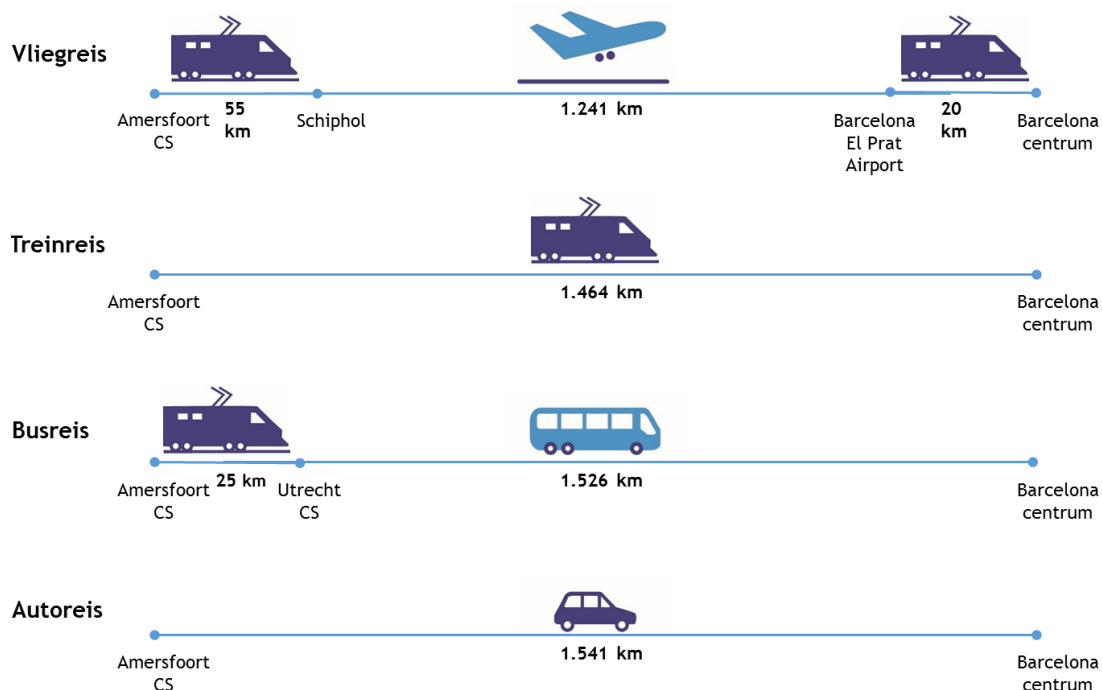
Bij alle reizen gaan we uit van een retourreis. Dit houdt onder andere in dat ook de luchthavengelden en eventuele luchtvaartbelastingen, alsmede de infrastructuur- en externe kosten voor de buitenlandse luchthaven worden meegenomen in de analyse.

Zoals hierboven reeds aangegeven gaan we er voor alle voorbeeldreizen vanuit dat de reis start in Amersfoort, op het treinstation. Als eindbestemming gaan we uit van het stadscentrum van de zes internationale bestemmingen. Voor sommige vervoerwijzen is hierbij voor- en/of natransport noodzakelijk. Daarbij gaan we ervan uit dat:

- Voor de vliegreis de trein wordt gebruikt in het voor- en natransport. Voor alle bestemmingen blijkt dit mogelijk te zijn.
- Voor de busreis bestaat het voortransport in Nederland uit een treinreis tussen Amersfoort en Utrecht. Voor de bestemmingslocatie gaan we ervan uit dat de bus stopt in het stadscentrum en er dus geen natransport noodzakelijk is.
- Voor de auto- en de treinreizen is er geen voor- en natransport.

De opbouw van de voorbeeldreizen is voor de reis Amersfoort - Barcelona geïllustreerd in Figuur 4.

Figuur 4 - Illustratie voorbeeldreis Amersfoort - Barcelona (enkele reis)



Voor de bepaling van de route (en afstanden) van de voorbeeldreizen gaan we uit van de snelste reisroute. Daarbij hebben we gebruik gemaakt van Google Maps (auto, bus, trein) en de ICAO emission calculator (vliegtuig). De resulterende afstanden staan voor de verschillende voorbeeldreizen weergegeven in Tabel 5. Het gaat hierbij om afstanden voor een enkele reis. Aangezien we in deze studie de externe en infrastructuurkosten en

belastingen/heffingen voor een retourreis in beeld brengen, worden deze afstanden in de berekeningen vermenigvuldigd met een factor twee. Waar nodig hebben we de reisafstanden ook gedifferentieerd naar wegtype en omgevingstype (bijv. stad, platteland), om zo een betere inschatting te kunnen maken van de externe en infrastructuurkosten<sup>20</sup>. Bij de trein hebben we ook nog een onderscheid gemaakt naar conventionele elektrische intercitytreinen en hogesnelheidstreinen.

Tabel 5 - Afstanden per vervoerswijze (in km voor een enkele reis) voor de verschillende voorbeeldreizen

Voorbeeldreizen	Vliegreis			Treinreis	Busreis		Autoreis
	Vliegtuig	Trein (voor)	Trein (na)	Trein	Bus	Trein (voor)	Auto
Amersfoort - Parijs	398	55	26	369	475	25	492
Amersfoort - Londen	367	55	22	621	500	25	517
Amersfoort - Barcelona	1.241	55	20	1.464	1.526	25	1.541
Amersfoort - Rome	1.296	55	32	1.627	1.614	25	1.609
Amersfoort - Los Angeles	8.951	55	20	-	-	-	-
Amersfoort - Toronto	5.985	55	30	-	-	-	-

## Referentievoertuigen

Voor de analyse in dit hoofdstuk hebben we ook een aantal referentievoertuigen gedefinieerd, waarvan we aannemen dat die gebruikt worden voor de verschillende voorbeeldreizen. Een overzicht van deze referentievoertuigen is te vinden in Tabel 6. Bij de bus en de auto gaan we ervan uit dat hetzelfde voertuig gebruikt wordt voor elke voorbeeldreis. Bij de trein kan op sommige trajecten (gedeeltelijk) gebruik gemaakt worden van een hogesnelheidstrein. Waar dit niet mogelijk is wordt uitgegaan van een conventionele elektrische intercitytrein. Voor de luchtvaart hebben we tenslotte per afstandsklasse een verschillend referentievliegtuig gedefinieerd, om zo goed mogelijk aan te sluiten bij de vliegtuigtypen die in werkelijkheid voor dat soort reizen wordt ingezet.

Tabel 6 - Overzicht referentievoertuigen

Voertuig	Nadere onderverdeling	Omschrijving referentievoertuig
Vliegtuig	Korte afstand	Embraer 170
	Middellange afstand	Boeing 737-700
	Lange afstand	Boeing 777-300 ER
Trein	Hogesnelheidstrein	Hogesnelheidstrein van 200 meter
	Conventionele elektrische intercitytrein	Elektrische intercitytrein van 200 meter
Bus	Touringcar	Diesel touringcar van 13,5 ton
Auto	Personenauto	Benzine Volkswagen Golf uit 2016

Voor de bepaling van de externe en infrastructuurkosten en de belastingen/heffingen is het noodzakelijk om enkele technische en operationele kenmerken van de referentievoertuigen te definiëren. Deze nadere definiëring van de referentievoertuigen kan worden teruggevonden in Bijlage A.

<sup>20</sup> Zo variëren de gemiddelde externe ongevalskosten bijvoorbeeld sterk tussen snelwegen en overige wegen, aangezien de ongevalskans op snelwegen over het algemeen lager ligt dan op andere wegen. De kosten van luchtvervuiling vormen een voorbeeld van externe kosten die sterk verschillen naar omgevingstype: per kilometer liggen deze kosten in de stad veel hoger dan op het platteland, aangezien het aantal mensen dat last ondervindt van de uitgestoten emissies in de stad veel hoger is.

## 3.4 Resultaten

In deze paragraaf presenteren we de resultaten voor de zes verschillende voorbeeldreizen. We willen hier nogmaals benadrukken dat de analyse is uitgevoerd voor 2016. De hoogte van de externe en infrastructuurkosten, de belastingen en heffingen en de ratio van belastingen/heffingen en kosten kunnen de komende jaren gaan veranderen. Dit kan enerzijds doordat de kosten in omvang toe- of afnemen (bijvoorbeeld door een verschoning van het wagenpark), maar ook doordat de hoogte van de belastingen en heffingen veranderen. Met betrekking tot dat laatste punt is de verwachte stijging in de belastingen en heffingen voor de luchtvaart in Nederland (zie Hoofdstuk 2) een goed voorbeeld. Deze stijging zou kunnen leiden tot een hogere mate van internalisatie van de externe en infrastructuurkosten van luchtvaart, onder de voorwaarde dat de kosten minder stijgen dan de verwachte stijging in de belastingen en heffingen.

Bij de interpretatie van de resultaten zoals die in deze paragraaf worden gepresenteerd dient ook in gedachten gehouden worden dat de analyses zijn uitgevoerd voor specifieke referentievoertuigen, die niet noodzakelijkerwijs overeenkomen met voertuigen die in soortgelijke analyses zijn gebruikt in andere studies<sup>21</sup>. Een vergelijking van de resultaten van deze studie met die in andere studies dient dan ook met de nodige zorgvuldigheid gemaakt te worden.

### 3.4.1 Internationale voorbeeldreizen over korte afstand

In deze subparagraaf presenteren we de resultaten voor de voorbeeldreizen over korte afstand. We doen dat eerst voor de reis naar Parijs en vervolgens voor de reis naar Londen.

#### *Amersfoort - Parijs*

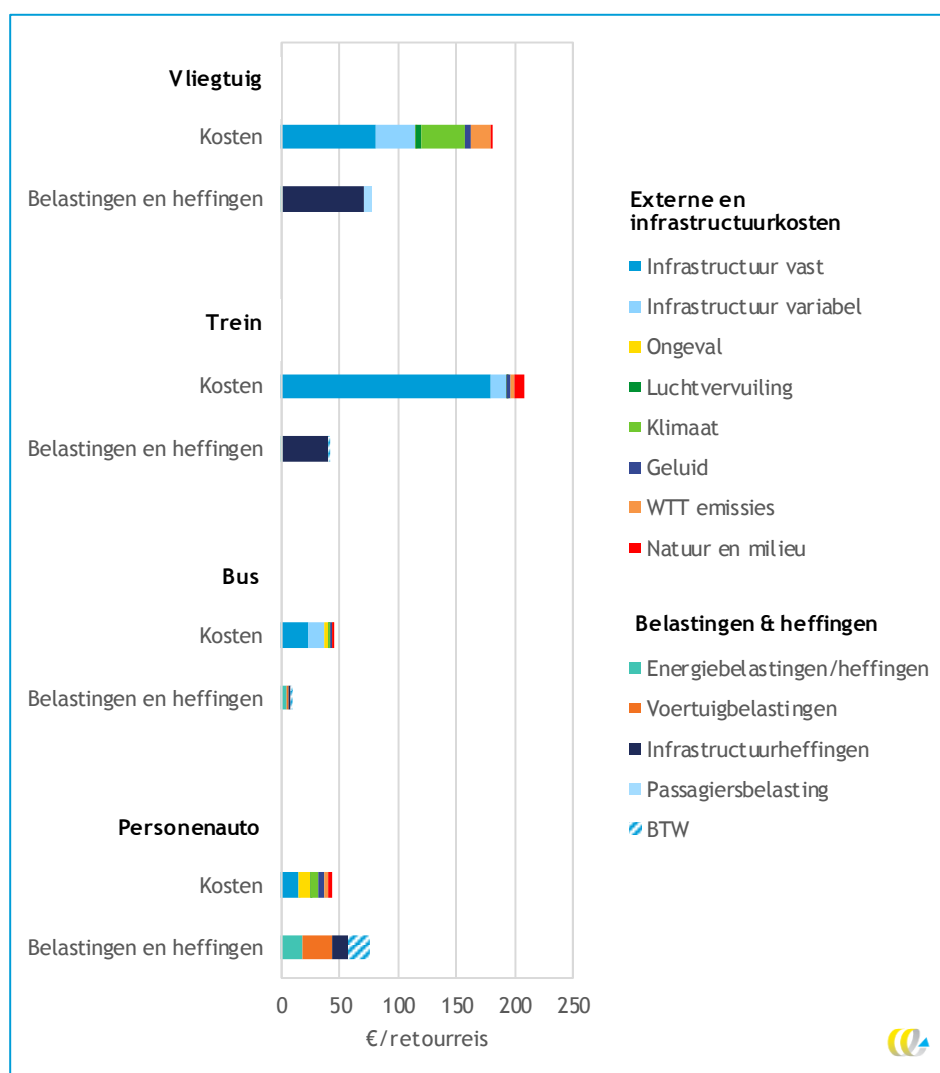
Een overzicht van de te betalen belastingen/heffingen en de gemaakte externe en infrastructuurkosten voor de verschillende vervoerswijzen op de route Amersfoort - Parijs is weergegeven in Figuur 5. De hoogste maatschappelijke kosten treden op bij het vervoer per trein en per vliegtuig. Voor een belangrijk deel bestaan deze kosten uit infrastructuurkosten. Vooral bij de trein zijn de infrastructuurkosten, en dan vooral de vaste component, relatief groot: 86% van de totale externe en infrastructuurkosten bestaan bij de trein uit vaste infrastructuurkosten. Dit is het gevolg van de relatieve hoge kosten om de (hogesnelheids)spoorinfrastructuur aan te leggen, in combinatie met de beperkte benutting van dit spoor (vooral in Nederland en België), waardoor de kosten per treinkilometer hoog uitvallen (CE Delft, et al., 2019d).

---

<sup>21</sup> Zo wordt er in deze studie bijvoorbeeld uitgegaan van een relatief nieuwe en zuinige personenauto, terwijl in andere studies ook vaak wordt uitgegaan van de 'gemiddelde' auto.



**Figuur 5 - Overzicht te betalen belastingen/heffingen en gemaakte externe en infrastructuurkosten voor de verschillende vervoerswijzen op de route Amersfoort - Parijs**



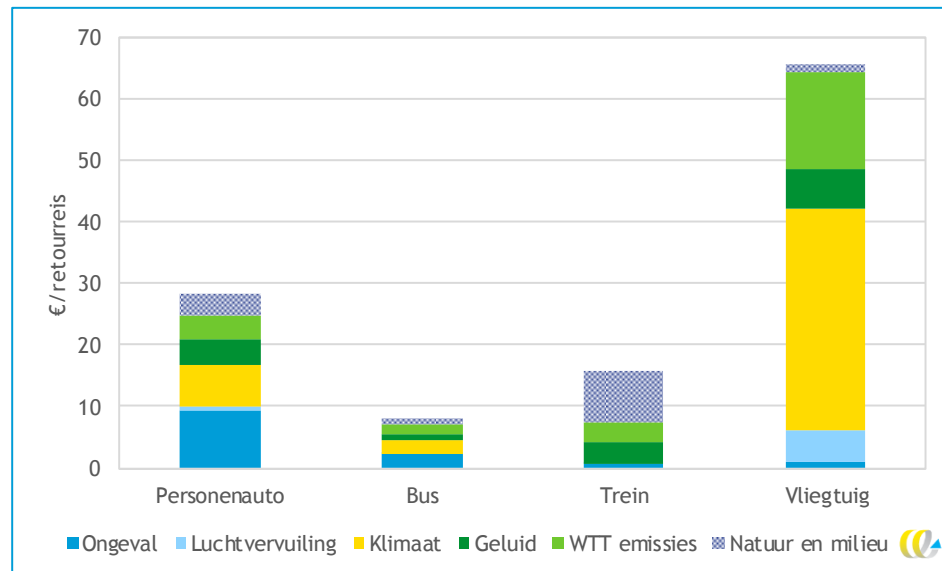
Wanneer we inzoomen op de externe kosten (zie ook Figuur 6), dan zien we dat de trein aanzienlijk lagere externe kosten heeft dan het vliegtuig (en ook de auto). Het grootste deel (54%) van deze externe kosten bestaat uit de schade die de aanleg van spoorinfrastructuur veroorzaakt voor natuur en milieu. Omdat het hierbij om vaste kosten gaat, die niet variëren met de hoeveelheid gereisde kilometers, zijn deze kosten gearceerd weergegeven in Figuur 6. Zoals besproken in Paragraaf 3.2.4 zijn deze vaste (externe) kosten immers niet van belang in situaties waar de capaciteit aan infrastructuur een gegeven is.

