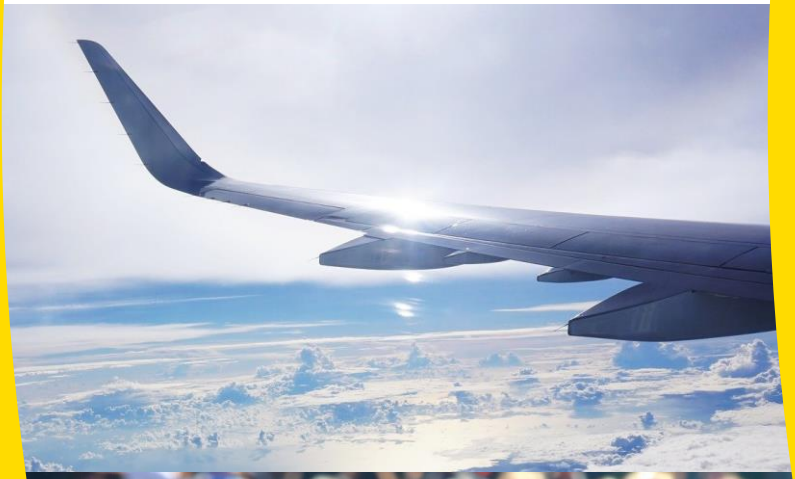
De prijs van een vliegreis

Editie 2023



CE Delft

Committed to the Environment

De prijs van een vliegreis

Editie 2023

Dit rapport is geschreven door:
Arno Schroten, Peter Scholten, Louis Leestemaker, Daan van Seeters, Julius Király

Delft, CE Delft, november 2023

Publicatienummer: 23.230191.168

Opdrachtgever: Ministeie van Infrastructuur en Waterstaat
Uw kenmerk: 31189264

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

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

© copyright, CE Delft, Delft

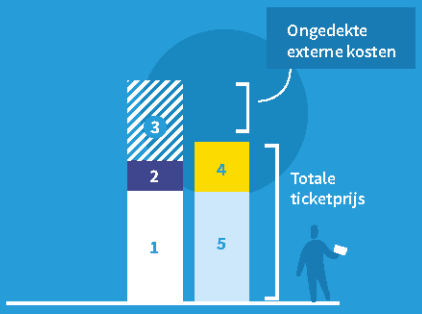
CE Delft
Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	8
	1.1 Aanleiding	8
	1.2 Doelstelling	9
	1.3 Leeswijzer	9
2	Ontwikkeling belastingen en heffingen voor de luchtvaart	10
	2.1 Inleiding	10
	2.2 Methode	10
	2.3 Resultaten luchtvaartheffingen	14
3	Vergelijking vervoerswijzen op zes voorbeeldreizen	16
	3.1 Inleiding	16
	3.2 Overzicht externe- en infrastructuurkosten en belastingen/heffingen	16
	3.3 Definiëring voorbeeldreizen	21
	3.4 Resultaten	24
	3.5 Vergelijking met de resultaten uit de vorige editie	36
4	Benchmark luchtvaart en spoorvervoer	38
	4.1 Inleiding	38
	4.2 Methode	38
	4.3 Benchmark luchthavens	40
	4.4 Benchmark spoorvervoer	44
5	Conclusies	48
	5.1 Inleiding	48
	5.2 Ontwikkeling belastingen en heffingen voor de luchtvaart in Nederland	48
	5.3 Vergelijking externe- en infrastructuurkosten en belastingen/heffingen voor de luchtvaart in Nederland	48
	5.4 Vergelijking met andere vervoerswijzen	49
	5.5 Vergelijking met andere landen	49
	Referenties	50
A	Toelichting en recente inzichten externe- en infrastructuurkosten	52
	A.1 Inleiding	52
	A.2 Algemene werkwijze	52
	A.3 Infrastructuur	54
	A.4 Ongevallen	55
	A.5 Broeikasgasemissies	56
	A.6 Luchtvervuilende emissies	58
	A.7 Emissies door brandstof- en elektriciteitsproductie	59
	A.8 Geluid	59
	A.9 Kosten van schade aan ecosystemen	60
B	Referentievoertuigen	61

De prijs van een vliegreis



Vliegen leidt tot 3 typen kosten:

1 Kosten voor luchtvaartmaatschappijen
- Brandstofkosten
- Personeelskosten
- Kosten onderhoud en afschrijving vliegtuigen

2 Infrastructuurkosten
- Aanlegkosten
- Onderhoudskosten
- Beheerkosten

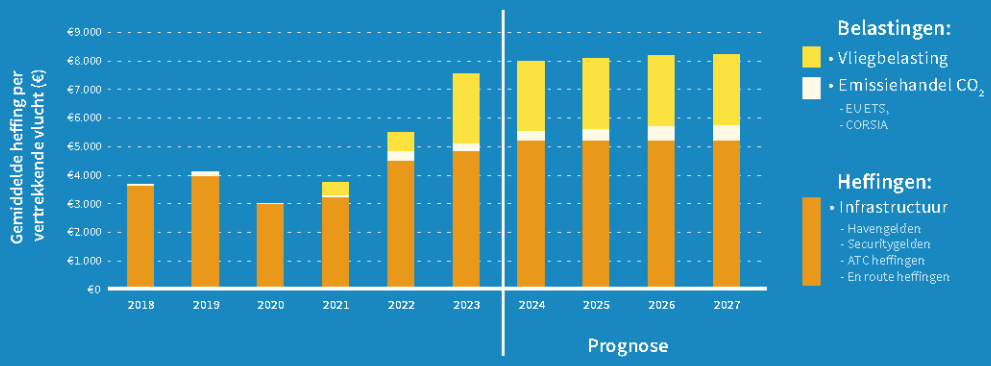
3 Externe kosten:
- Klimaat (CO_2 en niet-CO_2 effecten)
- Emissies van brandstofproductie
- Geluid
- Luchtvervuiling
- Ongevallen
- Schade aan ecosystemen

De reiziger betaalt:

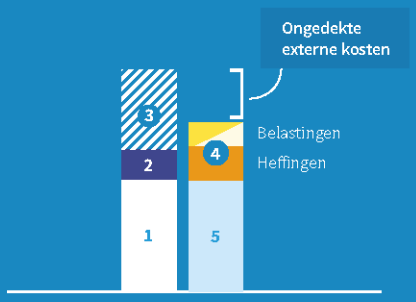
4 Belastingen & heffingen
Belastingen (aan de overheid) en heffingen (aan luchthavens).

5 De kale ticketprijs
Vergoeding voor diensten die de luchtvaartmaatschappij levert.

De belastingen en heffingen van de luchtvaart in Nederland zijn de afgelopen jaren toegenomen