De hoogste externe kosten bij een reis van Amersfoort naar Parijs treden op als er gekozen wordt voor het vliegtuig, waarbij vooral de klimaatkosten relatief hoog zijn (55% van de externe kosten bestaan voor de luchtvaart uit klimaatkosten). Het hoge brandstofverbruik van vliegtuigen leidt ook tot relatief hoge kosten van emissies van brandstofproductie (de zogenaamde Well-to-Tank (WTT)-emissies), terwijl de keuze voor het vliegtuig ook leidt tot significante luchtvervuilings- en geluidskosten. De externe kosten van de auto liggen op de



reis naar Parijs meer dan de helft lager dan bij een vliegreis<sup>22,23</sup>. De belangrijkste externe kostenpost voor de auto zijn de ongevalskosten, gevolgd door de klimaatkosten<sup>24</sup>. Bij de bus zijn de variabele externe kosten (per reiziger) op de route Amersfoort - Parijs tenslotte vergelijkbaar met de trein.

Figuur 6 - Externe kosten voor de verschillende vervoerswijzen op de route Amersfoort - Parijs



In Figuur 5 is ook een overzicht gegeven van de belastingen en heffingen die betaald moeten worden voor de verschillende vervoerswijzen voor een reis Amersfoort - Parijs. Deze liggen het hoogst bij de auto en het vliegtuig. Bij het vliegtuig gaat het dan vooral om de havengelden op Schiphol en Parijs Charles de Gaulle, alsmede de in 2016 geldende Franse vliegbelasting. De kosten van ETS worden voor de luchtvaart vallen in Figuur 5 onder het kopje 'Energiebelastingen/heffingen' en zijn zeer beperkt (minder dan 1% van de totale belastingen/heffingen voor de luchtvaart). Bij de auto hebben de voertuigbelastingen (aanschafbelasting, MRB) de belangrijkste bijdrage, gevolgd door de verschillende BTW bedragen, de brandstofaccijnzen en de tolheffingen op de Franse snelwegen. Opvallend zijn ook de relatief lage belastingen/heffingen voor de bus (per reiziger), wat onder andere het gevolg is van de relatief beperkte voertuigbelastingen die worden geheven voor deze

<sup>22</sup> In onze analyses zijn we ervan uitgegaan dat er twee personen in de auto zitten. Zou je daarentegen uitgaan van drie of vier personen, dan dalen de kosten per reiziger per reis voor de auto naar rato. Bij een volle auto neemt het voordeel van de auto ten opzichte van het vliegtuig dus toe.

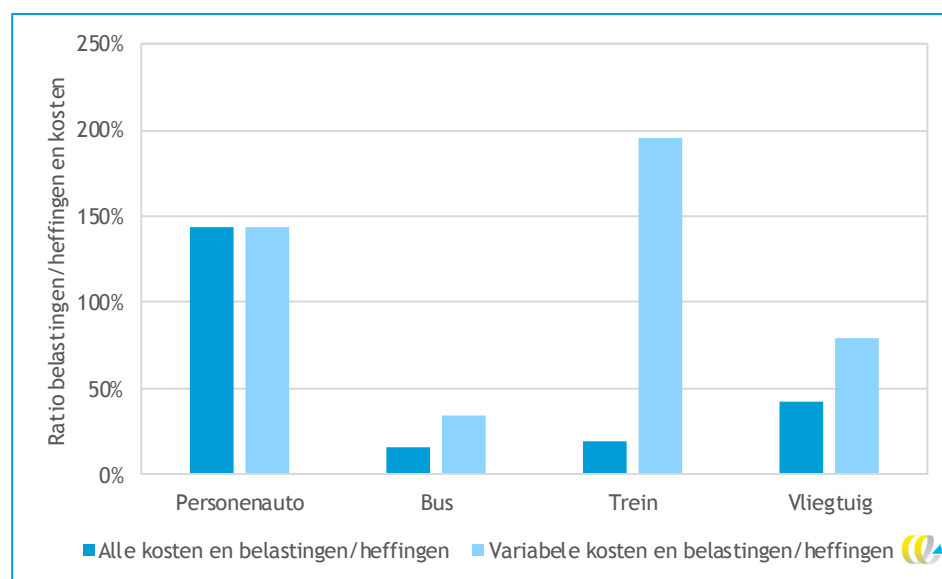
<sup>23</sup> In onze analyses zijn voor de personenauto uitgegaan van een relatief nieuwe (bouwjaar 2016, EURO-6) en zuinige personenauto (real-world CO<sub>2</sub>-uitstoot van 144 g/km). Zouden we daarentegen uitgaan van een relatief oude (bouwjaar 2003, EURO-3) en onzuinige auto (real-world CO<sub>2</sub>-uitstoot van 250 g/km), dan liggen de totale externe kosten een kleine 30% hoger. De totale kosten per reiziger per retourreis komen daarmee op ca. € 36. Deze kosten liggen nog duidelijk lager dan bij het vliegtuig.

<sup>24</sup> Bij de externe kosten van de auto moet bedacht worden dat het hierbij vooral gaat om kosten van kilometers gereden op de snelweg. Veel van de externe kosten zijn echter hoger als er gekeken wordt naar kilometers gereden op stadswegen of provinciale wegen. Zo is het ongevalsrisico op de snelweg bijvoorbeeld aanzienlijk lager dan op provinciale wegen, waardoor de externe ongevalskosten op laatstgenoemde wegen ook hoger liggen dan op snelwegen. Bij de kosten van luchtvervuiling en geluid geldt dat die hoger liggen voor stadswegen dan voor snelwegen, omdat de bevolkingsdichtheid rondom stadswegen veel hoger ligt.

vervoerswijze. Tot slot, de BTW heeft bij de auto een significant aandeel in de totale belastingen en heffingen (ca. 26%). Bij de bus (3%) en de trein (1%) ligt dit aandeel lager. Dit is het gevolg van het feit dat voor de BTW op trein- en bus tickets in de meeste landen een verlaagd of nultarief geldt. Vliegtickets zijn tenslotte vrijgesteld van BTW.

De ratio van belastingen/heffingen en kosten is voor de verschillende vervoerswijzen weergegeven in Figuur 7, waarbij we onderscheid maken tussen de twee perspectieven zoals gepresenteerd in Paragraaf 3.2.4. Wanneer we alle kosten en belastingen/heffingen meenemen, dan zijn voor de auto de belastingen/heffingen hoger dan de kosten. Dit impliceert dat voor deze specifieke reis voor de auto de externe en infrastructuurkosten geïnternaliseerd worden door de relevante belastingen en heffingen. Bij het vliegtuig wordt 41% van de totale kosten gedekt door belastingen/heffingen, terwijl dit bij de trein en de bus 19% en 16% is. Wanneer we alleen de variabele kosten en belastingen/heffingen meenemen, dan veranderen vooral de resultaten voor de trein sterk. De variabele belastingen/heffingen liggen bij de trein op dit traject ca. twee keer zo hoog als de variabele kosten. Bij het vliegtuig worden ca. 75% van de variabele kosten gedekt door de belastingen/heffingen, terwijl dit bij de auto 144% is. Tot slot, bij de bus zijn de belastingen/heffingen gelijk aan 35% van de externe en infrastructuurkosten.

Figuur 7 - Ratio belastingen/heffingen en kosten voor de verschillende vervoerswijzen



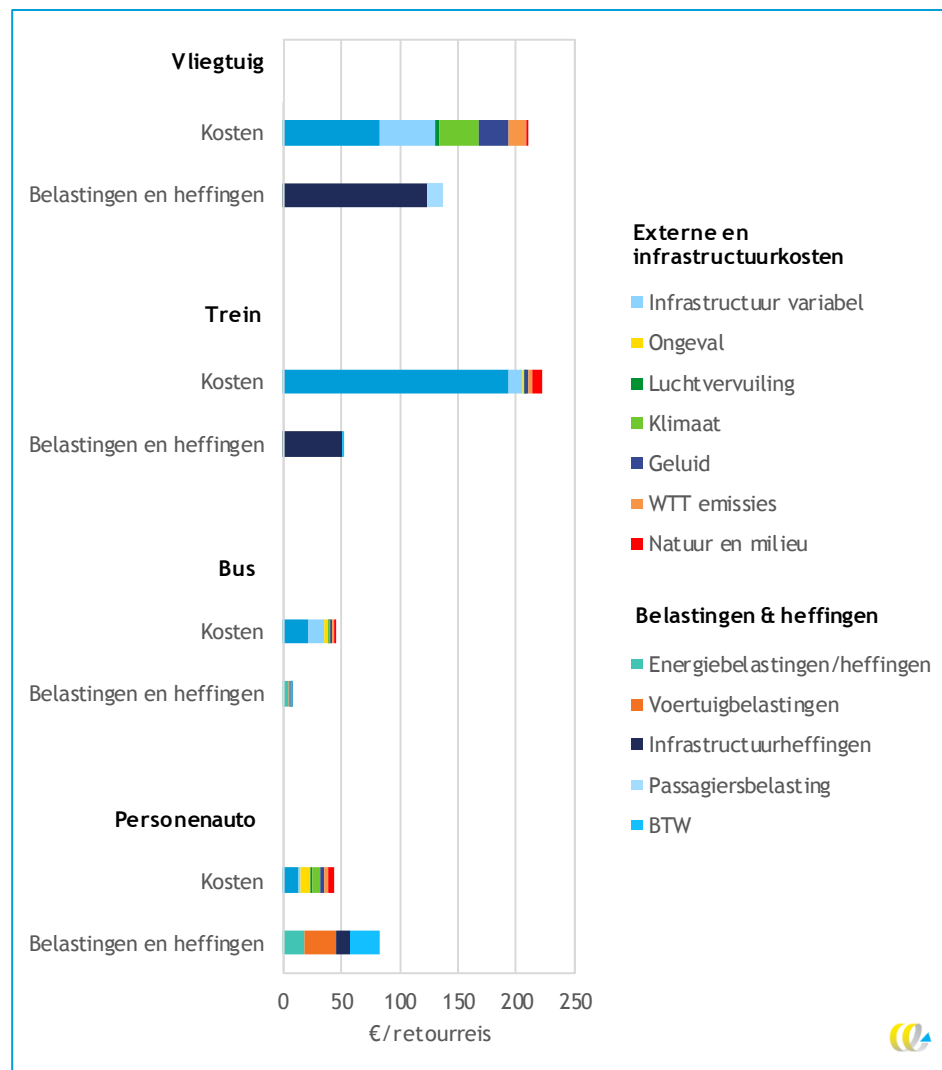
Noot: Bij de bepaling van de ratio's is de BTW niet meegenomen, met uitzondering van de BTW die wordt geheven over andere transportbelastingen. Zie Paragraaf 3.2.4 voor een nadere toelichting op deze werkwijze.

Als we BTW ook mee zouden nemen in de ratio's van belastingen/heffingen en kosten, dan zou alleen de ratio voor auto's substantieel veranderen. Voor het perspectief waarin alle kosten en belastingen/heffingen worden meegenomen stijgt de ratio dan van 144% naar 175%, terwijl dit voor het perspectief met variabele kosten en belastingen/heffingen gaat om een stijging van 144% naar 167%. Bij het tweede perspectief is de stijging in de ratio iets kleiner, omdat daar de BTW over de aanschaf van de auto niet wordt meegenomen. Bij de bus en de trein is het aandeel van de BTW in de gemiddelde belastingen/heffingen dermate klein dat er geen significante verandering in de ratio's optreden.

## Amersfoort - Londen

Een overzicht van de te betalen belastingen/heffingen en de gemaakte externe en infrastructuurkosten voor de verschillende vervoerswijzen op de route Amersfoort - Londen is weergegeven in Figuur 8. In grote lijnen zijn de resultaten vergelijkbaar met die voor de route Amersfoort - Parijs. Een belangrijk verschil bij de vliegtreis zijn de relatief hoge geluidskosten, die vooral het gevolg zijn van het hoge aantal geluidgehinderde omwonenden van London Heathrow. Daarnaast zijn ook de betaalde belastingen/heffingen voor de vliegtreis significant hoger dan op de route Amersfoort - Parijs, wat vooral het gevolg is van de hogere luchthavengelden in Londen.

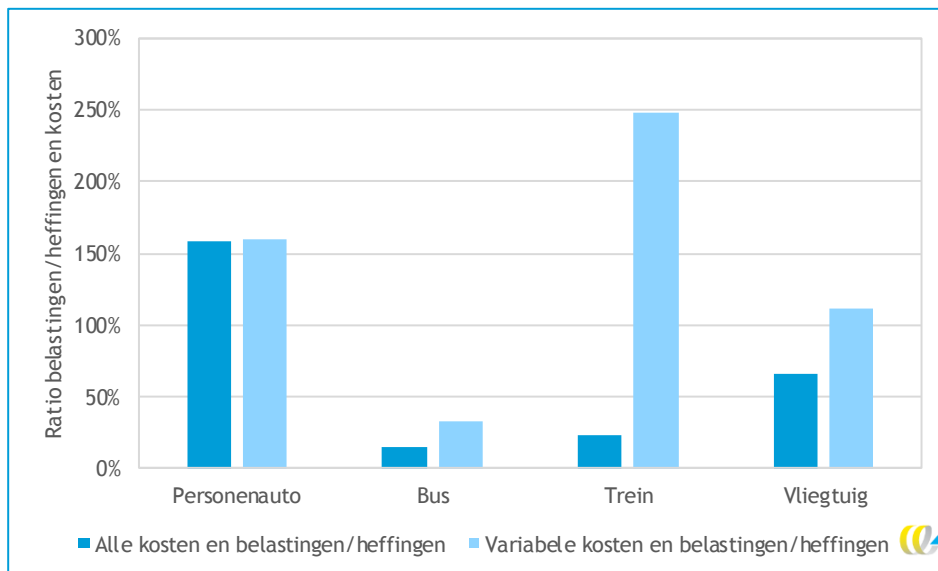
**Figuur 8 - Overzicht te betalen belastingen/heffingen en gemaakte externe en infrastructuurkosten voor de verschillende vervoerswijzen op de route Amersfoort - Londen**



Ook de ratio's van belastingen/heffingen en kosten zijn voor de route Amersfoort - Londen grotendeels vergelijkbaar met die voor Amersfoort - Parijs (zie Figuur 9). Bij de vliegtreis ligt de ratio voor Amersfoort - Londen hoger, wat het gevolg is van de hogere luchthavengelden voor een Embraer 170 (het referentievliegtuig voor deze twee reizen) in Londen in

vergelijking met Parijs. De belastingen/heffingen voor het vliegtuig op deze reis blijken ook voldoende te zijn om de totale infrastructuurkosten van de luchtvaart te dekken.

Figuur 9 - Ratio belastingen/heffingen en kosten voor de verschillende vervoerswijzen



Noot: Bij de bepaling van de ratio's is de BTW niet meegenomen, met uitzondering van de BTW die wordt geheven over andere transportbelastingen. Zie Paragraaf 3.2.4 voor een nadere toelichting op deze werkwijze.

Zoals aangegeven in de noot onder Figuur 9 is de BTW niet meegenomen in de ratio's van belastingen/heffingen en kortingen. Wanneer we dit wel zouden dan, dan stijgt de totale belastingen/heffingen en kosten ratio voor de personenauto van 159% naar 192%. Bij de variabele belastingen/heffingen en kosten gaat het om een stijging van 160% naar 185%. Bij de trein en de bus treedt er geen significante verandering in de ratio's op als BTW wordt meegenomen. Dit is uiteraard ook het geval voor het vliegtuig, aangezien over vliegtickets geen BTW wordt geheven.

### 3.4.2 Internationale voorbeeldreizen over middellange afstand

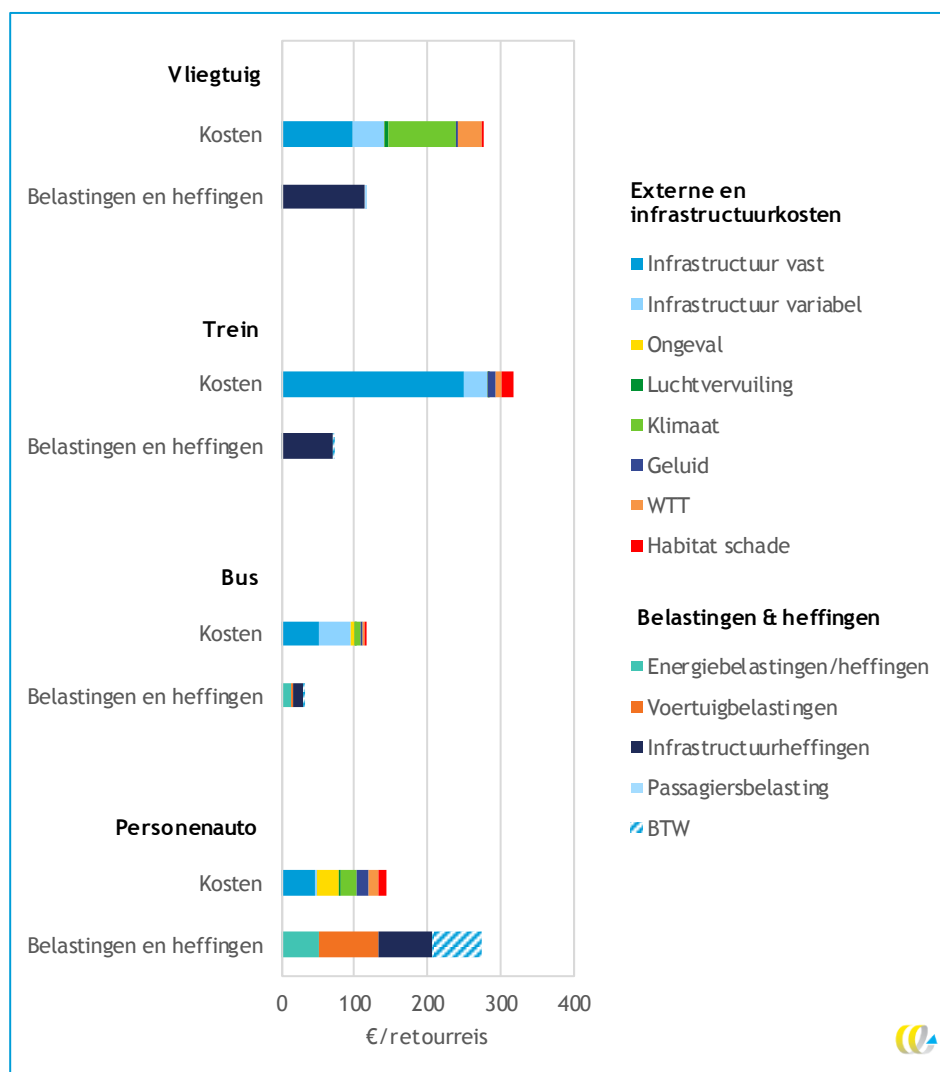
In deze sub-paragraaf presenteren we de resultaten voor de voorbeeldreizen over middellange afstand. We doen dat eerst voor de reis naar Barcelona en vervolgens voor de reis naar Rome

#### *Amersfoort - Barcelona*

De externe en infrastructuurkosten alsmede de belastingen en heffingen voor de verschillende vervoerswijzen voor een retour Amersfoort - Barcelona staan weergegeven in Figuur 10. Voor een deel zijn deze resultaten vergelijkbaar met de resultaten die we vonden voor de korte afstandsreizen. Zo zijn de totale externe en infrastructuurkosten ook hier weer het hoogst voor de trein, gevolgd bij het vliegtuig. Laten we echter de (vaste) infrastructuurkosten buiten beschouwing, dan zijn de kosten voor het vliegtuig het hoogst, gevolgd door de auto. De externe kosten voor de bus en de trein zijn vergelijkbaar als we de vaste kosten van schade aan natuur en milieu buiten beschouwing laten. Nemen we de laatstgenoemde kosten wel mee, dan zijn de externe kosten van de treinreiziger wat hoger dan van de busreiziger. Een andere overeenkomst met de resultaten voor de korte reisafstanden is dat de infrastructuurkosten bij alle vervoerswijzen de grootste kostenpost vormt.

Ook qua belastingen en heffingen zijn de resultaten redelijk vergelijkbaar met de kortere reizen. De meeste belastingen en heffingen worden betaald voor de autorit, gevolgd door het vliegtuig. Ook de verdeling over de verschillende typen belastingen/heffingen is vergelijkbaar met de situatie voor de kortere reizen. Voor de luchtvaart bestaan de belastingen en heffingen vooral uit luchthavengelden. Omdat er zowel in Nederland als in Spanje geen vliegbelasting was in 2016, komen die niet terug in Figuur 10. De bijdrage van ETS in de totale belastingen en heffingen voor de luchtvaart is evenals bij de korte afstandsreizen beperkt (minder dan 1%).

**Figuur 10 -** Overzicht te betalen belastingen/heffingen en gemaakte externe en infrastructuurkosten voor de verschillende vervoerswijzen op de route Amersfoort - Barcelona

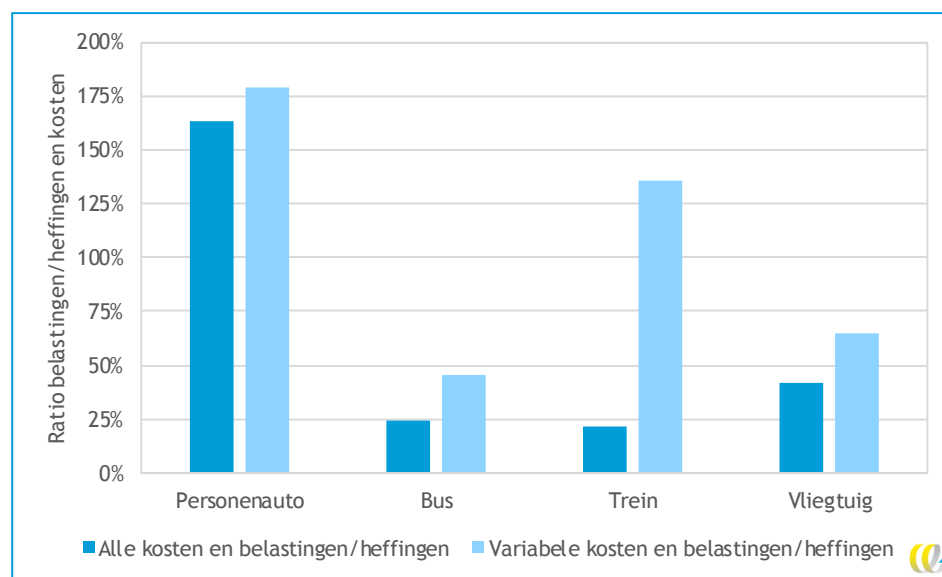


Naast overeenkomsten zijn er echter ook verschillen zichtbaar qua externe en infrastructuurkosten tussen de retourreis naar Barcelona en de kortere reizen naar Parijs en Londen. Zo is het verschil in de totale externe en infrastructuurkosten tussen het vliegtuig en de auto kleiner bij de reis naar Barcelona dan bij de kortere reisafstanden. De belangrijkste reden hiervoor is dat de kosten van de luchthaveninfrastructuur niet toenemen als de reisafstand toeneemt, terwijl dit bij de kosten van de weginfrastructuur (en ook bij de spoorinfrastructuur) wel het geval is. Met andere woorden, het relatieve belang van de

kosten van puntinfrastructuur (zoals een luchthaven) in de totale maatschappelijke kosten neemt af als de reisafstand toeneemt, terwijl dit bij lijninfrastructuur (weg, spoor) niet het geval is. Ook het verschil in externe kosten tussen het vliegtuig en de auto is kleiner dan bij de reizen naar Londen en Parijs. Enerzijds komt dit doordat het belang van lokale externe effecten (geluid, luchtkwaliteit) bij vliegreizen relatief afneemt als de reisafstand toeneemt, volgens dezelfde redenering als bij infrastructuurkosten. Daarnaast geldt ook dat de klimaatkosten (en de kosten van emissies van brandstofproductie) van het vliegtuig niet lineair toeneemt met de reisafstand, doordat het brandstofverbruik (en dus ook de klimaat-emissies) bij vliegtuigen tijdens de LTO-fase aanmerkelijk hoger ligt dan tijdens de cruise-fase. Overigens neemt het belang (en uiteraard ook de omvang) van de klimaatkosten in de totale externe kosten van de vliegreis wel toe, vooral ook omdat de hoogte van een deel van de andere kosten (infrastructuur, geluid, luchtvervuiling) onafhankelijk is van de reisafstand. Het belang van deze kosten in de totale kosten neemt daardoor af en die van afstand gerelateerde kosten (zoals de klimaatkosten) dus toe. In vergelijking met de reizen naar Parijs en Londen is het verschil in kosten tussen de auto en de trein ook afgenomen. Dit is vooral het gevolg van de relatief lagere infrastructuurkosten per reizigerskilometer voor het HSL-spoor in Frankrijk<sup>25</sup> (waar een groot deel van de reis naar Barcelona plaats vindt) in vergelijking met Nederland en België.

De vergelijking van kosten en belastingen/heffingen (zie Figuur 11) laten een vergelijkbaar patroon zien als voor de reizen naar Londen en Parijs. Bij de auto zijn de belastingen/heffingen die betaald worden hoger dan de kosten, terwijl dit bij de trein alleen het geval is wanneer er naar variabele kosten en heffingen wordt gekeken. Bij de vliegreis zijn de kosten in beide perspectieven hoger dan de betaalde heffingen (en deze ratio's zijn ook iets kleiner dan bij de reizen naar Londen en Parijs). Wederom is het wel zo dat de belastingen/heffingen voor de luchtvaart (het overgrote deel van) de infrastructuurkosten dekt.

Figuur 11 - Ratio belastingen/heffingen en kosten voor de verschillende vervoerswijzen



Noot: Bij de bepaling van de ratio's is de BTW niet meegenomen, met uitzondering van de BTW die wordt geheven over andere transportbelastingen. Zie Paragraaf 3.2.4 voor een nadere toelichting op deze werkwijze.

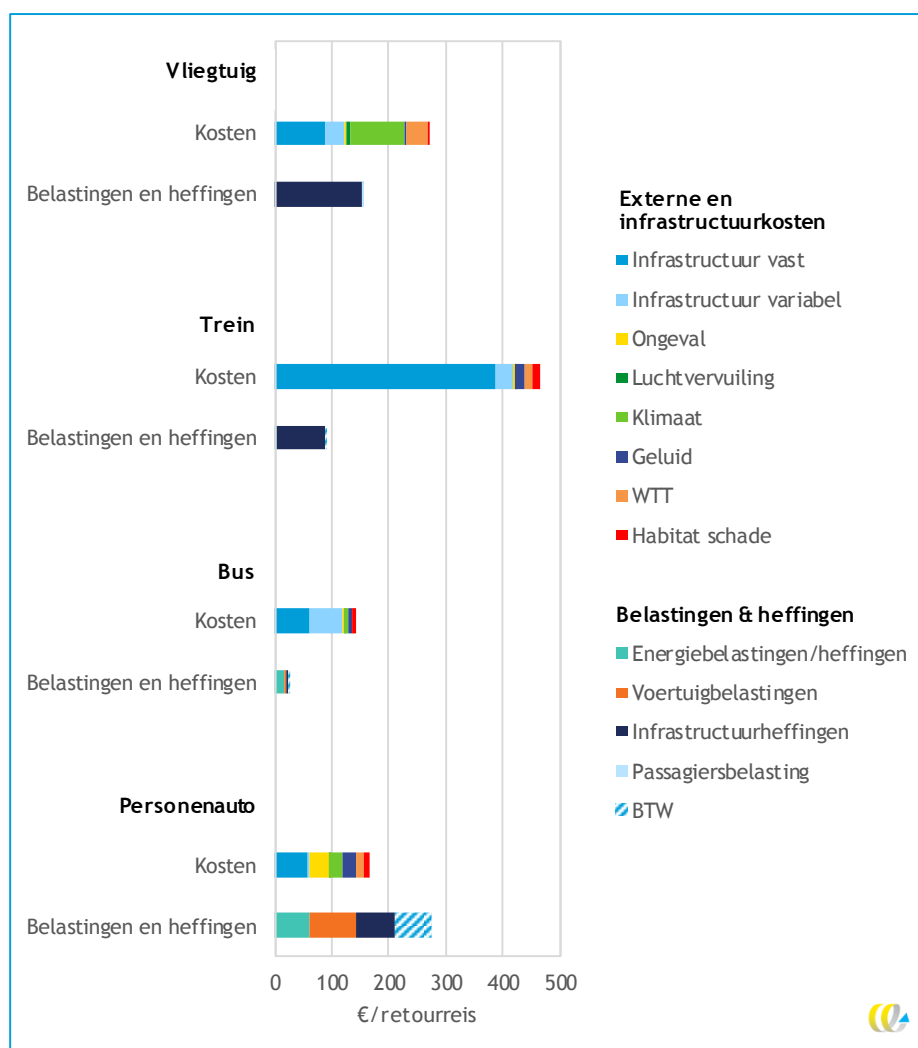
<sup>25</sup> Dit is onder andere het gevolg van de relatief hoge bezettingsgraad van de Thalys, waardoor de kosten per reizigerskilometer relatief laag uitvallen.

Het meenemen van de BTW in de ratio's leidt bij de auto tot een stijging van de ratio voor de totale belastingen/heffingen en kosten van 163% naar 193%, en voor de variabele belastingen/heffingen en kosten van 179% naar 201%. Bij de overige vervoerswijzen leidt meenemen van de BTW niet tot significante veranderingen in de ratio's.