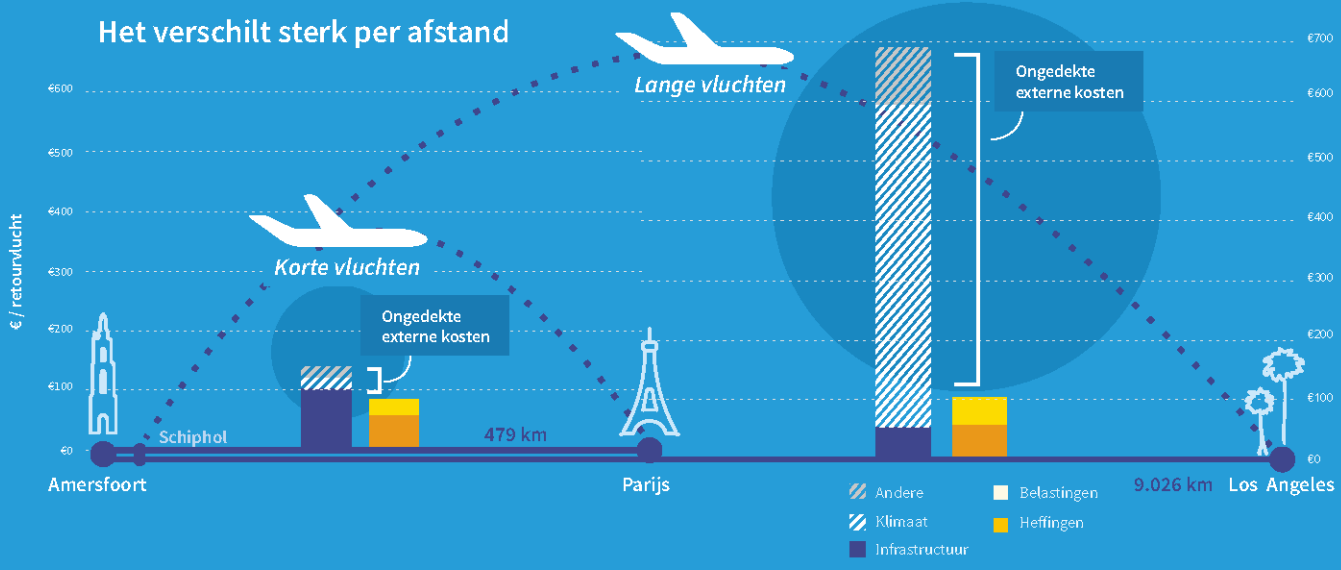


Dat dekt niet alle externe kosten*



*voor een gemiddelde vlucht vanuit NL

Het verschilt sterk per afstand

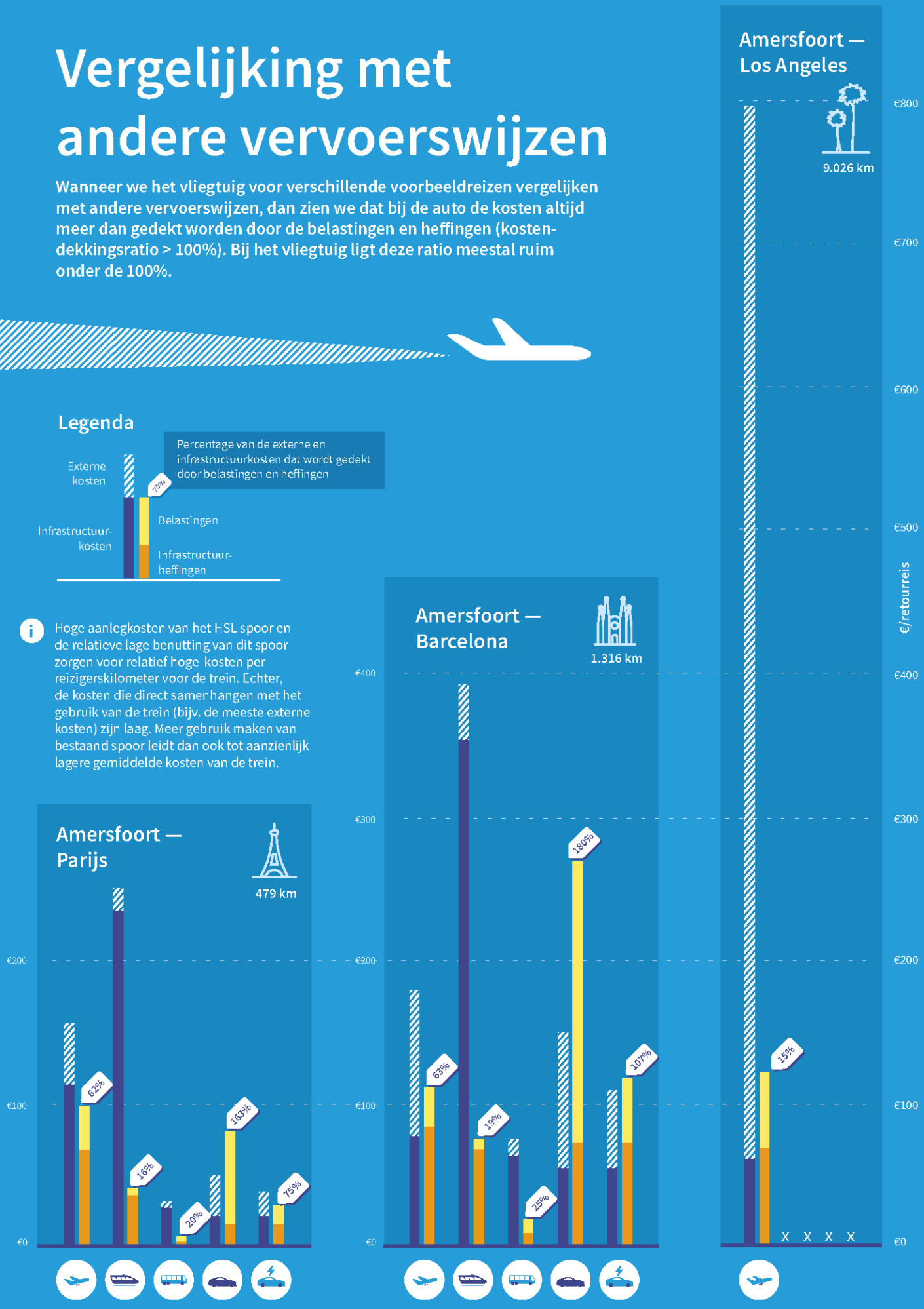


Vergelijking met andere vervoerswijzen

Wanneer we het vliegtuig voor verschillende voorbeeldreizen vergelijken met andere vervoerswijzen, dan zien we dat bij de auto de kosten altijd meer dan gedekt worden door de belastingen en heffingen (kosten-dekkingsratio > 100%). Bij het vliegtuig ligt deze ratio meestal ruim onder de 100%.

Legenda

Hoge aanlegkosten van het HSL spoor en de relatieve lage benutting van dit spoor zorgen voor relatief hoge kosten per reizigerskilometer voor de trein. Echter, de kosten die direct samenhangen met het gebruik van de trein (bijv. de meeste externe kosten) zijn laag. Meer gebruik maken van bestaand spoor leidt dan ook tot aanzienlijk lagere gemiddelde kosten van de trein.



Resultaten voor de auto zijn niet representatief voor een gemiddelde autorit, vooral omdat er in de voorbeeldreizen vooral op de snelweg gereden worden, waar de kosten van ongevallen, geluid en emissies relatief laag zijn.

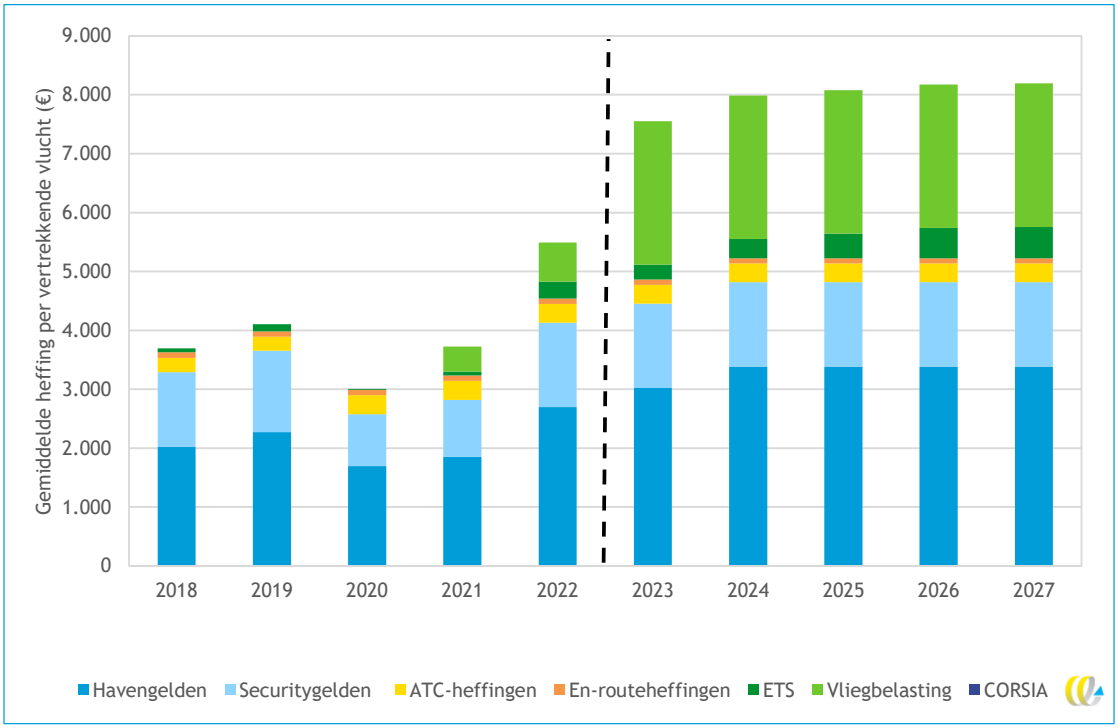
Samenvatting

Hoe ontwikkelen de belastingen en heffingen voor de luchtvaart in Nederland zich? En in hoeverre zorgen ze ervoor dat de reiziger betaalt voor al de kosten die zijn/haar vliegreis veroorzaakt? Dat zijn de vragen die centraal staan in dit onderzoek, dat CE Delft heeft uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Ontwikkeling van luchtvaartbelastingen en -heffingen

Figuur 1 laat zien dat de gemiddelde luchtvaartbelastingen en -heffingen in Nederland zijn gestegen in de afgelopen jaren, afgezien van een korte daling in de coronajaren 2020 en 2021. In vergelijking met 2019 liggen de totale belastingen en heffingen in 2023 84% hoger. Dit is vooral het gevolg van de invoering van de vliegbelasting in 2019 en verhoging van die belasting op 1 januari 2023. Voor de komende jaren wordt een lichte verdere stijging verwacht, met name als gevolg van de toenemende tarieven voor luchthavengelden.

Figuur 1 - Ontwikkeling van luchtvaartbelastingen en -heffingen in Nederland



Vergelijking van belastingen/heffingen met externe- en infrastructuurkosten

Om te onderzoeken in hoeverre de reiziger betaalt voor de volledige kosten die zijn/haar vliegreis veroorzaakt, hebben we gekeken naar de verhouding tussen belastingen en heffingen enerzijds en externe- en infrastructuurkosten anderzijds. Externe kosten, zoals milieukosten, en infrastructuurkosten komen namelijk niet tot uiting in de marktprijs

(lees: kale ticketprijs[1]) van vliegen. Daarom kijken we hier naar belastingen en heffingen, omdat via deze weg externe- en infrastructuurkosten toch indirect bij de reiziger in rekening kunnen worden gebracht.

Voor de gemiddelde vlucht die vertrekt vanaf Schiphol geldt dat momenteel circa 30% van de totale externe- en infrastructuurkosten via belastingen en heffingen gedekt worden. Met andere woorden, het principe van 'de vervuiler betaalt' gaat niet op voor de luchtvaart in Nederland, want 70% van de totale externe- en infrastructuurkosten worden niet door de reiziger betaald. Waar de infrastructuurkosten wel worden gedekt door de verschillende heffingen voor de luchtvaart, zijn het de externe kosten (bijv. klimaatkosten) die momenteel niet volledig in rekening worden gebracht via belastingen. De in 2019 ingevoerde vliegbelasting heeft er wel voor gezorgd dat een groter deel van de externe kosten indirect betaald worden door de reiziger, maar nog steeds is er een groot gat tussen veroorzaakte externe kosten enerzijds en betaalde belastingen anderzijds.

Er bestaan echter wel grote verschillen tussen vluchten in de mate waarin de externe/infrastructuurkosten worden gedekt door belastingen en heffingen (zie ook Tabel 1). Een vergelijkende analyse op zes voorbeeldreizen laat zien dat op korte vluchten (naar Parijs en Londen) 60 tot 80% van de externe- en infrastructuurkosten worden gedekt door belastingen en heffingen. Op lange intercontinentale vluchten ligt dit percentage echter veel lager: voor reizen naar Los Angeles en Toronto gaat het om slechts 9 tot 12%. De verklaring hiervoor is dat de belangrijkste externe kosten van luchtvaart (klimaatemissies) stijgen als de vluchtafstand toeneemt, terwijl de belangrijkste belastingen en heffingen (luchthavengelden, vliegbelasting) niet toenemen bij een langere vluchtafstand.

Vergelijking met andere vervoerswijzen

We hebben de ratio van belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten van de luchtvaart ook vergeleken met enkele andere vervoerswijzen. Dit hebben we gedaan voor zes specifieke voorbeeldreizen. Daarbij zijn twee perspectieven gehanteerd:

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

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

	Vliegtuig		Trein		Bus		Auto (benzine)	
	Totaal	Variabel	Totaal	Variabel	Totaal	Variabel	Totaal	Variabel
Amersfoort – Parijs	62%	127%	16%	173%	20%	34%	163%	146%
Amersfoort – Londen	78%	139%	19%	225%	24%	42%	158%	144%
Amersfoort – Barcelona	63%	92%	19%	132%	25%	47%	180%	188%
Amersfoort – Rome	49%	80%	17%	141%	18%	31%	138%	125%
Amersfoort – Los Angeles	9%	9%	-	-	-	-	-	-
Amersfoort - Toronto	12%	13%	-	-	-	-	-	-

[1] Kosten die wel in de kale ticketprijs tot uiting komen zijn bijvoorbeeld de brandstofkosten, personeelskosten en afschrijvingskosten van vliegtuigen, zoals die door luchtvaartmaatschappijen gemaakt worden.

Voor de verschillende vervoerswijzen valt het volgende te concluderen:

- In vergelijking met de luchtvaart, wordt er voor de **auto** meer betaald voor de externe- en infrastructuurkosten. Volgens beide perspectieven liggen de belastingen en heffingen voor de auto ruimschoots boven het niveau van de externe- en infrastructuurkosten, wat betekent dat de externe- en infrastructuurkosten door de automobilist op deze specifieke voorbeeldreizen ruimschoots betaald worden.[2]
- Voor de **trein** zijn de vaste infrastructuurkosten (o.a. aanlegkosten spoorinfrastructuur) erg hoog, waardoor maar 15-20% van de totale externe- en infrastructuurkosten gedekt worden door de belastingen en heffingen. 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 er tenslotte toe dat de externe- en infrastructuurkosten van het busvervoer op geen van de voorbeeldreizen volledig in rekening worden gebracht bij de reiziger.

[2] Het is echter wel goed om te bedenken dat het hier om specifieke voorbeeldreizen gaat, waarbij er door de auto vooral op de snelweg gereden wordt, waardoor de externe- en infrastructuurkosten per reizigerskilometer relatief laag uitvallen. Een vergelijking van belastingen/heffingen en externe- en infrastructuurkosten in bijvoorbeeld een stedelijke omgeving zou voor de auto veel lagere dekkingsgraden opleveren.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 2019 heeft CE Delft in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat de studie 'De prijs van een vliegreis' opgesteld (CE Delft, 2019a). Deze studie biedt inzicht in de belastingen en heffingen die door de luchtvaart in Nederland worden betaald en in hoeverre daarmee betaald wordt voor de maatschappelijke kosten die de luchtvaart veroorzaakt. Op verzoek van het ministerie worden de analyses uit 2019 geactualiseerd.
De resultaten van die actualisatie zijn terug te vinden in deze rapportage.

Evenals in de 2019-studie brengen we allereerst de belastingen en heffingen die door de luchtvaart in Nederland betaald worden in beeld. Daarbij kijken we zowel naar de historische ontwikkeling van deze belastingen/heffingen als naar de verwachte ontwikkeling voor de periode tot 2027. Hierbij hanteren we een brede definitie van belastingen/heffingen (zie volgend tekstkader).

Definities belastingen, heffingen, gelden en kosten voor verhandelbare emissierechten
Onder de noemer 'belastingen en heffingen' verstaan we in deze studie de volgende vier typen kosten voor luchtvaartmaatschappijen:

- **Luchtvaartbelastingen**: deze belastingen worden geheven door de overheid en de opbrengsten vloeien naar de staatskas. Voor Nederland gaat her hierbij om de in 2021 ingevoerde vliegbelasting.
- **Luchtvaartheffingen**: 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 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 gelden worden in het dagelijkse leven ook well 'heffingen' genoemd. De luchthavengelden bestaan uit verschillende onderdelen, zoals bijvoorbeeld securitygelden.
- **Kosten voor verhandelbare emissierechten**: hierbij gaat het om de kosten voor luchtvaartmaatschappijen als gevolg van het EU ETS en CORSIA.

Naast aandacht voor de ontwikkeling in belastingen en heffingen voor de luchtvaart, onderzoeken we ook de hoogte van de externe- en infrastructuurkosten van de luchtvaart in Nederland. 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. Dit zijn bijvoorbeeld geluidskosten, de kosten van luchtvervuiling of de kosten van klimaatemissies. We vergelijken de omvang van deze kosten tussen verschillende vervoerswijzen en tussen verschillende landen voor het jaar 2022. Daarnaast brengen we ook in beeld of de hoogte van deze kosten t.o.v. de vorige studie is veranderd.