### Amersfoort - Rome

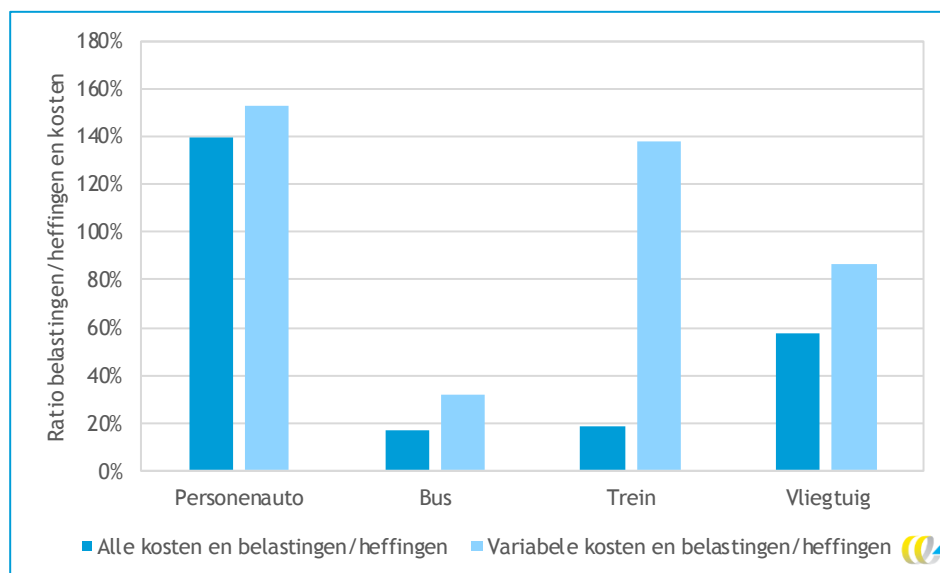
Zowel de externe en infrastructuurkosten als de belastingen en heffingen op de reis Amersfoort - Rome laten een vergelijkbaar patroon zien als bij de reis naar Barcelona (zie Figuur 12). De belangrijkste verschillen tussen beide reizen komen naar voren bij de vliegreis. Doordat de vlucht naar Rome langer is dan naar Barcelona neemt het aandeel van de niet-afstandsafhankelijke kostenposten (infrastructuur, geluid, luchtvervuiling) in de totale kosten af, terwijl het belang van de afstandsafhankelijke kostenposten (vooral klimaat en WTT-emissies) juist toenemen. Datzelfde geldt ook voor de afstandsafhankelijke kosten van het EU ETS, maar die blijven zeer beperkt (minder dan 1%). Daarnaast liggen de infrastructuurkosten voor de luchthaven in Rome lager dan in Barcelona, waardoor ook de absolute omvang van de infrastructuurkosten voor de vliegreis lager uitvallen.

Figuur 12 - Overzicht te betalen belastingen/heffingen en gemaakte externe en infrastructuurkosten voor de verschillende vervoerswijzen op de route Amersfoort - Rome



De lagere infrastructuurkosten voor de luchthaven in Rome (in vergelijking tot Barcelona) leiden er ook toe dat de ratio van kosten en belastingen/heffingen voor de reis naar Rome voor de vliegreis iets hoger uitvalt dan voor de reis naar Barcelona. Voor de overige vervoerswijzen zijn de ratio's vergelijkbaar tussen beide reizen (zie Figuur 13).

Figuur 13 - Ratio belastingen/heffingen en kosten voor de verschillende vervoerswijzen



Noot: Bij de bepaling van de ratio's is de BTW niet meegenomen, met uitzondering van de BTW die wordt geheven over andere transportbelastingen. Zie Paragraaf 3.2.4 voor een nadere toelichting op deze werkwijze.

Het meenemen van de BTW in de ratio's leidt bij de auto tot een stijging van de ratio voor de totale belastingen/heffingen en kosten van 139% naar 165%, en voor de variabele belastingen/heffingen en kosten van 153% naar 172%. Bij de overige vervoerswijzen leidt meenemen van de BTW niet tot significante veranderingen in de ratio's.

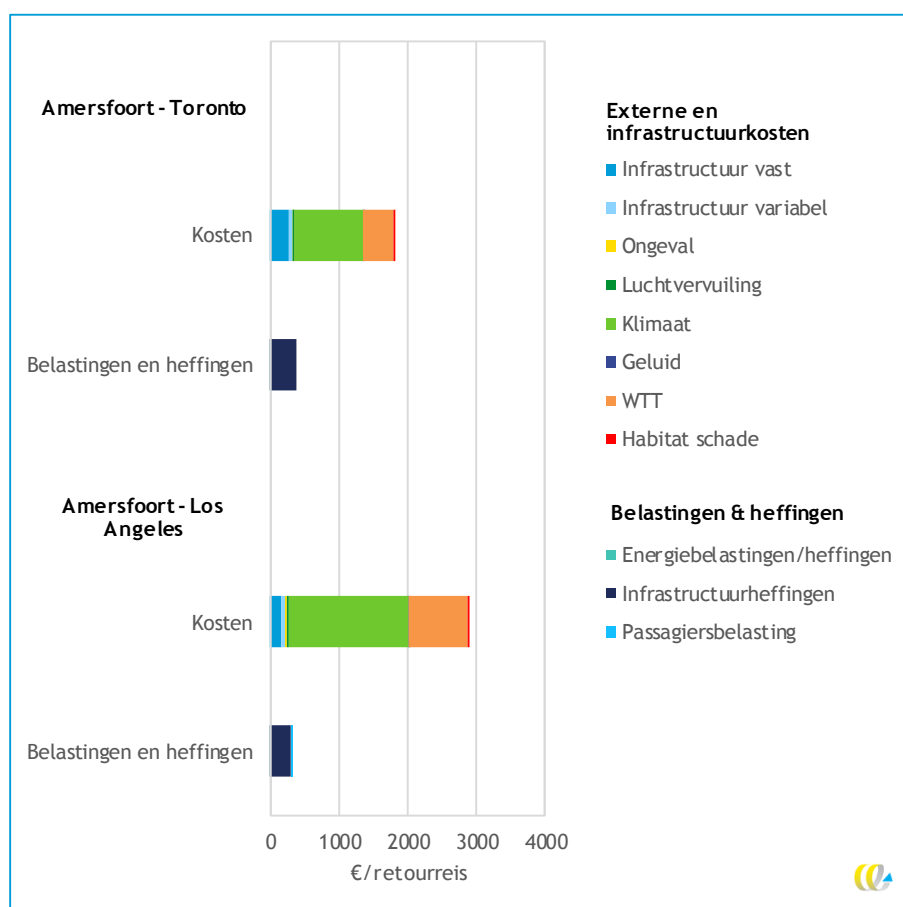
### 3.4.3 Internationale voorbeeldreizen over lange afstand

Zoals aangegeven in Paragraaf 3.3 bekijken voor de twee lange afstandsreizen (Amersfoort - Toronto en Amersfoort - Los Angeles) alleen naar het alternatief van vliegen. De hiermee gepaard gaande externe en infrastructuurkosten en de belastingen/heffingen zijn voor beide reizen weergegeven in Figuur 14. Zoals verwacht mocht worden voor deze lange afstandsvluchten worden de totale kosten gedomineerd door de afstandsafhankelijke kostenposten, te weten klimaatkosten en kosten van WTT-emissies. Op de reis naar Toronto vormen deze kostenposten ca. 80% van de totale externe en infrastructuurkosten, terwijl dit bij de reis naar Los Angeles zelfs 90% is. De heffingen/belastingen bestaan voor beide reizen vooral uit luchthavengelden. Daarnaast geldt er voor vluchten vertrekkend uit Los Angeles in het basisjaar 2016 ook nog een vliegbelasting, waar dat voor Toronto niet het geval is.

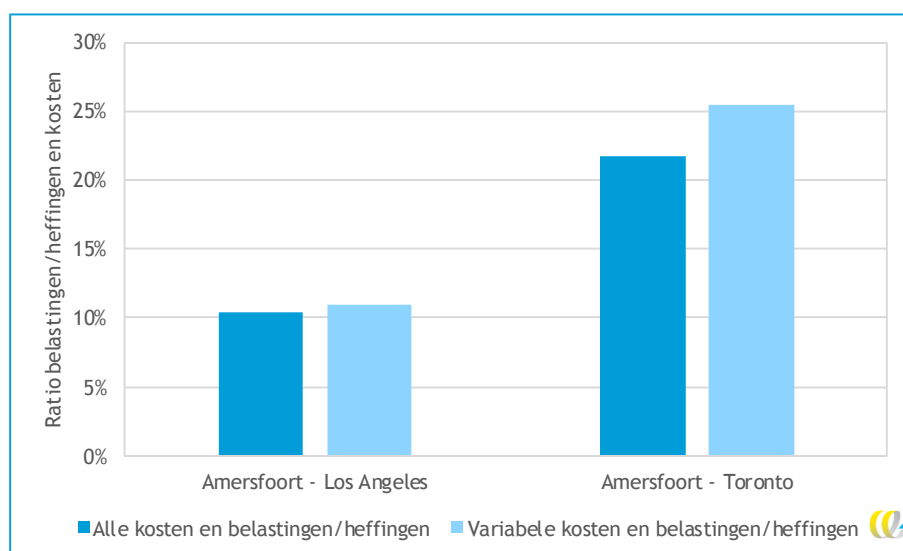
Aangezien het bij de belastingen/heffingen vooral gaat om heffingen voor het gebruik van de luchthaven (die niet/beperkt afstandsafhankelijk zijn) en bij de kosten juist om kosten die wel afstandsafhankelijk, liggen de kosten op lange vliegafstanden ruim hoger dan de belastingen/heffingen. Voor beide reizen liggen de ratio's beneden de 20%, wat aanzienlijk lager is dan voor de korte en middellange reizen. De infrastructuurkosten van de luchthavens worden op beide reizen wel gedekt door de luchthavengelden.



**Figuur 14 - Overzicht te betalen belastingen/heffingen en gemaakte externe en infrastructuurkosten voor de vliegreizen naar Toronto en Los Angeles**



**Figuur 15 - Ratio belastingen/heffingen en kosten**



Noot: Bij de bepaling van de ratio's is de BTW niet meegenomen, met uitzondering van de BTW die wordt geheven over andere transportbelastingen. Zie Paragraaf 3.2.4 voor een nadere toelichting op deze werkwijze.



# 4 Benchmark luchtvaart en spoorvervoer

## 4.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk hebben we de externe en infrastructuurkosten en de belastingen/heffingen voor verschillende vervoerswijzen op zes specifieke (internationale) voorbeeldreizen in kaart gebracht. Het voordeel van die methodiek is dat bij de bepaling van de kosten en belastingen/heffingen rekening gehouden kan worden met de specifieke kenmerken van de reis (en voertuigen). Het nadeel is echter dat deze aanpak geen inzicht biedt in hoe representatief de resultaten zijn voor de gemiddelde reis. Vandaar dat we, in aanvulling op de analyses in het vorige hoofdstuk, in dit hoofdstuk een benchmarkanalyse uitvoeren voor de luchtvaart en het spoorvervoer. In deze analyse vergelijken we de Nederlandse luchtvaart en het spoorvervoer met het vervoer in een aantal andere West-Europese landen op:

- de gemiddelde externe en infrastructuurkosten;
- de gemiddelde belastingen en heffingen;
- de gemiddelde mate van internalisatie van de externe en infrastructuurkosten.

In het vervolg van dit hoofdstuk gaan we allereerst kort in op de gehanteerde methodiek (Paragraaf 4.2). Vervolgens presenteren we de resultaten voor de benchmark van de luchtvaart (Paragraaf 4.3) en van het spoorvervoer (Paragraaf 4.4).

## 4.2 Methode

In de benchmarkanalyse zoals we die uitvoeren in dit hoofdstuk vergelijken we de Nederlandse luchtvaart met de situatie in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk, terwijl we voor het spoorvervoer naast deze twee landen ook Frankrijk meenemen<sup>26</sup>. We doen dit wederom voor het basisjaar 2016.

Bij het spoorvervoer voeren we de analyse uit op landniveau, wat wil zeggen dat we de gemiddelde kosten en belastingen/heffingen (in € per 1.000 reizigerskilometers) van het spoorvervoer<sup>27</sup> in Nederland vergelijken met de gemiddelde kosten en belastingen en heffingen van al het spoorvervoer in de verschillende andere landen. Voor de luchtvaart is de benodigde data niet beschikbaar op landniveau, maar wel op luchthavenniveau. Vandaar dat we de benchmark uitvoeren voor de belangrijkste luchthavens in de verschillende landen, te weten Schiphol Amsterdam, Frankfurt en Londen Heathrow.

<sup>26</sup> Door een gebrek aan data over de gemiddelde opbrengsten van de Franse vliegbelastingen die is toe te rekenen aan Franse luchthavens was het niet mogelijk om bij de luchtvaart ook Frankrijk/een Franse luchthaven mee te nemen in het onderzoek.

<sup>27</sup> Hierbij kijken we alleen naar het personenvervoer met elektrische treinen (zowel conventioneel elektrische treinen als hogesnelheidstreinen), aangezien dit de treinen zijn die concurreren met de luchtvaart. Goederentreinen en personentreinen op diesel blijven buiten beschouwing.



Voor de benchmarkanalyse maken we gebruik van data uit de volgende studies:

- CE Delft et al. (2019a) levert data over de gemiddelde externe kosten van spoorvervoer (in €/1.000 reizigerskilometers) en van luchtvaart (in €/vertrekkende vlucht);
- CE Delft et al. (2019b) levert data over de gemiddelde infrastructuurkosten van spoorvervoer (in €/1.000 reizigerskilometers) en van luchtvaart (in €/vertrekkende vlucht);
- CE Delft et al. (2019c) levert data over de gemiddelde opbrengsten van belastingen en heffingen voor het spoorvervoer (in €/1.000 reizigerskilometers) en van luchtvaart (in €/vertrekkende vlucht).

Jaarlijks wordt er door SEO ook een benchmark luchthavengelden en overheidsheffingen uitgevoerd, waarin de gelden en heffingen op Schiphol worden vergeleken met een selectie van andere internationale luchthavens. Om de vergelijkbaarheid tussen de luchthavens te vergroten gaat SEO er in haar analyses vanuit dat de vloot en de vluchten op alle luchthavens gelijk is aan die op Schiphol (het zogenaamde ‘Schipholpakket’). Deze methodiek is echter niet geschikt voor deze studie, omdat we hier de gemiddelde belastingen en heffingen op de luchtvaart voor de verschillende luchthavens ook willen vergelijken met de gemiddelde externe en infrastructuurkosten (die niet bekend zijn voor het ‘Schipholpakket’). Vandaar dat we in deze studie geen gebruik maken van de resultaten van de SEO-benchmarkstudies. Wel zullen we de resultaten van onze analyses van belastingen en heffingen vergelijken met die van de SEO-benchmarks.

In dit hoofdstuk nemen we, voor zowel de luchtvaart als het spoorvervoer, dezelfde kostenposten mee als in Hoofdstuk 3. Voor het spoorvervoer doen we dat ook voor de belastingen en heffingen. Bij de luchtvaart beperken we ons echter (noodgedwongen) tot de luchthavengelden en vliegbelastingen. Data over de gemiddelde navigatieheffingen en kosten van het ETS waren helaas niet beschikbaar. Echter, zoals de analyses in de voorgaande hoofdstukken hebben laten zien, vormen de luchthavengelden en vliegbelastingen het overgrote deel van de totale belastingen en heffingen op luchtvaart, waardoor het niet meenemen van de overige belastingen en heffingen waarschijnlijk geen grote invloed op de resultaten heeft.

De gemiddelde kosten en belastingen/heffingen in deze drie studies zijn bepaald door de totale kosten en opbrengsten voor een land/luchthaven te bepalen en die vervolgens te delen door het totale aantal vervoersbewegingen (reizigerskilometers bij het spoorvervoer en vertrekkende vluchten bij de luchtvaart). Het voordeel bij deze methode is dat er een gemiddelde ontstaat waarbij impliciet rekening wordt gehouden met de invloed van de vlootsamenstelling en specifieke transportbewegingen die worden gemaakt.