Tot slot bekijken we ook in hoeverre de externe- en infrastructuurkosten gedekt (geïnternaliseerd) worden door de betaalde belastingen/heffingen. Dit geeft inzicht in de mate waarin de maatschappelijke kosten die veroorzaakt worden door de luchtvaart ook gedragen worden door de sector zelf. Met andere woorden, deze vergelijking laat zien in hoeverre er sprake is van 'de gebruiker/vervuiler betaalt'. Dit alles doen we voor het

basisjaar 2022[3]. Tevens bekijken we in hoeverre de situatie is gewijzigd t.o.v. de analyse voor het jaar 2016 uit de vorige studie.

1.2 Doelstelling

We bieden in deze studie inzicht in de ontwikkeling van de belastingen en heffingen voor de luchtvaart in Nederland en de mate waarin daarmee betaald wordt voor de externe- en infrastructuurkosten die door de luchtvaart wordt veroorzaakt. Dit doen we door:

1. Een overzicht te geven van de (verwachte) ontwikkeling van de luchtvaartbelastingen en -heffingen in Nederland over de afgelopen en komende vijf jaren.
2. Een vergelijking te maken van de externe- en infrastructuurkosten enerzijds en belastingen en heffingen anderzijds voor de luchtvaart, de trein, de auto en de bus op een aantal voorbeeldreizen.
3. Een benchmark uit te voeren van de externe kosten en infrastructuurkosten, de belastingen en heffingen en de mate van internalisatie van externe- en infrastructuurkosten voor:
   - de luchtvaart op Schiphol met een aantal Europese luchthavens;
   - het spoorvervoer in Nederland met een aantal Europese landen.

1.3 Leeswijzer

De drie verschillende analyses, zoals hierboven beschreven, worden in Hoofdstuk 2 tot en met 4 afzonderlijk besproken. Dit houdt in dat we in Hoofdstuk 2 in gaan op de ontwikkeling in de omvang van de belastingen en heffingen op de luchtvaart in Nederland. De mate waarin de externe- en infrastructuurkosten voor verschillende vervoerswijzen worden geïnternaliseerd door belastingen en heffingen wordt voor zes voorbeeldreizen gepresenteerd in Hoofdstuk 3. In Hoofdstuk 4 voeren we de benchmark uit 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 deze studie presenteren we tenslotte in Hoofdstuk 5.

[3] Dit houdt in dat alle belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten zijn bepaald voor het jaar 2022. De enige uitzondering hierop is de vliegbelasting, waarvoor we zijn uitgegaan van het tarief zoals dat sinds 1 januari 2023 geldt. De reden hiervoor is dat het tarief voor de Nederlandse vliegbelasting sterk is gestegen sinds 1 januari 2023, waardoor het hanteren van het tarief voor 2022 zou leiden tot resultaten die reeds bij publicatie van deze rapportage niet meer actueel zijn. Een uitgebreidere onderbouwing voor de keuze en de implicaties daarvan geven we in Paragraaf 3.2.2.

2 Ontwikkeling belastingen en heffingen voor de luchtvaart

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk brengen we de ontwikkeling van de luchtvaart gerelateerde belastingen, heffingen, gelden en (kosten van) verhandelbare emissierechten in Nederland in kaart. We doen dit voor de periode 2018–2027, waarbij we ons voor de jaren 2018-2022 baseren op bestaande statistieken en voor de periode 2023-2027 een prognose maken. We presenteren de ontwikkeling van deze belastingen en heffingen in euro's per vertrekkende vlucht. Alle belastingen en heffingen die moeten worden afgedragen vanaf de start van een vertrekkende vlucht tot aankomst op een buitenlandse luchthaven worden meegenomen. Vanwege de beschikbaarheid van gegevens beschouwen we in de analyse alleen de belastingen/ heffingen voor een vertrekkende vlucht vanaf Schiphol.

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 stil bij de verschillende belastingen en heffingen die er voor de luchtvaart 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 voor de luchtvaart in Nederland is weergeven in Tabel 2. Hierbij gaat het grotendeels om heffingen die gedurende de gehele zichtperiode van de analyse van kracht waren (luchthavengelden en securitygelden, ATC-heffingen, en-routeheffingen en het EU ETS). Daarnaast zijn er twee instrumenten in het overzicht opgenomen die recentelijk zijn ingevoerd. Daarbij gaat het allereerst om de vliegbelasting die het kabinet per 2021 in Nederland heeft ingevoerd. Ten tweede neemt Nederland sinds 2021 deel aan de pilotfase van het internationale 'carbon offsetting'-systeem voor de luchtvaart (CORSIA).

De verschillende luchtvaartbelastingen en -heffingen dienen door de luchtvaartmaatschappijen betaald te worden. Het is zeer waarschijnlijk dat zij deze kosten doorberekenen aan de reizigers[4]. Op welke wijze ze dit doen is echter onbekend. Zo zouden luchtvaartmaatschappijen er bijvoorbeeld, vanuit commerciële overwegingen, voor kunnen kiezen om de vliegbelasting op een specifiek type vlucht (bijv. korte afstandsvlucht) gedeeltelijk te verwerken in de ticketprijs voor andere type vluchten (bijv. intercontinentale vluchten).

[44] De luchtvaartsector is immers een zeer competitieve markt, waarin kostenstijgingen (grotendeels) doorberekend worden aan de klant.

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.	2018-2027	Luchthaven
Securitygelden	Heffingen door de luchthaven en de overheid ter financiering van de beveiliging op de luchthavens. Deze zijn onderdeel van de luchthavengelden.	2018-2027	Luchthaven
ATC-heffingen (Air Traffic Control-heffing)	Heffing voor het gebruik van de diensten van de toren van de luchtverkeersdienstleiding.	2018-2027	Luchtverkeers-leiding Nederland
En-routeheffingen	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.	2018-2027	Luchtverkeers-leiding Nederland
EU ETS	Emissiehandelssysteem waarbij jaarlijks rechten ingeleverd moeten worden voor alle binnenlandse en internationale vluchten binnen de EER (Europese Economische Ruimte).	2018-2027	Rijksoverheid/ derde partijen onder het EU ETS[a]
Vliegbelasting	Een belasting van € 7,845 per vertrekkende passagier van een Nederlandse luchthaven per 2021, met uit-zondering van transferpassagiers. Per 2023 is het belastingtarief verhoogd naar € 26,43 per vertrekkende passagier.	2021-2027	Rijksoverheid
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_2-offsets te kopen.	2021-2027	Derde partijen die CO_2-offsets aanbieden

[a] 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 terechtkomen.

2.2.2 Bepaling historische ontwikkeling

Voor de bepaling van de historische ontwikkeling in de hoogte van de luchthavengelden, securitygelden en ATC-heffingen (in €/vertrekkende vlucht) hebben we gebruikgemaakt van data over de totale opbrengsten van deze heffingen/gelden en van data over het totale aantal vertrekkende vluchten van Schiphol in de verschillende jaren. Door de totale opbrengsten te delen door het totale aantal vertrekkende vluchten zijn de gemiddelde belastingen/heffingen per vlucht bepaald. De data voor de luchthaven- en securitygelden en het aantal vertrekkende vluchten zijn overgenomen uit de jaarrapporten van de Schiphol Group. De opbrengsten van de ATC-heffingen komen uit de jaarverslagen van de LVNL[5].

Voor de bepaling van de hoogte van de en-routeheffing hebben we gebruikgemaakt van een bottom-up-benadering. Op basis van gegevens over het gemiddelde maximale startgewicht (*Maximum Take-off Weight*) van vliegtuigen vertrekkend van Schiphol, de gemiddelde afstand gevlogen door deze toestellen in het Nederlandse luchtruim en de geldende tarieven voor elk jaar hebben we ingeschat wat de gemiddelde en-routeheffing per vlucht bedraagt.

[5] Luchtverkeersleiding Nederland.

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 hebben we de volgende stappen uitgevoerd (zie Tabel 3 voor relevante gebruikte data):

- Uit data van de Nederlandse Emissieautoriteit konden we de totale emissies en daarmee het aantal benodigde emissierechten voor de KLM per jaar halen. Hiervan delen we 50% toe aan de vluchten vertrekkend uit Nederland[6].
- Met behulp van de gemiddelde ETS-prijs per jaar (afkomstig van Tradingeconomics.com) hebben we de waarde van deze emissierechten bepaald, waarna we hebben gecorrigeerd voor de rechten die in elk jaar gratis zijn verstrekt (op basis van de toewijzing van de Nederlandse Emissieautoriteit).
- De totale (netto) uitgaven van de KLM aan ETS-rechten, dat wil zeggen uitgaven aan rechten die via de veiling moeten worden verkregen, gedeeld door het totale aantal vertrekkende KLM-vluchten (EEA- en ICA-vluchten) geven een indicatie van de gemiddelde kosten van emissierechten onder EU ETS voor een vertrekkende vlucht in Nederland.

Tabel 3 - Input data voor berekening gemiddelde kosten EU ETS

Onderwerp	2018	2019	2020	2021	2022
Emissiecijfers KLM voor ETS van NEa (tCO_2)	1.825.164	1.889.344	842.159	1.014.068	1.444.881
Gratis toegewezen emissierechten (NEa, 2018)	768.364	768.364	768.364	751.460	734.556
EU ETS-prijs per ton	€ 15,50	€ 24,70	€ 24,40	€ 55,02	€ 82,04
Aanvullend benodigde rechten voor de luchtvaart verkregen via veiling	58%	59%	9%	26%	49%

Voor de bepaling van de gemiddelde vliegbelasting per vertrekkende vlucht hebben we allereerst het gemiddeld aantal passagiers per vlucht berekend door het totaal aantal passagiers op Schiphol te delen door het totaal aantal vluchten. Dit gemiddelde aantal passagiers wordt gecorrigeerd voor het aandeel transferpassagiers (die immers geen vliegbelasting betalen), waarvoor we de benodigde data hebben overgenomen uit de jaarverslagen van de Schiphol Group. Uitgaande van deze informatie en data over het tarief van de vliegbelasting per vertrekkende passagier, kan de gemiddelde vliegbelasting per vertrekkende vlucht bepaald worden. Voor meer informatie, zie Tabel 4.

Tabel 4 - Input data voor berekening van gemiddelde kosten vliegbelasting

Onderwerp	2021	2022
Tarief vliegbelasting per vertrekkende pax	€ 7,845	€ 7,947
Gemiddeld aantal passagiers per vliegtuig	95,5	132,0
Aandeel transferpassagiers	43,7%	36,7%

[6] De overige 50% van de emissies dient toegerekend te worden aan het land van de vertreklocatie of bestemming van de vlucht.

Het CORSIA-systeem is sinds 2021 in werking. Binnen dit systeem moet de *groei* van de emissies van de luchtvaartsector ten opzichte van het emissieniveau van de baseline (85% van de emissies in het jaar 2019) gecompenseerd worden door middel van het kopen van offsets. In de specifieke situatie op Schiphol is het jaarlijks aantal vluchten sinds 2019 structureel lager geweest door de coronapandemie, waardoor er door luchtvaartmaatschappijen nog geen offsetting hoefde plaats te vinden. De kosten voor CORSIA zijn daarom tot nu toe gelijk aan 0 geweest.

2.2.3 Bepaling toekomstige ontwikkeling

Voor de periode 2023-2027 zijn er nog geen data beschikbaar over de totale opbrengsten van de verschillende belastingen en heffingen. Voor deze periode maken we daarom een prognose, waarbij we per instrument een specifieke aanpak toepassen:

- *Luchthavengelden en securitygelden*; voor de periode 2023-2024 zijn de tarieven door Schiphol vastgesteld. Deze tarieven laten een jaarlijkse stijging van 12% zien voor beide jaren. Er is nog geen informatie beschikbaar over de verwachte tariefontwikkeling voor de periode na 2025. Voor deze jaren zijn we er daarom van uitgegaan dat de tarieven gelijk blijven op het niveau van 2024.
- *ATC-heffingen*; vanwege een gebrek aan informatie over de toekomstige ontwikkeling van de ATC-heffingen, is er aangenomen dat de gemiddelde ATC-kosten per beweging in de periode 2023-2027 constant blijven. 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 nemen we de ETS-prijs aan zoals in KEV 2022 wordt vermeldt[7] (PBL, 2022). Daarnaast houden we rekening met het feit dat vanaf 2024 het aantal rechten dat vliegtuigmaatschappijen gratis verkrijgen versneld daalt, zie Tabel 5.

Tabel 5 - Input data voor berekening prognose gemiddelde kosten EU ETS

Onderwerp	2023	2024	2025	2026	2027
Verwachtte aantal vluchten Amsterdam	436.800	460.000	452.000	452.000	452.000
Geschatte emissies KLM[8] (tCO_2)	1.587.150	1.671.450	1.642.381	1.642.381	1.642.381
Gratis toegewezen emissierechten[9]	717.652	538.239	269.120	0	0
EU ETS-prijs per ton	94,18	97,59	100,99	104,39	107,79
Aanvullend benodigde rechten voor de luchtvaart verkregen via veiling	55%	68%	84%	100%	100%

- *Vliegbelasting*; bij de bepaling van de gemiddelde vliegbelasting per vertrekkende vlucht zijn we voor de toekomstprognose uitgegaan van ongewijzigd beleid voor de vliegbelasting en dus van een tarief van € 26,43 per passagier[10] (zoals die geldt sinds 1 januari 2023). Voor het gemiddeld aantal passagiers per vlucht en het aandeel transferpassagiers (welke zijn uitgezonderd van de vliegbelasting) gaan we uit van de cijfers van 2019, om een onderschatting door de coronadip te vermijden – zie Tabel 6.

[7] In de KEV 2023 zijn geen nieuwe EU ETS prijzen bepaald, maar zijn de prijzen uit de KEV 2022 gebruikt. Dit is de reden om van de EU ETS-prijzen uit de KEV 2022 uit te gaan.

[8] De totale emissies van KLM zijn inschat op basis van de totale emissies van het jaar 2022, en de prognose van het totaal aantal vluchten op Schiphol, rekening houdende met het aandeel van vluchten dat KLM uitvoert.

[9] Op basis van correspondentie met I&W is bevestigd dat het aantal gratis toegewezen rechten versneld wordt afgebouwd, met per 2026 geen gratis toegewezen rechten meer.

[10] Ook eventuele correcties voor inflatie hebben we niet meegenomen in onze analyse, aangezien de omvang van die mogelijke correcties nog niet bekend zijn.

Het tarief van de vliegbelasting (€ 26,43 per vertrekkende passagier) is vastgesteld voor het prijspeil 2023. Het daadwerkelijke tarief wat in de opvolgende jaren 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 € 26,43. Op de uiteindelijke resultaten zal deze aanname naar verwachting weinig effect hebben.

Tabel 6 - Input data voor berekening prognose gemiddelde vliegbelasting

Onderwerp	2023 en opvolgende jaren
Tarief vliegbelasting per vertrekkende pax	€ 26.43
Gemiddeld aantal passagiers per vliegtuig (data 2019)	144.3
Aandeel transferpassagiers (data 2019)	36.10%

— *CORSIA*; zoals eerder aangegeven hoeft er binnen het CORSIA-systeem alleen gecompenseerd te worden voor de emissies die hoger zijn dan de baseline (85% van de emissies in het jaar 2019). Tot nu toe werd deze baseline (door de sterke daling van het aantal vluchten als gevolg van de coronapandemie) nog niet overschreden, maar de verwachting is dat dit ergens in de periode tot 2030 wel gaat gebeuren. Echter, de verwachting is dat deze kosten zeer laag zullen zijn. In de vorige versie van deze studie waren de kosten van CORSIA minder dan 1% van de totale belastingen en heffingen per vertrekkende vlucht, en gezien de lagere luchtvaartvolumes na de coronapandemie zou het nu naar verwachting nog lager uitkomen. Ook zijn de onzekerheden van een dergelijke berekening groot. Om deze reden hebben wij ervoor gekozen om de kosten door CORSIA niet te kwantificeren en aan te nemen dat die in de periode tot 2027 gelijk zijn aan 0.