Een belangrijke uitzondering hierbij zijn de afstandsafhankelijke externe kosten van de luchtvaart (met name klimaatkosten en kosten van WTT-emissies). Door een gebrek aan data, is voor deze kosten in CE Delft et al. (2019a) een grove inschatting gemaakt. Dit is gedaan door op basis van specifieke data van Eurostat voor een paar typische luchthavens (die onder andere verschillen in het aantal vliegbewegingen, de omvang van hun netwerk, etc.) de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot en brandstofverbruik te bepalen. Vervolgens zijn de gemiddelde klimaatkosten en kosten van WTT-emissies per vertrekkende vlucht bepaald en toegewezen aan alle luchthavens die binnen diezelfde categorie vielen. Deze methode levert een goede eerste orde inschatting op van de totale en gemiddelde klimaatkosten en kosten van WTT-emissies voor de verschillende luchthavens. Echter, doordat Schiphol, Frankfurt en Heathrow allen in dezelfde categorie vielen, zijn de gemiddelde klimaatkosten en kosten van WTT-emissies voor deze luchthavens (nagenoeg) gelijk. Voor de benchmarkanalyse is dat dus een belemmering, die in het oog moet worden gehouden bij de interpretatie van de resultaten.

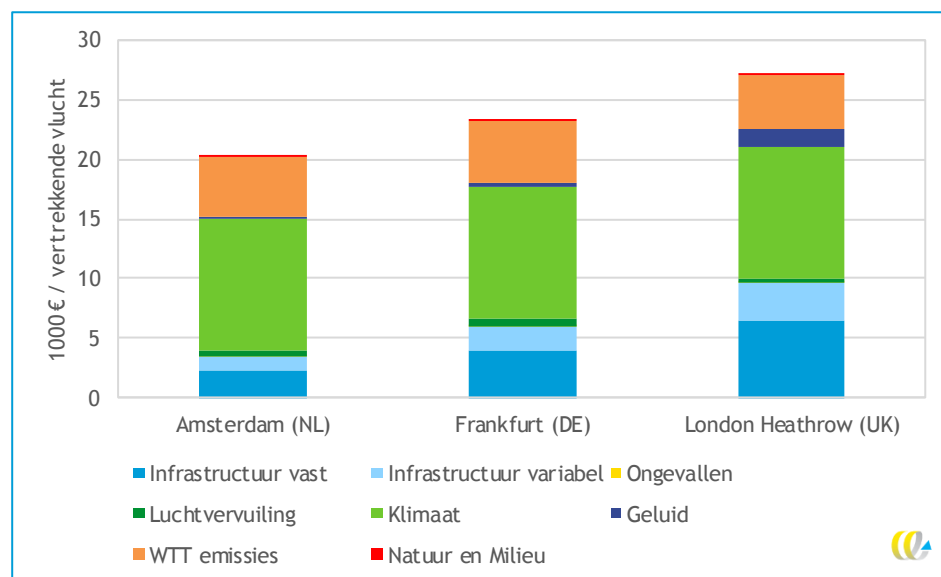
### 4.3 Benchmark luchthavens

De gemiddelde externe en infrastructuurkosten voor Schiphol in 2016 worden in Figuur 16 vergeleken met die voor Frankfurt en London Heathrow. Hierbij valt meteen op dat voor alle drie de luchthavens de afstandsafhankelijke kosten (klimaat, WTT-emissies) het overgrote deel van de totale kosten vormen (ca. 60 tot 80%). Dit is te verklaren door het grote internationale bestemmingennetwerk van alle drie de luchthavens, waardoor het aandeel lange intercontinentale vluchten op deze luchthavens relatief hoog is. Omdat dit type vluchten leidt tot hoge klimaatkosten en kosten van WTT-emissies (zie ook Paragraaf 3.4.3), zijn deze kostenposten ook ruim vertegenwoordigd in de kosten van de (gewogen) gemiddelde vlucht van deze luchthavens. Een vergelijking van de klimaatkosten en kosten van WTT-emissies tussen de drie luchthavens is vanwege methodische redenen niet erg zinvol (zie Paragraaf 4.2).

Een belangrijk verschil tussen de drie luchthavens is de hoogte van de infrastructuurkosten. Met name op Heathrow zijn deze (per vertrekkende vlucht) aanmerkelijk hoger dan op Schiphol (€ 9.660 tegenover € 3.490 per vertrekkende vlucht). Een mogelijke verklaring die in CE Delft, et al. (2019b) hiervoor wordt gegeven is dat het gemiddelde aantal passagiers per vliegtuig op Heathrow aanmerkelijk hoger ligt dan op Schiphol (166 tegenover 133). Aangezien het aantal passagiers een belangrijke determinant is voor verschillende elementen van de infrastructuurkosten (denk bijvoorbeeld aan de securitykosten), kan een hogere gemiddeld aantal passagiers per vliegtuig leiden tot hogere gemiddelde infrastructuurkosten per vertrekkende vlucht. Uiteraard kunnen er ook andere oorzaken zijn voor deze kostenverschillen, bijvoorbeeld in de efficiëntie van de bedrijfsvoering op de verschillende luchthavens. Inzicht hierin ontbreekt echter en zonder nader onderzoek is het dan ook niet mogelijk om hier verdere uitspraken over te doen.

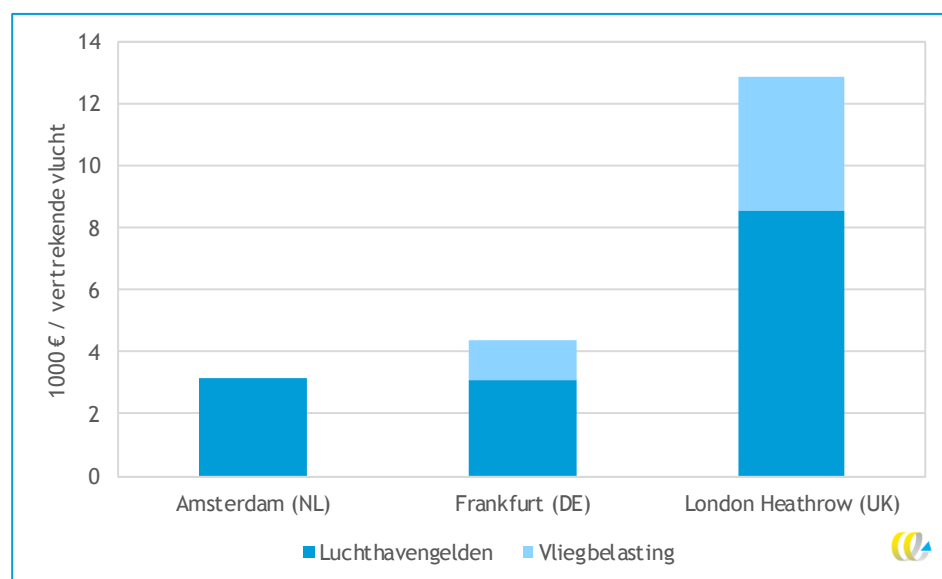
Naast de infrastructuurkosten liggen ook de geluidskosten op Heathrow hoger dan op Schiphol (€ 1.550 tegenover € 117 per vertrekkende vlucht). Dit is te verklaren door het hogere aantal geluidgehinderde omwonenden bij Heathrow ten opzichte van Schiphol.

Figuur 16 - Vergelijking gemiddelde externe en infrastructuurkosten voor de verschillende luchthavens in 2016



Een vergelijking van de gemiddelde luchthavengelden en vliegbelastingen in 2016 is voor de drie luchthavens gepresenteerd in Figuur 17. Het meest in het oog springende is hierbij dat de gemiddelde luchthavengelden in Heathrow gemiddeld ruim 2,5 keer hoger liggen (per vertrekkende vlucht) dan in Amsterdam. Zoals ook aangetoond door SEO (2016) is dit vooral te verklaren door de hogere tarieven in Londen. De gemiddelde luchthavengelden in Frankfurt liggen (per vertrekkende vlucht) op eenzelfde niveau als op Schiphol<sup>28</sup>. In Duitsland werd er in 2016 echter ook een vliegbelasting geheven, waardoor de gemiddelde belastingen/heffingen op Frankfurt 1,4 keer hoger liggen dan op Schiphol. Ook de vliegbelasting in de UK draagt bij aan de hogere gemiddelde heffing/belasting op Heathrow dan op Schiphol.

Figuur 17 - Vergelijking gemiddelde belastingen en heffingen voor de verschillende luchthavens in 2016



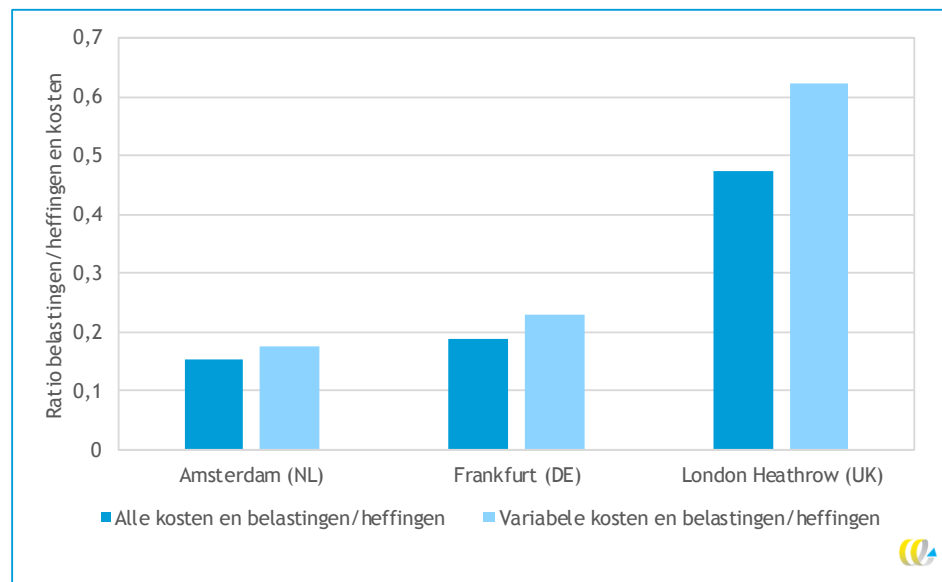
De hogere luchthavengelden in combinatie met het bestaan van een vliegbelasting in de UK zorgt ervoor dat een groter deel van de externe en infrastructuurkosten op Heathrow gedekt worden door belastingen/heffingen dan op Schiphol (zie Figuur 18). Frankfurt en Amsterdam liggen daarentegen redelijk op één lijn qua de mate waarin de externe en infrastructuurkosten worden gedekt door belastingen en heffingen. Hoewel de kosten in Frankfurt hoger liggen dan in Amsterdam, zorgt de Duitse vliegbelasting ervoor dat de ratio van belastingen/heffingen en kosten op Frankfurt vergelijkbaar (of zelfs iets hoger) zijn met die voor Schiphol.

De ratio van belastingen/heffingen en kosten voor Schiphol, zoals weergegeven in Figuur 18, liggen lager dan dezelfde ratio's voor de voorbeeldreizen in Paragraaf 3.4. Hiervoor zijn twee redenen. Allereerst is het aandeel lange afstandsvluchten op Schiphol relatief hoog, wat een dempend effect heeft op de gemiddelde ratio van belastingen/heffingen en kosten. Immers, zoals we zagen in Paragraaf 3.4, ligt deze ratio aanzienlijk lager voor lange afstandsvluchten dan voor korte of middellange vluchten. Ten tweede werd er bij de voorbeeldreizen gekeken naar retourvluchten, zodat de ratio van belastingen/heffingen en

<sup>28</sup> SEO (2016) vindt hogere gemiddelde luchthaventarieven op Frankfurt dan op Schiphol (voor het specifieke Schipholpakket). De vloot in Frankfurt verschilt echter van die in Schiphol, wat compenseert voor de hogere tarieven.

kosten voor de luchtvaart een gemiddelde is van de ratio voor Schiphol en de ratio voor de luchthaven op de bestemming. Op veel voorbeeldreizen (bijvoorbeeld Amersfoort - Londen) trekt de hogere ratio voor de luchthaven op bestemming de ratio voor de reis in het geheel omhoog.

Figuur 18 - Ratio belastingen/heffingen en kosten in 2016



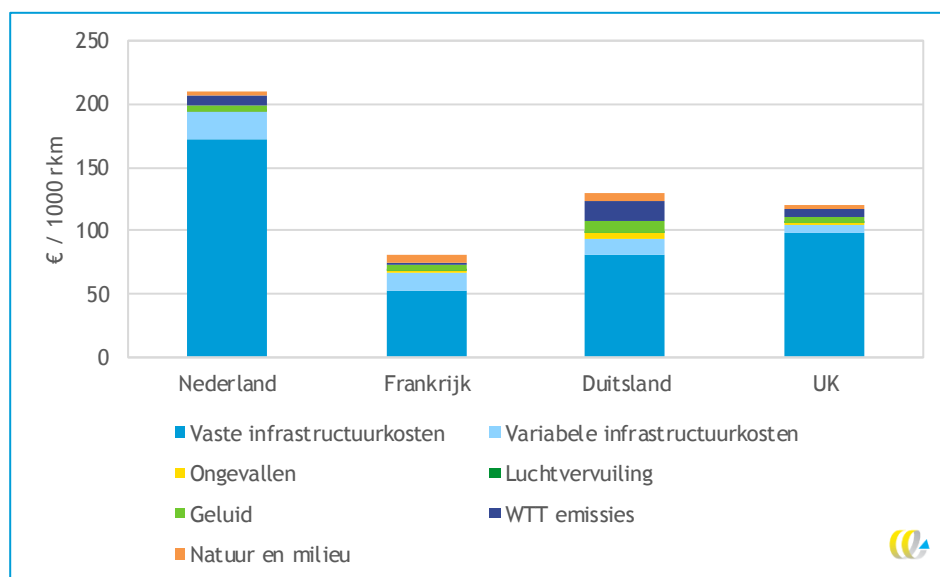
Tot slot, de benchmarkanalyse zoals uitgevoerd in deze paragraaf laat zien dat de luchthavengelden op de verschillende luchthavens (het overgrote deel van) de infrastructuurkosten dekken. Dit is in lijn met de doelstellingen van de luchthavengelden, die immers bedoeld zijn ter financiering van deze kosten.

#### 4.4 Benchmark spoorvervoer

De gemiddelde externe en infrastructuurkosten van het elektrisch personenvervoer ligt in Nederland hoger dan in Frankrijk, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk (zie Figuur 19). Dit is vooral het gevolg van de relatief hoge infrastructuurkosten voor het spoor in Nederland. Grote investeringen in de aanleg van infrastructuur die niet volledig wordt benut (het Nederlandse HSL-netwerk) in combinatie met de hoge complexiteit<sup>29</sup> van het Nederlandse spoornetwerk zorgen hiervoor (CE Delft, et al., 2019b).

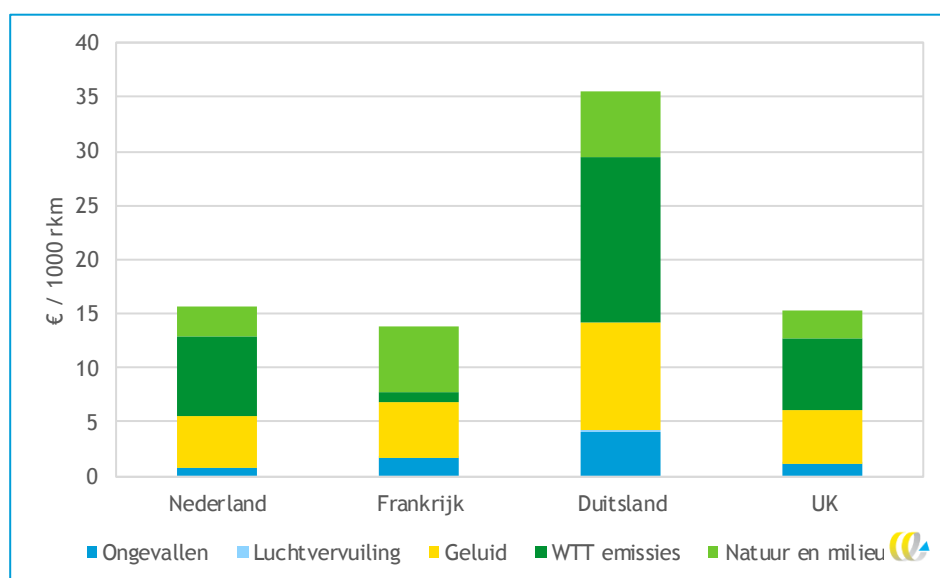
<sup>29</sup> De grote drukte op het gecombineerde (niet-HSL) spoor in Nederland zorgt bijvoorbeeld voor hoge operationele kosten.

**Figuur 19 - Vergelijking gemiddelde externe en infrastructuurkosten voor het spoorvervoer in de verschillende landen**



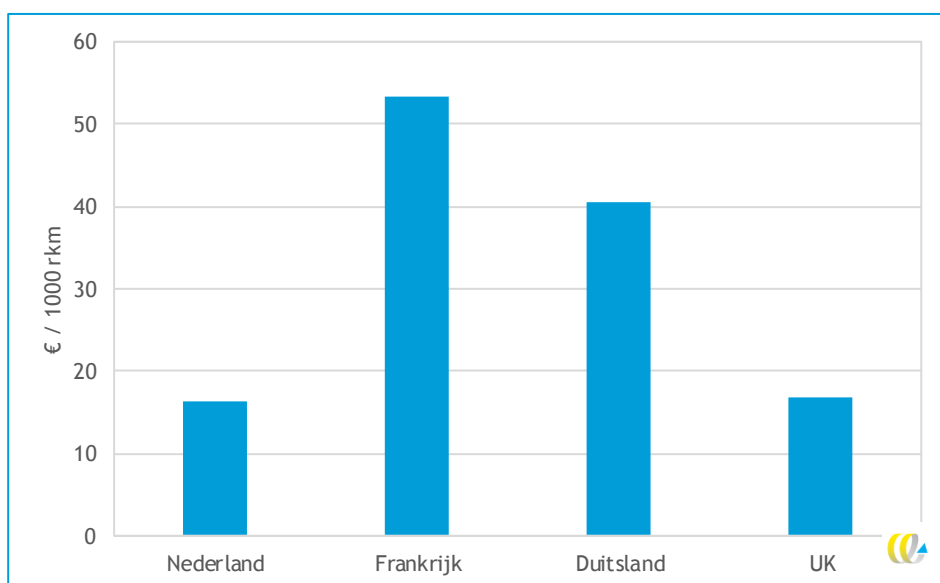
Wanneer we inzoomen op de externe kosten van het spoorvervoer (zie Figuur 20), dan zien we dat die in Duitsland aanzienlijk hoger liggen dan in Nederland. De reden hiervoor is vooral dat de CO<sub>2</sub>-intensiteit van de elektriciteitsproductie in Duitsland hoger ligt dan in Nederland (meer elektriciteit uit steenkool), waardoor de kosten van WTT-emissies in Duitsland hoger uitvallen. Daarnaast zijn ook de geluidskosten en ongevalskosten in Duitsland hoger dan in Nederland, respectievelijk door een hoger aantal geluidgehinderde personen en een hoger ongevalsrisico in Duitsland. De laagste externe kosten van spoorvervoer worden gevonden voor Frankrijk. Met name het grote aandeel van kernenergie in de elektriciteitsproductie in Frankrijk zorgt ervoor dat de externe kosten van WTT-emissies van het spoorvervoer in Frankrijk een factor 4 lager ligt dan in Nederland.

**Figuur 20 - Vergelijking gemiddelde externe kosten voor het spoorvervoer in de verschillende landen**



Figuur 21 presenteert de vergelijking van de gemiddelde belastingen en heffingen voor het spoorvervoer in de verschillende landen. In alle landen bestaan deze vooral uit de gebruikersvergoedingen voor het spoor. In Frankrijk en Duitsland liggen deze heffingen hoger dan in Nederland. Dit is onder andere het gevolg van het feit dat hogesnelheidstreinen in die landen verantwoordelijk zijn voor een groter deel van de reizigerskilometers, waardoor de gemiddeld hogere gebruikersvergoedingen van die treinen ten opzichte van conventionele elektrische treinen zwaarder meewegen in de gemiddelde belastingen/heffingen). De gemiddelde heffingen in het Verenigd Koninkrijk zijn vergelijkbaar met Nederland.

Figuur 21 - Vergelijking gemiddelde belastingen en heffingen voor het spoorvervoer in de verschillende landen



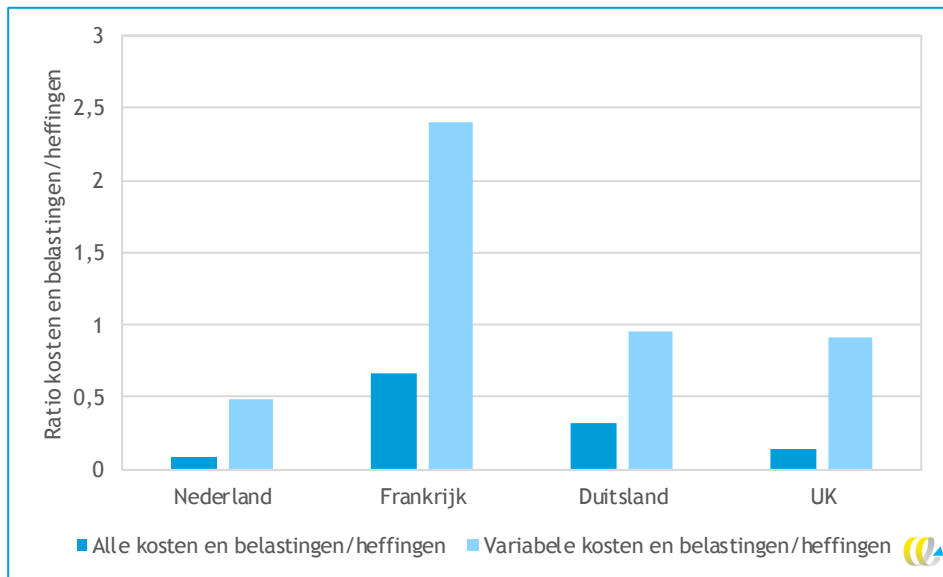
Wanneer we tenslotte de gemiddelde belastingen/heffingen en kosten met elkaar vergelijken voor de verschillende landen, dan zien we dat deze ratio in Nederland aanzienlijk lager ligt dan in Frankrijk en Duitsland, en in mindere mate ook dan in het Verenigd Koninkrijk. De hoge gemiddelde infrastructuurkosten en juist lage gemiddelde heffingen voor het elektrisch spoorvervoer<sup>30</sup> in Nederland zijn hiervan de hoofdoorzaak.

Voor Nederland, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk ligt de ratio van belastingen/heffingen en kosten lager dan de ratio's die voor het spoorvervoer op de voorbeeldreizen wordt gevonden. Bedacht moet echter worden de ratio's voor de voorbeeldreizen een gewogen gemiddelde vormen van de ratio's voor de landen waardoor de voorbeeldreizen lopen. Indien de reis dus voor een groot deel door een land (of een aantal landen) loopt met hoge belastingen/heffingen of lage kosten (zoals bijvoorbeeld Frankrijk) dan kan dit de ratio voor die voorbeeldreis significant verhogen.

<sup>30</sup> Zoals hierboven ook aangegeven gaat het hierbij om de gewogen gemiddelde heffingen voor HSL en conventionele elektrische treinen.



Figuur 22 - Ratio belastingen/heffingen en kosten



# 5 Conclusies

## 5.1 Inleiding

In dit laatste hoofdstuk presenteren we de belangrijkste conclusies van het onderzoek. We doen dit in drie paragrafen in lijn met de drie hoofdstukken in dit rapport.

## 5.2 Ontwikkeling belastingen en heffingen op de luchtvaart in Nederland

De belangrijkste conclusies met betrekking tot de ontwikkeling van de belastingen en heffingen op de luchtvaart in Nederland zijn:

- De gemiddelde kosten voor luchtvaartmaatschappijen door belastingen en heffingen zijn in de jaren tussen 2015 en 2017 gedaald. Sinds 2018 is er een stijgende trend zichtbaar (door toenemende luchthavengelden), waarvan verwacht wordt dat die in ieder geval tot 2021 doorzet. Deze trend zorgt ervoor dat de gemiddelde hoogte van belastingen/heffingen in 2019 weer op het niveau van 2015 zal zitten. Vanaf 2021 wordt een verdere stijging in de kosten voor luchtvaartmaatschappijen door belastingen en heffingen voorzien (van ca. 14%) met de invoering van de vliegbelasting in Nederland. De kosten komen daarmee ca. 40% hoger uit dan in 2018 (en 31% hoger dan in 2015).
- Het overgrote deel van de belastingen en heffingen op de luchtvaart bestaat in Nederland uit de (private) luchthavengelden (incl. securitygelden). In de afgelopen jaren waren deze gelden goed voor ca. 90% van de totale inkomsten. Vanaf 2021 neemt dit aandeel af (met de invoering van de vliegbelasting), maar blijft met bijna 80% hoog.
- De bijdrage van het EU ETS aan de gemiddelde kosten voor luchtvaartmaatschappijen door belastingen en heffingen is beperkt (1 à 2%).
- De invoering van CORSIA in 2021 gaat naar verwachting in de onderzochte periode niet tot een significante kostenstijging voor de luchtvaartmaatschappijen in Nederland leiden.

## 5.3 Vergelijking van luchtvaart met andere vervoerswijzen voor specifieke voorbeeldreizen

De vergelijking van de externe en infrastructuurkosten en belastingen/heffingen voor verschillende vervoerswijzen in 2016 voor zes voorbeeldreizen leidt tot de volgende conclusies:

- De hoogste totale externe en infrastructuurkosten worden gevonden voor het spoorvervoer, gevolgd door de luchtvaart, de auto en de bus. De hoge kosten voor het spoorvervoer zijn vooral het gevolg van de relatief hoge vaste infrastructuurkosten van deze vervoerswijze. Wanneer we de vaste kosten buiten beschouwing laten, dan heeft het spoorvervoer echter de laagste kosten van alle vervoerswijzen. De luchtvaart heeft in dit perspectief daarentegen de hoogste kosten, gevolgd door de auto en de bus.
- Wanneer we inzoomen op de externe kosten, dan zien we dat deze het hoogst zijn voor de luchtvaart, gevolgd door de auto, de trein en de bus. Vooral op de korte voorbeeldreizen liggen de externe kosten van de luchtvaart ruim boven die van de personenauto, trein en bus. Dit is het gevolg van het relatief hoge brandstofverbruik tijdens de LTO-fase en de daarmee gepaard gaande hoge klimaatkosten en kosten van WTT-emissies. Op de middellange voorbeeldreizen is het verschil in externe kosten tussen het vliegtuig en de auto kleiner, maar nog altijd in het nadeel van de eerste.



- Op de relatief korte vliegreizen (naar Londen en Parijs) vormen de infrastructuurkosten de grootste kostenpost voor de luchtvaart. Echter, hoe langer de vlucht, hoe groter het aandeel dat de klimaatkosten en de kosten van emissies door brandstofproductie innemen in de totale kosten.
- Voor de auto dient over het algemeen het meeste aan belastingen en heffingen betaald te worden, gevolgd door het vliegtuig, de trein en de bus. Merk op dat het hierbij gaat om de gemiddelde belastingen en heffingen in 2016 en dat die in de toekomst kunnen veranderen. Zoals we eerder zagen nemen de gemiddelde belastingen en heffingen voor de luchtvaart in Nederland in de komende jaren toe (40% hoger in 2021 dan in 2018). Dit heeft uiteraard ook invloed op de ratio's van belastingen/heffingen en kosten.
- De personenauto betaalt op alle voorbeeldreizen meer dan volledig voor de totale externe en infrastructuurkosten die het veroorzaakt. Voor de luchtvaart ligt de mate van internalisatie voor de korte en middellange reizen tussen de 40 en 60% en op de lange reizen rond de 20%. Wel geldt dat de luchthavengelden voor de luchtvaart (het overgrote deel van) de infrastructuurkosten dekken, wat in lijn is met de doelstelling van deze gelden (namelijk het verzorgen van de financiering van de infrastructuurkosten). Bij de trein en de bus ligt de mate waarin de totale externe en infrastructuurkosten gedekt worden belastingen en heffingen duidelijk lager dan bij de auto en ook het vliegtuig.
- Wanneer we enkel kijken naar de variabele kosten en belastingen en heffingen, dan vinden we de hoogste mate van internalisatie voor de auto en de trein. Beide vervoerswijzen betalen op alle voorbeeldreizen meer dan volledig voor de variabele kosten die ze veroorzaken. Bij de luchtvaart is dat ook voor één van de voorbeeldreizen het geval (Amersfoort - Londen), terwijl de ratio van variabele belastingen/heffingen en variabele kosten op de andere (korte en middellange) reizen tussen de 60 en 80% ligt. Op de lange (intercontinentale) voorbeeldreizen ligt deze ratio voor de luchtvaart op ca. 20%. Tot slot, bij de bus zijn de variabele belastingen/heffingen op alle reizen gelijk aan 30 tot 50% van de variabele kosten.

## 5.4 Benchmark luchtvaart en spoorvervoer

De uitgevoerde benchmark voor de Nederlandse luchtvaart en spoorvervoer met Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk voor 2016 levert de volgende conclusies op:

- In vergelijking met Londen Heathrow zijn op Schiphol de heffingen en belastingen ten opzichte van de externe en infrastructuurkosten van vertrekkende vluchten lager. Dit is vooral het gevolg van de lagere luchthavengelden op Schiphol in vergelijking met Heathrow en het (in 2016 reeds) bestaan van een vliegbelasting in het Verenigd Koninkrijk. Op Frankfurt is de verhouding vergelijkbaar met Schiphol. Hoewel de gemiddelde externe en met name infrastructuurkosten op Frankfurt hoger lagen dan op Schiphol, wordt dit vooral gecompenseerd door het feit dat er in 2016 in Duitsland reeds een vliegbelasting werd geheven.
- In vergelijking met Frankrijk en Duitsland (en in mindere mate het Verenigd Koninkrijk) wordt in Nederland een kleiner deel van de externe en infrastructuurkosten van het spoorvervoer gedekt door belastingen en heffingen. Dit is enerzijds het gevolg van de relatief hoge vaste infrastructuurkosten (aanlegkosten + vaste vernieuwingskosten) voor het spoorvervoer in Nederland en anderzijds door de lagere gebruiksvergoedingen die in Nederland voor het spoor betaald hoeven te worden.