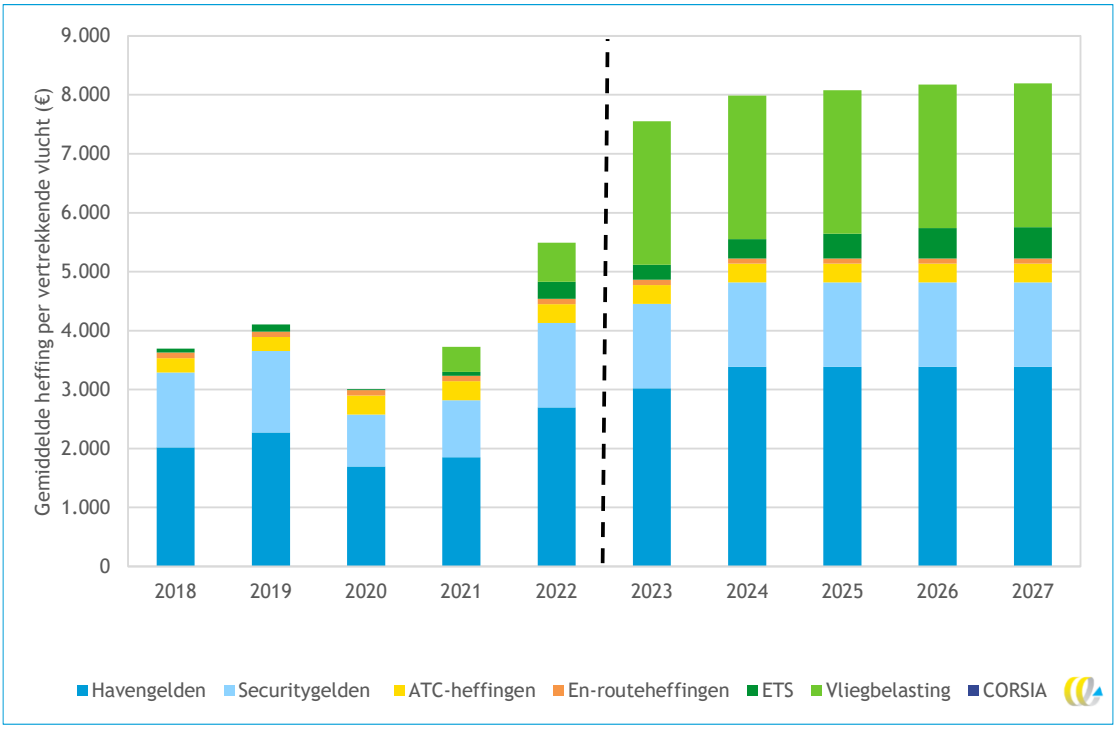
2.3 Resultaten luchtvaartheffingen

De ontwikkeling van de gemiddelde luchtvaartbelastingen en -heffingen in Nederland (in €/vertrekkende vlucht) zijn weergeven in Figuur 2. De resultaten laten zien dat een groot deel van de kostendruk per vlucht momenteel afkomstig is van de luchthavengelden en securitygelden[11]. In 2018 en 2019 waren deze heffingen goed voor bijna 90% van de totale kosten voor luchtvaartmaatschappijen per vlucht. In de periode 2020–2022 daalt het aandeel van de luchthaven- en securitygelden in de totale belastingen/heffingen per vlucht gestaag, tot ca. 75% in 2022. Dit komt o.a. doordat de tarieven voor deze gelden tijdelijk zijn verlaagd vanwege de COVID-19-crisis[12]. Een andere belangrijke reden is dat het gemiddeld aantal passagiers per vlucht in deze periode sterk is gedaald, waardoor de gemiddelde securitygelden per vlucht significant (36%) afnamen. Tot slot, neemt vanaf 2021 ook de aandelen van de vliegbelasting en het EU ETS in de totale belastingen/heffingen toe, waarmee het relatieve aandeel van de luchthaven- en securitygelden afnemen. De vliegbelasting is in 2021 en 2022 goed voor ca. 12% van de totale belastingen/heffingen, terwijl dit voor het ETS op 2 tot 5% ligt.

[11] De kosten voor de bedrijfsvoering van luchtvaartmaatschappijen staan los van de kosten die in deze studie worden gepresenteerd.

[12] Zo heeft Schiphol bijvoorbeeld een korting van 25% gegevens op landingsgelden voor de periode 1 juli 2020-31 december 2020, een nultarief voor parkeren tussen 1 april en 1 juli 2020 en 50% korting op de parkeertarieven van 1 oktober tot 31 december 2020. Zie ook SEO. (2020).

Figuur 2 - Ontwikkeling van de gemiddelde belastingen en heffingen per vertrekkende vlucht vanuit Nederland



In 2023 treedt er een significante stijging van de totale belastingen/heffingen voor luchtvaartmaatschappijen op (ca. 37,5% t.o.v. 2022), die grotendeels veroorzaakt wordt door de stijging van het tarief voor de vliegbelasting. In vergelijking tot 2019, zijn de totale belastingen/heffingen voor vliegtuigen vertrekkend van Schiphol zelfs gestegen met ongeveer 84%. Voor het grootste deel (ca. 70%) is deze stijging het gevolg van de invoering van de vliegbelasting, maar ook de gestegen luchthaven- en securitygelden (ca. 23%) en de kosten voor EU ETS (ca. 4%) dragen hieraan bij.

Zoals duidelijk wordt uit Figuur 2, ligt het aandeel van de vliegbelasting in de totale belastingen/heffingen sinds 2023 op ca. 30%. Als gevolg hiervan neemt het aandeel van de luchthaven- en securitygelden in de totale belastingen/heffingen af, tot ca. 60%. Echter, in absolute zin wordt er nog wel een stijging van deze gelden verwacht (ca. 12%), waarbij het niveau van deze gelden duidelijk boven het niveau van de periode 2018-2022 komt te liggen. De stijging van deze gelden is o.a. nodig om de tekorten die zijn opgelopen tijdens de COVID-19-crisis weer aan te vullen, zodat Schiphol op die manier weer financieel gezond hun activiteiten voort kan zetten. Het aandeel van de kosten van het EU ETS in de totale belastingen/heffingen stijgt de komende jaren naar verwachting van 3% in 2023 tot 6% in 2027. Dit komt met name doordat het aantal gratis rechten wordt afgebouwd en in mindere mate door een verwachte stijging van de EU ETS-prijzen.

3 Vergelijking vervoerswijzen op zes voorbeeldreizen

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk presenteren we een 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 2022. Daarnaast vergelijken we de uitkomsten met de vorige editie van deze studie met basisjaar 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 dieper in op de zes voorbeeldreizen die we in deze analyse onderscheiden. Vervolgens presenteren we in Paragraaf 3.4 de resultaten, die we ten slotte in Paragraaf 3.5 vergelijken met de uitkomsten van de vorige studie.

3.2 Overzicht externe- en infrastructuurkosten en belastingen/heffingen

3.2.1 Externe- en infrastructuurkosten

In Tabel 7 is een overzicht gegeven van de externe- en infrastructuurkosten die onderdeel zijn van deze studie. Een uitgebreide toelichting van de kostenposten is te vinden in CE Delft (2022a). In deze studie laten we congestie, evenals bij de 2019-studie, buiten beschouwing. De reden hiervoor 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 vakantiereizen 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[13].

De kentallen die wij gebruiken voor de inschatting van de externe- en infrastructuurkosten op de verschillende voorbeeldreizen zijn gebaseerd op CE Delft et al. (2019b) en CE Delft, TRT, INFRAS et al. (2019), en waar mogelijk geüpdatet met recente inzichten uit CE Delft (2023a) en CE Delft (2022a). In Bijlage A worden deze kostenkentallen nader toegelicht.

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 bieden echter 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.

[13] Een verkennende analyse die door CE Delft in 2021 is uitgevoerd naar de kosten van deze 'ketenemissies' (CE Delft, 2021) laat zien dat deze kosten bij de personenauto een aandeel van 15-20% in de totale externe kosten heeft, bij de bus 13-23%, bij de trein 8-14% en bij korte vluchten met het vliegtuig (naar Parijs of Londen) 7-9%. Bij langere vluchten (naar Rome en Barcelona) neemt dit aandeel af tot 4-5%.