# Referenties

Bosquet, R., Vandanjon, P. O., Coiret, A. & Lorino, T., 2013. Model of High-Speed Train Energy Consumption. *World Academy of Science, Engineering and Technology : International Journal of Energy and Power Engineering*, 7(6), pp. 767-771.

CBS, 2019. *Statline : Verkeersprestaties personenauto's; kilometers, brandstofsoort, grondgebied*. [Online]

Available at:

<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80428NED/table?fromstatweb>

[Geopend 2019].

CE Delft, TML, TNO, TRT , 2012. *An inventory of measures for internalising external costs in transport*, Brussels: European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport.

CE Delft; TML; Herry; SSP Consult; BME, 2017. *Case study analysis of the burden of taxation and charges on transport*, Delft: CE Delft.

CE Delft, 2014. *De externe en infrastructuurkosten van verkeer in Nederland*, Delft: CE Delft.

CE Delft, 2014. *STREAM passenger transport 2014*, Delft: CE Delft.

CE Delft, 2016. *A comparison between CORSIA and the EU ETS for Aviation*, Delft: CE Delft.

CE Delft, 2019. *Prospective LCA of Hardt Hyperloop system variants*, Delft: CE Delft.

CE Delft, INFRAS, TRT & Ricardo, 2019a. *Handbook on the External Costs of Transport - Version 2019*, Delft: CE Delft.

CE Delft, et al., 2019c. *Transport taxes and charges in Europe*, Delft: CE Delft.

CE Delft, INFRAS, TRT & Ricardo, 2019d. *State of play of internalisation in the European transport sector*, Delft: sn

CE Delft, et al., 2019b. *Overview of transport infrastructure expenditures and costs*, Delft: CE Delft.

Dinu, O. & Burciu, S., 2016. Options for long distance passenger land transport infrastructure expansion. Analysis regarding network-based sustainable development. *Procedia Technology* , Volume 22, pp. 991-998.

Doomernik, J. E., 2014. Performance and efficiency of High-speed rail systems. *Transportation Research Procedia*, Volume 8, pp. 136-144.

EEA, 2016a. *Monitoring of CO2 emissions from passenger cars - Regulation 443/2009*, Copenhagen: European Environment Agency (EEA).

EEA, 2016b. *Occupancy rates - TERM indicators*, Copenhagen: European Environment Agency (EEA).



EMISIA, INFRAS, IVL, 2013. *TRACCS - Transport data collection supporting the quantitative analysis of measures relating to transport and climate change.*, Thessaloniki: EMISIA S.A.

Frischknecht, R., Messmer, A. & Stolz, P., 2016. *Mobitool - Grundlagenbericht*, Bern: sn

IATA, 2016. *Strong passenger demand continues in 2016, press release No. 11*. [Online] Available at: <http://www.iata.org/pressroom/pr/Pages/2016-03-08-01.aspx> [Accessed 2018].

ICCT, 2016. *European vehicle market statistics : Pocketbook 2016/17*, Berlin: International Council on Clean Transportation (ICCT) Europe.

KiM, 2018. *Luchtvaartfeiten - Overzicht van aantallen vluchten, passagiersstromen en goederenstromen op de Nederlandse luchthavens*, Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).

KLM, 2018. *Annual Report*, Amstelveen: KLM.

Miedema, H. & Oudshoorn, C., 2001. Annoyance from transport noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environmental Health Perspectives*, pp. 409-416.

Ministerie van Financiën, 2019. *Memorie van Toelichting wijziging van de Wet belastingen op milieugrondslag (Wet vliegbelasting)*, Den Haag: Rijksoverheid.

NCCRP et al., 2015. *NCCRP report 3 Comparison of Passenger Rail Energy Consumption with Competing Modes*, Washington, DC: The National Academies Press.

NEA, 2018. *Voortgang Emissiehandel 2018 - Feiten en cijfers over emissiehandel in Europa en Nederland*, Den Haag: sn

NewClimate Institute ; Lambert Schneider, 2018. *Discussion paper: Marginal cost of CER supply and implications of demand sources*, Berlin: German Emissions Trading Authority (DEHSt) at the German Environment Agency.

Ortega, A., Guzman, A., Preston, F. & Vassallo, J., 2016. Price elasticity of demand in the high speed rail lines of Spain: The impact of the new pricing scheme. *Transportation Research Record*, Issue 2597, pp. 90-98.

PBL, 2018. *Projectie ETS-prijs volgens uitgangspunten concept wetsvoorstel minimum CO2-prijs elektriciteitsproductie*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Pedestrian Observations, 2012. *Table of Train Weights*. [Online] Available at: <https://pedestrianobservations.com/2012/03/13/table-of-train-weights/> [Geopend 2019].

SEO, 2016. *Benchmark luchthavengelden en overheidsheffingen*, Amsterdam: sn

SEO, 2018. *Benchmark luchthavengelden en overheidsheffingen 2017*, Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.

Siemens, 2009. *High speed train set Velaro CRH3 : for the Chinese Ministry of Railways (MOR)*. [Online]



Available at:

[https://www.siemens.com/press/pool/de/materials/industry/imo/velaro\\_cn\\_en.pdf](https://www.siemens.com/press/pool/de/materials/industry/imo/velaro_cn_en.pdf)  
[Accessed 2017].

Siemens, 2016. *ICE 4 (BR 412) : high speed trains*. [Online]

Available at: <https://www.siemens.com/press/pool/de/feature/2015/mobility/2015-09-icx/data-sheet-ice4-e.pdf>  
[Accessed 2017].

Steer Davies Gleave, 2009. *Study of passenger transport by coach, final report*, Brussels: European Commission, Directorate General Energy and Transport.

Steinbach, N. et al., 2009. *Environmental taxes : Document to the London Group meeting in Canberra, April 2009, following the meeting in Brussels, October 2008*, Stockholm: Statistics Sweden.

TML, 2016. *Internalisering van externe kosten van transport in Vlaanderen: actualisering 2016*, Leuven: Transport & Mobility Leuven (TML).

UIC, 2013. *Case study Thalys*, Paris: International Union of Railways (UIC).



# A Toelichting externe en infrastructuurkosten

## A.1 Inleiding

De externe en infrastructuurkosten, zoals gepresenteerd in Hoofdstuk 3 en 4, zijn bepaald met behulp van kostenkentalen uit CE Delft et al. (2019a) en CE Delft et al. (2019b). Het gaat daarbij voornamelijk om specifieke kentalen per kostenpost in € per voertuigkilometer (of € per vertrekkende vlucht voor luchtvaart), die zijn gedifferentieerd naar land, type voertuig en (waar mogelijk) naar type weg en regio (stedelijk, landelijk). In deze bijlage geven we een korte toelichting op de wijze waarop deze kostenkentalen zijn vastgesteld. Daarbij gaan we per kostenpost allereerst in op de wijze waarop de verschillende kosten precies zijn gedefinieerd, om daarna kort de methode voor de bepaling van de kostenkentalen te bespreken. Voor een uitgebreidere beschrijving van de methode van het waarderen van de externe en infrastructuurkosten verwijzen we naar CE Delft et al. (2019a) en CE Delft et al. (2019b).

In het vervolg van deze bijlage geven we in Bijlage A.2 allereerst een korte beschrijving van de algemene werkwijze die is gehanteerd in CE Delft et al. (2019a) en CE Delft et al. (2019b). Vervolgens gaan in Bijlage A.3 tot en met A.9 in op de verschillende kostenposten.

## A.2 Algemene werkwijze

Voor de bepaling van kostenkentalen (in € per voertuigkilometer of € per vertrekkende vlucht) is, afhankelijk van de kostenpost, bij de kwantificering en monetarisering gebruik gemaakt van een top-down- of bottom-upbenadering:

- *Top-downbenadering*: hierbij worden allereerst de totale externe en/of infrastructuurkosten bepaald, om die vervolgens toe te wijzen aan de verschillende vervoerswijzen. Deze benadering is bijvoorbeeld toegepast bij de bepaling van de kosten van geluid. Allereerst zijn de totale geluidskosten per modaliteit (weg, spoor, luchtvaart) bepaald op basis van het aantal geluidgehinderde personen en een milieuprijs voor de omvang van de schade die deze mensen ondervinden als gevolg van het verkeersgeluid. Vervolgens zijn deze totale geluidskosten per modaliteit toegewezen aan de verschillende vervoerswijzen (bijv. auto, bus, vrachtauto, etc.) op basis van relevante 'cost drivers' (bijv. aantal voertuigkilometers, gemiddelde geluidsproductie van het voertuig, etc.). Naast geluid is de top-downbenadering ook toegepast bij de infrastructuurkosten, ongevalskosten en de kosten van schade aan natuur en milieu.
- *Bottom-upbenadering*: hierbij worden de externe kosten eerst per vervoersbeweging vastgesteld, om vervolgens opgeschaald te worden op basis van data over het totale aantal vervoersbewegingen. Deze benadering is toegepast voor de kosten van luchtvervuiling, klimaat en emissies van brandstof- en elektriciteitsproductie. Startpunt bij deze benadering zijn relevante emissiefactoren (in g/rkm, g/tkm of g/vkm) per voertuigtype (evt. gedifferentieerd naar milieukeurmerken van het voertuig, zoals de Euroklasse van een auto) Met behulp van relevante milieuprijzen (bijvoorbeeld de CO<sub>2</sub>-prijs), die de waardering geven voor een kg of ton van een specifieke emissie, zijn vervolgens de kosten per voertuigkilometer of per vertrekkende vlucht bepaald.

Waar mogelijk is er bij de bepaling van de kostenkentalen gedifferentieerd naar parameters die een grote invloed hebben op de omvang van de kosten. Zo zijn de kosten van luchtvervuiling gedifferentieerd naar type voertuig (auto, bus, vrachtauto, etc.), brandstof (benzine, diesel, etc.), Euroklasse van het voertuig, wegtype (snelweg, stadsweg, overige wegen) en omgevingstype (grootstedelijk gebied, stedelijk gebied, niet-stedelijk gebied). In deze studie hebben we zoveel mogelijk gebruik gemaakt van deze gedifferentieerde kostenkentalen, om op die manier zo goed mogelijk aan te sluiten bij de specifieke kenmerken van de voorbeeldreizen die zijn bekeken.

In CE Delft et al. (2019a) and CE Delft et al. (2019b) worden kostenkentalen (in €/vkm en €/LTO of €/vertrekkende vlucht) gepresenteerd voor alle EU28-lidstaten, Noorwegen, Zwitserland, Japan, twee Canadese provincies en twee Amerikaanse staten. Voor de bepaling van deze kostenkentalen is voor alle landen gebruik gemaakt van dezelfde waarderingskentalen (bijv. CO<sub>2</sub>-prijs, waardering van een kg NO<sub>x</sub>, de waardering voor een dodelijk verkeersslachtoffer, etc.), die zijn gecorrigeerd voor:

- Verschillen in Bruto Binnenlands Product (BBP) tussen landen; de reden voor deze correctie is dat er wordt aangenomen dat de waardering voor een schonere, stillere en veiligere leefomgeving stijgt als de welvaart in een land stijgt.
- Verschillen in koopkracht tussen landen; de reden hiervoor is dat een € in bijvoorbeeld Italië (in relatieve zin) meer waard is dan in Nederland.

Om de leesbaarheid van deze bijlage te vergroten, presenteren we in deze bijlage enkel de waarderingskentalen voor Nederland. In de analyses zoals uitgevoerd in deze studie hebben we echter ook gerekend met kostenkentalen die zijn bepaald met waarderingskentalen voor andere Europese landen. Zo hebben we in Hoofdstuk 3 voor de luchtvervuilende emissies uitgestoten op Frans grondgebied gerekend met kostenkentalen bepaald met Franse waarderingskentalen. De specifieke waarderingskentalen voor de verschillende landen kunnen worden teruggevonden in CE Delft et al. (2019a) and CE Delft et al. (2019b).

### A.3 Infrastructuurkosten

Infrastructuurkosten worden gedefinieerd als de directe uitgaven aan infrastructuur plus de financieringskosten. Hierbij onderscheiden we vier soorten infrastructuurkosten:

- *Aanlegkosten*: alle kosten met betrekking tot de aanleg van nieuwe infrastructuur die leiden tot een verhoging van de functionaliteit van het bestaande infrastructuurnetwerk voor gebruikers. Hierbij kan het gaan om de aanleg van een nieuwe weg, spoorweg of vliegveld, maar bijvoorbeeld ook om de verbreding van een weg met een extra rijbaan of de aanleg/verlenging van een startbaan op het vliegveld.
- *Vernieuwingskosten*: alle kosten van vernieuwing van de infrastructuur, om zodoende de kwaliteit van de infrastructuur te handhaven op het niveau van de vorige oplevering. De vernieuwde delen van de infrastructuur hebben een technische levensduur langer dan 1-2 jaar. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om het vernieuwen van het asfalt van een weg of startbaan of van de bovenleiding bij de trein.
- *Onderhoudskosten*: alle niet-vernieuwingskosten die bedoeld zijn om de kwaliteit van de infrastructuur te handhaven op het niveau van de vorige oplevering. Het gaat hierbij voornamelijk om kleinschalig onderhoud met een technische levensduur van minder dan 1-2 jaar. Hierbij kan gedacht worden aan het repareren van gaten in de weg.
- *Beheerkosten*: de kosten van de diensten die moeten worden geleverd om een efficiënt gebruik van de infrastructuur mogelijk te maken, zoals verkeerslichten, verkeersborden, maar ook de beveiliging op een vliegveld.



Voor de bepaling van de totale infrastructuurkosten is voor het weg- en spoorvervoer gebruik gemaakt van de perpetual inventory-methode (PIM). Deze methode maakt onderscheid tussen kosten die betrekking hebben op infrastructuuraanpassingen met een lange levensduur (aanleg en vernieuwing) en kosten die betrekking hebben op infrastructuuraanpassingen met een korte looptijd (onderhoud en beheer). Voor de bepaling van de aanleg- en vernieuwingskosten wordt in de PIM op basis van historische uitgaven de jaarlijkse afschrijvingen berekend, die vervolgens worden aangevuld met de benodigde financieringskosten. De onderhouds- en beheerkosten worden daarnaast gebaseerd op de lopende uitgaven.

Voor de luchtvaart was het niet mogelijk om de PIM toe te passen, omdat data over de historische uitgaven aan luchthaveninfrastructuur vaak niet aanwezig was. In plaats daarvan is uitgegaan van de jaarlijkse infrastructuurkosten zoals die door de luchthavens zelf worden gerapporteerd in hun jaarverslagen.

## A.4 Kosten van ongevallen

De volgende maatschappelijke kosten van verkeersongevallen kunnen worden onderscheiden:

- immateriële kosten voor slachtoffers en hun naasten, waarbij het gaat om de kosten van leed, pijn, verdriet en verlies aan levensvreugde van de slachtoffers en hun familie en vrienden;
- kosten van productieverlies, waarbij het gaat om de kosten voor de maatschappij als geheel die het gevolg zijn van tijdelijk of blijvende arbeidsongeschiktheid van gewonden en het geheel wegvallen van de productie van overleden verkeersslachtoffers;
- medische kosten, zoals kosten van het ziekenhuis, revalidatie en geneesmiddelen;
- afhandelingskosten, zoals de kosten van de brandweer, politie, justitie en verzekeraars;
- materiele kosten, zoals de kosten die voortvloeien uit de beschadiging van goederen zoals voertuigen, lading en infrastructuur.

Een deel van deze kosten worden reeds geïnternaliseerd via verzekeringen of doordat de verkeersdeelnemer rekening houdt met deze kosten bij het nemen van de beslissing om deel te gaan nemen aan het verkeer. Hiervoor is dus gecorrigeerd om de externe kosten van verkeersongevallen te bepalen.

De kostenkentalen (in €/vkm en €/vertrekkende vlucht) zijn bepaald via een top-down-benadering. De totale ongevalskosten zijn bepaald door het totale aantal dodelijke en gewonde verkeersslachtoffers per modaliteit te vermenigvuldigen met waarderingskentalen voor de verschillende type slachtoffers<sup>31</sup> (zie Tabel 7). Vervolgens zijn deze totale ongevalskosten toegewezen aan de verschillende vervoerswijzen op basis van relevante 'cost drivers' (voertuigkilometers, ongevalsbetrokkenheid, etc.).

---

<sup>31</sup> De immateriële kosten voor slachtoffers en hun naasten hebben hierin het grootste aandeel. Deze kosten worden gewaardeerd met behulp van de 'waarde van een statistisch mensenleven'. De waarde van een statistisch mensenleven is gebaseerd op het bedrag dat mensen over hebben voor een risico-reductie ('willingness to pay', WTP) en vormt daarmee een goed waarderingskental voor de immateriële kosten van verkeersongevallen.



Tabel 7 - Waarderingskentalen dodelijke en gewonde slachtoffers van verkeersongevallen in Nederland in 2016 (€/slachtoffer)

Dodelijk slachtoffer	Zwaargewond slachtoffer	Lichtgewond slachtoffer
3.550.347	543.938	42.020

## A.5 Kosten van luchtvervuiling

De luchtvervuilende emissies die zijn meegenomen bij de kosten van luchtvervuiling zijn fijnstofemissies, stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) en vluchtige koolwaterstoffen (VOS). Hierbij dragen de fijnstofemissies en de stikstofoxiden verreweg het meeste bij aan de kosten. Deze kosten bestaan uit:

- *Gezondheidseffecten*; de inademing van fijnstofemissies en NO<sub>x</sub> heeft schadelijke effecten voor de menselijke gezondheid en leidt tot grotere risico's op bijvoorbeeld hart- en vaatziekten. Deze schadelijke effecten leiden tot kosten in de vorm van medische behandelingen, productieverlies en welvaartsverlies door een verminderde gezondheid of zelfs een voortijdig overlijden.
- *Schade aan gebouwen en materialen*; fijnstofemissies kunnen gebouwen en materialen vervuilen, terwijl NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> corrosie kunnen veroorzaken.
- *Verlies van landbouwgewassen*. Verzurende stoffen (zoals NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub>) kunnen leiden tot schade aan landbouwgewassen en daarmee tot een vermindering van het productievolume.
- *Schade aan ecosystemen en biodiversiteit*; NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> leiden tot een verzuring van de bodem en het grondwater en kan op die manier schade veroorzaken aan de biodiversiteit.

Bij de luchtvaart hebben we enkel rekening gehouden met de luchtvervuilende emissies die vrijkomen tijdens de LTO. Voor de emissies die worden uitgestoten tijdens de cruise fase van de vlucht is het onvoldoende duidelijk welke invloed die hebben op de luchtkwaliteit en daaruit voortvloeiende kosten.

Voor de bepaling van de kostenkentalen (in €/vkm en €/vertrekkende vlucht) is gebruik gemaakt van een bottom-upbenadering. Uitgangspunt hierbij waren emissiefactoren voor de verschillende typen voertuigen (waar mogelijk gedifferentieerd naar voertuigkenmerken, wegtypen en omgevingstype), die zijn gemonetariseerd met waarderingskentalen die de kosten van de uitstoot van een kilo luchtvervuilende emissies weerspiegelen (zie Tabel 8).

Tabel 8 - Waarderingskentalen luchtvervuilende emissies (in €/kg) in Nederland in 2016

	Fijnstof (verbranding)	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	VOS
Alle gebieden			20.200	2.800
Grootstedelijk	458.000	26.500		
Stedelijk	148.000	26.500		
Niet-stedelijk	101.000	15.300		



## A.6 Klimaatkosten

De belangrijkste broeikasgassen die door vervoersmiddelen worden uitgestoten zijn:

- koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>);
- lachgas (N<sub>2</sub>O);
- methaan (CH<sub>4</sub>).

Van bovengenoemde broeikasgassen speelt vooral CO<sub>2</sub> een grote rol in de uitstoot van de verschillende vervoerswijzen.

Bij de luchtvaart heeft ook de uitstoot van enkele andere stoffen (waterdamp, roetdeeltjes, sulfaat en ozon op grote hoogten invloed op het klimaat. Sommige van deze stoffen hebben een verkoelend effect en beperken de effecten van klimaatverandering, terwijl andere van deze stoffen (bijv. waterdamp en sulfaat) een verwarmend effect hebben doordat zij de zonnestraling absorberen. Netto leiden deze op grote hoogte uitgestoten emissies echter tot een verwarmend effect. Om het klimaateffect van deze emissies mee te nemen in de berekeningen zijn de CO<sub>2</sub>-emissies van luchtvaart vermenigvuldigt met een factor 2.

Bij de bepaling van de klimaatkosten is gebruik gemaakt van een bottom-upbenadering. Voor alle vervoerswijzen zijn emissiefactoren (in g CO<sub>2</sub>-eq./vkm) bepaald, die vervolgens zijn vermenigvuldigd met de CO<sub>2</sub>-prijs. Hierbij is gerekend met een CO<sub>2</sub>-prijs van 100 per ton. Deze CO<sub>2</sub>-prijs is gebaseerd op de kosten van het beperken van de mondiale temperatuurstijging tot 2° Celsius in 2050 (preventiekostenmethode). Een brede literatuur-analyse is hiervoor uitgevoerd, waarbij verschillende studies zijn bekeken die deze kosten in kaart hebben gebracht. Hieruit volgde voor de korte termijn een gemiddelde CO<sub>2</sub>-prijs van 100 per ton.

## A.7 Kosten van geluid

De kosten van geluid bestaan uit een tweetal elementen:

- *Overlastkosten*. Hierbij gaat het om sociale en/of economische kosten van een belemmering van recreatieve/sociale activiteiten, ongenoegen, overlast, etc.
- *Gezondheidskosten*. Verkeersgeluid kan ook fysieke gezondheidsschade veroorzaken zoals hart- en vaatziekten (hoge bloeddruk, hartinfarcten), beroertes en dementie. Evenals bij luchtkwaliteit leiden deze schadelijke gezondheidseffecten tot kosten in de vorm van medische behandelingen, productieverlies en welvaartsverlies door een verminderde gezondheid of zelfs een voortijdig overlijden.

De kosten van geluid zijn bepaald met een top-downbenadering. Allereerst zijn (per modaliteit) het aantal aan verkeersgeluid blootgestelde mensen bepaald voor verschillende niveaus van geluid (55-59 dB, 60-64 dB, 65-70 dB, 70-74 dB en ≥ 75 dB). Om de totale geluidskosten per modaliteit te bepalen is dit aantal mensen vermenigvuldigd met relevante waarderingskentallen (zie Tabel 15), die zowel de overlastkosten als de gezondheidskosten omvatten. De waarderingskentallen voor de luchtvaart liggen (voor hetzelfde geluidsniveau) hoger dan voor weg- en spoorvervoer, omdat uit onderzoek (zie bijvoorbeeld Miedema & Oudshoorn (2001)) blijkt dat mensen geluid van vliegtuigen over het algemeen storender vinden dan geluid van weg- of spoorverkeer. De totale geluidskosten worden vervolgens toegedeeld aan de verschillende vervoerswijzen op basis van voertuigkilometers en geluidproductie van het voertuig.



Tabel 9 - Waarderingskenticallen geluid (in €/dB/persoon) in Nederland in 2016

	55 - 59 dB	60-64 dB	65-70 dB	70-74 dB	≥ 75 dB
Wegvervoer	184	392	674	1.085	1.376
Spoorvervoer	183	394	682	1.099	1.398
Luchtvaart	421	904	1.547	2.466	3.091

## A.8 Kosten van emissies van brandstof- en elektriciteitsproductie

De productie van motorbrandstoffen en elektriciteit veroorzaakt luchtvervuilende en broeikasgasemissies. Deze emissies worden uitgestoten in alle fases van de brandstof- en elektriciteitsproductie (winning ruwe grondstoffen, transport van grondstoffen, raffinage, opwekking elektriciteit, transport brandstoffen). Deze zogenaamde ‘well-to-tank’ (WTT)-emissies leiden tot externe kosten in de vorm van klimaatkosten en luchtvervuilingskosten.

Voor de bepaling van de kosten van emissies van brandstof- en elektriciteitsproductie is vergelijkbare methode gehanteerd als voor de bepaling van de klimaatkosten en luchtvervuilingskosten. Voor de verschillende vervoerswijzen zijn specifieke WTT-emissiefactoren bepaald, die met behulp van waarderingskenticallen zijn gemonetariseerd (zie Tabel 10). Hierbij zijn de gehanteerde waarderingskenticallen voor fijnstof en NO<sub>x</sub> lager dan de kenticallen die voor dezelfde emissies zijn gebruikt voor de bepaling van de luchtvervuilingskosten. De reden hiervoor is dat de emissies van brandstof- en elektriciteitsproductie vaak worden uitgestoten in minder dichtbevolkte gebieden (elektriciteitscentrales en raffinaderijen staan over het algemeen buiten de stad) en de emissies worden op een hoger hoogte uitstoten (via de schoorsteen). Het gevolg is dat de schadelijke effecten van deze emissies minder groot zijn dan de fijnstof- en NO<sub>x</sub>-emissies die uit de uitlaat komen.

Tabel 10 - Waarderingskenticallen WTT-emissies in Nederland in 2016

Fijnstof (€/kg)	NO <sub>x</sub> (€/kg)	SO <sub>2</sub> (€/kg)	VOS (€/kg)	CO <sub>2</sub> (€/ton)
37.400	14.400	20.200	2.800	100

## A.9 Kosten van schade aan natuur en milieu

Het bestaan van transportinfrastructuur kan op verschillende manieren leiden tot schade aan natuur en milieu:

- *Verlies aan ecosystemen*; transportinfrastructuur vereist ruimte en dit gaat vaak ten koste van natuur en ecosystemen. Dit kan ook een negatief effect op de biodiversiteit hebben.
- *Doorsnijding van ecosystemen*; transportinfrastructuur kan ook leiden tot doorsnijding van ecosystemen, waarbij de infrastructuur dient als een barrière voor de verschillende soorten die in dat ecosysteem leven. Dit heeft negatieve gevolgen voor deze soorten en mogelijk ook voor de biodiversiteit.

De kosten van schade aan natuur en milieu zijn top-down bepaald. Eerst zijn de totale kosten voor de verschillende infrastructuurnetwerken (weg, spoorlijn, vliegveld) bepaald door de lengte/oppervlakte van de infrastructuur te vermenigvuldigen met relevante waarderingskenticallen (zie Tabel 11). Deze totale kosten zijn vervolgens toegewezen aan de verschillende vervoerswijzen op basis van relevante cost drivers (voertuigkilometers, lengte voertuigen, etc.).

Tabel 11 - Waarderingskennallen kosten van schade aan natuur

Snelweg (€/km/jaar)	Overige wegen (€/km/jaar)	Spoorlijn - HSL (€/km/jaar)	Spoorlijn - conventioneel (€/km /jaar)	Vliegveld (€/km <sup>2</sup> /jaar)
103.000	4.500	93.100	15.500	482.000

## B Referentievoertuigen

In de volgende tabellen zijn de belangrijkste operationele en technische kenmerken voor de verschillende referentievoertuigen opgenomen. Deze kenmerken zijn gebruikt voor het berekenen van de kosten en belasting/heffingstarieven voor de referentievoertuigen in Hoofdstuk 3.

Tabel 12 - Belangrijkste technische en operationele kenmerken van de auto voor de verschillende voorbeeldreizen

Kenmerken	Waarden	Bron
Autotype	Volkswagen Golf	Aanname
Brandstoftype	Benzine	Aanname
Bouwjaar	2016	Aanname
Aanschafprijs (excl. BPM & excl. BTW)	€ 16.200	Inschatting CE Delft o.b.v. <a href="http://www.autowereld.com">www.autowereld.com</a>
Gewicht	1254	Inschatting CE Delft o.b.v. EEA (2016a)
Euroklasse	Euro 6	Gebaseerd op bouwjaar
CO <sub>2</sub> -emissies (testwaarde, g/km)	99	Inschatting CE Delft o.b.v. EEA (2016a)
CO <sub>2</sub> -emissies (real-world waarde, g/km)	141	Correctie testwaarde o.b.v. ICCT (2016)
Brandstofverbruik (l/100 km)	5,95	Berekend op basis van real-world CO <sub>2</sub> -emissies
Jaarkilometrage (km/jaar)	16.000	Inschatting CE Delft o.b.v. CBS-data (2019)
Bezetting (personen/auto)	2	Aanname

Tabel 13 - Belangrijkste technische en operationele kenmerken van de bus voor de verschillende voorbeeldreizen

Kenmerken	Waarden	Bron
Bustype	Touringcar	Aanname
Brandstoftype	Diesel	Aanname
Gewicht	13.500	CE Delft et al. (2017)
Aantal assen	2	Aanname
Euroklasse	Euro 6	Aanname
CO <sub>2</sub> -emissies (real-world waarde, g/km)	664	Berekend op basis van het brandstofverbruik.
Brandstofverbruik (l/100 km)	25	CE Delft et al. (2017)
Levensduur (jaren)	14	TML (2016)
Jaarkilometrage (km/jaar)	58.000	Emissia et al. (2013)
Bezetting (personen/bus)	30	CE Delft (2014) ; Stear Davies Gleave (2009)

Tabel 14 - Belangrijkste technische en operationele kenmerken van de treinen voor de verschillende voorbeeldreizen

Kenmerken	HSL	Intercity	Bron
Treinlengte (m)	200	200	HSL: UIC (2013) Intercity: CE Delft et al. (2017)
Treingewicht (ton)	450	450	HSL: <a href="#">SCNF</a> Intercity: Table of Train Weights (2012)
Aslast (ton/as)	17.5	21.5	HSL: Siemens (2009; 2016) Intercity: CE Delft et al. (2017)
Bezetting (personen per trein)	330	180	HSL: gebaseerd op een EU gemiddelde bezettingsgraad van 66% (gebaseerd op UIC (2013); Ortega et al. (2016); EEA (2016b) Doornik (2014) en Dinu & Burciu (2016) Intercity: gebaseerd op een gemiddelde bezettingsgraad van 36% (gebaseerd op CE Delft (2014)
Energieverbruik (kWh/km)	20	15	CE Delft (2014); Bosquet et al. (2013); NCRRP (2015)

Tabel 15 - Belangrijkste technische en operationele kenmerken van de vliegtuigen voor de verschillende voorbeeldreizen

Kenmerken	Embraer 170	Boeing 737-700	Boeing 777-300 ER	Bron
Type vlucht	Kort	Middellang	Lang	
Aantal motoren	2	2	2	CE Delft et al. (2012)
MTOW (kg)	37.500	77.564	351.533	EASA Noise level EPNdB
Geluidsproductie (dB) --> cumulative noise level (EPNdB)	267,9	275,3	292	EASA Noise level EPNdB
Bezettingsgraad	86,3%	86,3%	89,3%	(KLM, 2018)
Aantal passagiers	67	118	422	Berekend door CE Delft op basis van bezettingsgraad
Grondtijd (minuten)	48	48	84	<a href="#">Aviation stack exchange</a>