Tabel 7 - Overzicht van externe- en infrastructuurkosten die worden meegenomen in deze studie

Kostenpost	Toelichting	Partij die de kosten draagt
Vaste infrastructuur-kosten	De kosten die niet afhankelijk zijn van de mate van gebruik van infra-structuur. Hierbij gaat het vooral om de aanlegkosten, een gedeelte van de onderhouds- en vernieuwingskosten (bijv. het onderhoud van bermen langs wegen) en de beheerskosten.[a] Bij de aanlegkosten en de (meerjarige) onderhouds- en vernieuwingskosten bestaan de kosten uit de jaarlijkse afschrijvingen en de financieringskosten. Bij de beheers-kosten gaan we uit van de lopende uitgaven in 2016.	Infrastructuur-beheerder (overheid of private partij)
Variabele infra-structuurkosten	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.	Infrastructuur-beheerder (overheid of private partij)
Externe ongevalskosten	Hierbij gaat het enerzijds om het welvaartsverlies dat optreedt door-dat mensen gewond raken of zelfs overlijden, maar ook om monetaire kosten zoals medische kosten. Ongevalskosten die reeds zijn geïnter-naliseerd (bijv. via verzekeringen en de risicoschatting voor eigen deelname van verkeer (CE Delft, 2022a)) vormen geen onderdeel van de externe ongevalskosten.	Gedeeltelijk andere verkeers-deelnemers, gedeeltelijk maat-schappij
Kosten van lucht-vervuiling	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 elektriciteits-productie (WtT-emissies)[c]	De kosten van luchtvervuilende en broeikasgasemissies die vrijkomen bij de productie van motorbrandstoffen en elektriciteit gebruikt voor mobiliteit (de zogenaamde Well-to-Tank-emissies, oftewel WtT-emissies). De schadelijke effecten van deze emissies zijn reeds besproken bij de kosten van luchtvervuiling en klimaatkosten.	Maatschappij
Kosten van schade aan ecosystemen	Hierbij gaat het om het effect van transportinfrastructuur op eco-systemen en biodiversiteit, onder andere door de doorsnijdings-effecten van transportinfrastructuur.	Maatschappij

a Voor een uitgebreidere toelichting op welke kosten als vast dan wel variabele infrastructuurkosten worden gerangschikt, zie CE Delft, TRT, INFRAS et al. (2019).

b 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.

c In de klimaatsystematiek worden deze kosten toegewezen aan energieproducenten en niet aan de mobiliteits-sector. Dit is echter een politieke keuze. Omdat deze emissies voortkomen uit genomen mobiliteits-beslissingen, worden ze in overzichten van externe kosten van transport altijd meegenomen (zie bijvoorbeeld (CE Delft, 2022a). Daarnaast zorgt dit voor een eerlijke vergelijking tussen verschillende aandrijflijnen.
Bij het elektrisch vervoer worden de klimaatemissies 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 oneer-lijke 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.

Niet-CO_2-effecten van luchtvaart

Wij staan hier specifiek in iets meer detail stil bij de zogeheten niet-CO_2-effecten van de luchtvaart. Deze kortdurende opwarmende effecten door de vorming van enkele stoffen (waterdamp, roetdeeltjes, sulfaat en ozon) op grote hoogte in de atmosfeer kunnen sterk verschillen per vlucht. Deze klimaateffecten hangen namelijk sterk af van lokale atmosferische omstandigheden. Gemiddeld over alle vluchten die in een jaar worden uitgevoerd op verschillende vliegroutes kunnen de niet-CO_2-klimaateffecten dus ook sterk verschillen per route[14]. Wij hebben in deze studie per voorbeeldroute specifieke klimaateffecten (en -kosten) van niet-CO_2-emissies bepaald. Een uitgebreide beschrijving van de methodiek voor de niet-CO_2-klimaateffecten hebben wij opgenomen in Bijlage A.5.

Zoals weergegeven in Tabel 8 is het aandeel van de niet-CO_2-klimaateffecten in het totale klimaateffect van de luchtvaart zeer significant. Dit varieert van ca. 30% voor kortere vluchten tot ca. 75% voor langere vluchten.

Tabel 8 - Klimaatimpact van niet-CO_2-klimaateffecten t.o.v. de CO_2-klimaateffecten per voorbeeldroute

Route	Effect niet-CO_2-klimaateffecten (uitgedrukt in GWP100)	Totaal broeikasgaseffect van CO_2- en niet-CO_2-klimaateffecten (uitgedrukt in GWP100)
Amersfoort - Parijs	0,5	1,5
Amersfoort – Londen	0,4	1,4
Amersfoort – Barcelona	1,8	2,8
Amersfoort - Rome	1,9	2,9
Amersfoort – Los Angeles	2,9	3,9
Amersfoort - Toronto	2,4	3,4

3.2.2 Belastingen en heffingen

Er worden verschillende typen belastingen en heffingen geheven op transport. In Tabel 9 is een overzicht gegeven van alle relevante belastingen en heffingen voor wegvervoer, spoorvervoer en het vliegtuig. De belastingen en heffingen zijn ook gecategoriseerd zodat verdere vergelijkingen eenvoudiger worden. Daarnaast is In Tabel 9 aangegeven in hoeverre een belasting of heffing vast of variabel. Dat wel zeggen of een heffing afhangt van transportgebruik (variabel) of niet (vast).

Tabel 9 - Overzicht van transportbelastingen en -heffingen

Wegvervoer	Categorie belasting/heffing	Vast of variabel
Wegvervoer		
Brandstofaccijns	Energiebelasting/heffing	Variabel
Aanschafbelasting	Voertuigbelasting	Vast
Wegenbelasting	Voertuigbelasting	Vast
Assurantiebelasting	Voertuigbelasting	Vast
Tolheffingen	Infrastructuurheffing	Variabel
Vignetten	Infrastructuurheffing	Variabel

[14] Ook binnen dezelfde route kunnen deze effecten in de praktijk van vlucht tot vlucht verschillen, omdat de atmosferische omstandigheden per vlucht verschillen. In deze studie hebben wij echter gemiddelde effecten op bepaalde routes bepaald, waardoor mogelijke verschillen per vlucht binnen dezelfde route niet inzichtelijk worden.

Wegvervoer	Categorie belasting/heffing	Vast of variabel
Stedelijke tolheffingen	Infrastructuurheffing	Variabel
Btw op transportbelastingen	Btw	Vast/variabel
Btw op brandstof, aanschaf en onderhoud	Btw	Vast/variabel
Spoorvervoer[a]		
Elektriciteitsbelasting	Energiebelasting/heffing	Variabel
Infrastructuurheffingen (gebruiksvergoeding)	Infrastructuurheffing	Variabel
ETS	Energiebelasting/heffing	Variabel
Btw op tickets en op voor- en natransport	Btw	Variabel
Vliegtuig		
Vliegbelasting	Passagiersbelasting	Variabel
Luchthavengelden (incl. securitygelden)	Infrastructuurheffing	Variabel
Navigatieheffingen (terminal- en en-routeheffing)	Infrastructuurheffing	Variabel
ETS	Energiebelasting/heffing	Variabel
CORSIA	Energiebelasting/heffing	Variabel
Btw op tickets en op voor- en natransport	Btw	Variabel

[a] De kosten van grenscontroles voor de Eurostar (trein naar Londen) worden betaald door de Nederlandse overheid en komen dus niet tot uiting in de ticketprijs van reizigers (via een belasting). Echter, doordat deze kosten ook niet bij de infrastructuurkosten worden meegenomen, leidt dit niet tot fouten bij de bepaling van de mate van internalisatie voor de treinreis naar Londen.

In de analyses zoals we die in dit (en het volgende) hoofdstuk uitvoeren zijn we ervan uitgegaan dat luchtvaartmaatschappijen de belastingen/heffingen voor een specifieke vlucht één op één doorberekenen in de ticketprijs voor die vlucht. De reiziger betaalt dan de belastingen/heffingen die gelden voor de vlucht die hij/zij geboekt heeft. Echter, zoals aangegeven in Paragraaf 2.2.1 is het onbekend in hoeverre luchtvaartmaatschappijen belastingen/heffingen direct doorberekenen of dat zij die (vanuit strategische overwegingen) herverdelen over het totale pakket aan vluchten dat zij aanbieden. Deze onzekerheid hebben wij in onze analyses niet meegenomen.

Zoals aangegeven in Paragraaf 3.1 hanteren we 2022 als basisjaar voor de analyses in dit (en het volgende) hoofdstuk. Dit betekent ook dat we voor alle belastingen en heffingen, zoals die zijn opgenomen in Tabel 9, uitgaan van de tarieven zoals die in 2022 golden. De enige uitzondering daarop is de vliegbelasting, waarvoor we uitgaan van het tarief op 1 januari 2023. De reden hiervoor en de implicaties van deze keuze worden in volgend tekstkader nader toegelicht.

Onderbouwing keuze voor het hanteren van het 2023 tarief voor de vliegbelasting

Per 1 januari 2023 is in Nederland de vliegbelasting verhoogd van € 7,85 naar € 26,41 per vertrekkende reiziger (transferpassagiers uitgezonderd). Deze extra belasting heeft een aanzienlijk effect op de resultaten van deze studie. Het is dus wenselijk om de effecten hiervan mee te nemen in de analyses, om te voorkomen dat de studie bij publicatie niet actueel is. Echter, veel andere data (bijv. het aantal vluchten per jaar) was tijdens het schrijven van deze rapportage nog niet beschikbaar voor 2023. We hebben er daarom voor gekozen om 2022 te hanteren als basisjaar voor deze studie, maar voor de Nederlandse vliegbelasting uit te gaan van de situatie in 2023. Vanwege consistentie overwegingen zijn we ook voor de buitenlandse vliegbelastingen uitgegaan van de tarieven zoals die golden op 1 januari 2023 (al zijn de tarieven in het buitenland niet/minimaal gestegen t.o.v. 2022).

Deze keuze heeft methodologische nadelen, omdat de verhoging van de Nederlandse vliegbelasting effect kan hebben op de vraag naar luchtvaart: als de vliegbelasting in 2022 al verhoogd was, dan zou het gedrag van reizigers anders zijn geweest waardoor ook de externe- en infrastructuurkosten en de overige belastingen en

heffingen anders zouden kunnen zijn. De effectenstudie naar de verhoging van de Nederlandse vliegbelasting toont echter aan dat het verwachte effect van deze verhoging op de vraag slechts enkele procenten is (CE Delft, 2022b). Om deze reden hebben wij geconcludeerd dat het combineren van de verhoogde vliegbelasting met de overige data uit 2022 in de analyses niet tot grote onzekerheden in de uitkomsten leidt.

In lijn met de vorige studie blijven algemene belastingen (bijvoorbeeld belastingen op arbeid en kapitaal) buiten beschouwing.[15] Een aparte rol is echter weggelegd voor btw. Met uitzondering van de btw die geheven wordt over andere transportbelastingen, kan btw gezien worden als een algemene belasting. Vanuit dat oogpunt zou btw dus buiten beschouwing gelaten dienen te worden. Echter, de btw-tarieven verschillen sterk tussen de vervoerswijzen en hebben daardoor een significante invloed op de kosten voor de reiziger. Bovendien maakt btw nadrukkelijk onderdeel uit van het politieke en maatschappelijke debat over de verschillen tussen de modaliteiten. Om de rol van btw in de afweging tussen vervoerswijzen toch inzichtelijk te maken nemen we, net als in de vorige studie:

- 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 enkel de btw die wordt betaald over transportbelastingen/heffingen mee (omdat die btw dient te worden opgevat als een transportbelasting).

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. Dit is in lijn met de studie uit 2019. We hebben hiervoor vier redenen:

- Een deel van de subsidies worden impliciet reeds meegenomen. Zo zijn de subsidies voor transportinfrastructuur onderdeel van de infrastructuurkosten. En belastingkortingen 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.
- Sommige subsidies zijn lastig 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.
- Tot slot, zijn er ten tijde van de coronapandemie grootschalige subsidies/leningen verstrekt aan de luchtvaart, het spoorvervoer en het busvervoer, om de gaten in de exploitatie door de sterk dalende reizigersaantallen te dekken. Het gaat hier echter om incidentele subsidies, die geen goed beeld geven van de structurele situatie in de betreffende sectoren. Vandaar dat we ook deze subsidies buiten de analyses houden.

[15] Deze belastingen worden in de gehele economie geheven en hebben daardoor geen andere invloed op de mobiliteitssector dan op andere sectoren.

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. Daarnaast maken we ook een vergelijking van de externe- en infrastructuurkosten en de belastingen/heffingen met als doel om te kijken hoe de verschillende vervoerswijzen zich verhouden in de mate waarin de externe- en infrastructuurkosten die ze veroorzaken gedekt worden door de belastingen en heffingen. 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:

- *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 dient te worden gezien 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, assurantiebelastingen) 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. In dit perspectief wordt 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[16]:

- 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) substituut voor het vliegtuig. Op de lange afstandsreizen is dat niet het geval en is het vliegtuig het enige (realistische) alternatief. Voor deze reizen blijven de trein, auto en bus dan ook buiten beschouwing en richten we ons hoofdzakelijk op het vliegtuig.

[16] De gekozen bestemmingen zijn veel bezochte bestemmingen vanaf Schiphol in de betreffende afstandsklassen. Tevens zijn dit dezelfde voorbeeldreizen als in de vorige versie van deze studie, wat een directe vergelijking van de resultaten mogelijk maakt.

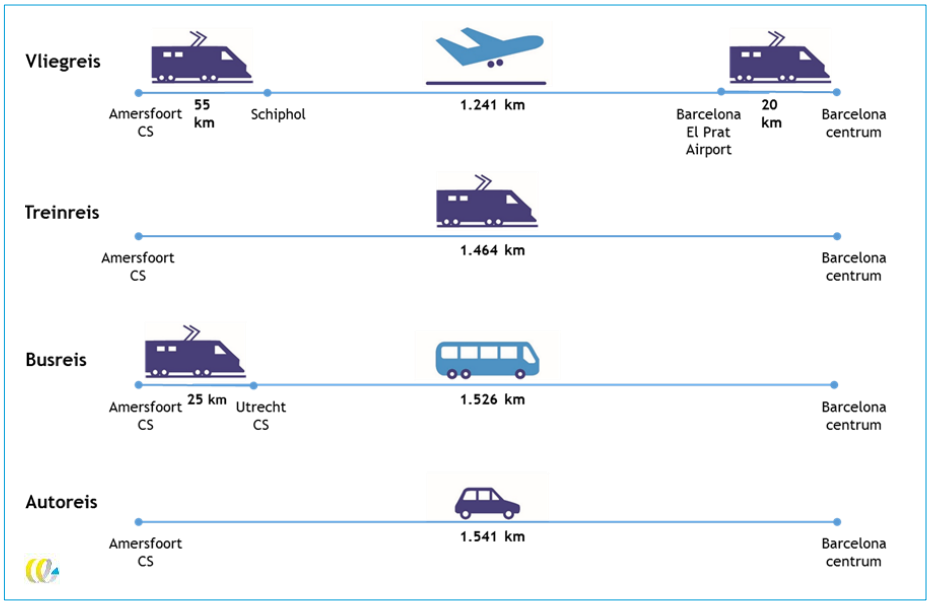
Bij alle reizen gaan we uit van een retourreis. Dit houdt onder andere in dat ook de luchthavengelden en eventuele luchtvaartbelastingen, alsmede de infrastructuur- en externe kosten voor de buitenlandse luchthaven worden meegenomen in de analyse.

Voor alle voorbeeldreizen gaan we ervan uit 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 3.

Figuur 3 - Illustratie voorbeeldreis Amersfoort – Barcelona (enkele reis)



Voor de bepaling van de route (en afstanden) van de voorbeeldreizen gaan we uit van de snelste reisroute (zie Tabel 10). Daarbij hebben we gebruikgemaakt van Google Maps (auto, bus, trein) en de ICAO Carbon Emissions Calculator (vliegtuig). 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.

Tabel 10 - Afstanden per vervoerswijze (in km enkele reis) voor 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	-	-	-	-

Voor de externe- en infrastructuurkosten hebben het omgevingstype (stad, platteland) en het wegtype (bijv. snelweg, stadsweg) invloed op de hoogte van de kosten[17]. Om deze reden hebben we waar nodig de reisafstand ook gedifferentieerd naar deze twee parameters.

Referentievoertuigen

Voor de analyse in dit hoofdstuk hebben we 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 11. Bij de bus en de auto's gaan we ervan uit dat hetzelfde voertuig gebruikt wordt voor elke voorbeeldreis. Bij de trein kan op sommige trajecten (gedeeltelijk) gebruikgemaakt 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. In Bijlage B zijn meer details te vinden over de verschillende voertuigen.

Tabel 11 - Overzicht referentievoertuigen

Voertuigtype	Nadere onderverdeling	Omschrijving referentievoertuig
Vliegtuig	Korte afstand	Embraer 190
	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
Personenauto	Benzinepersonenauto (benzine)	Benzine Volkswagen Golf
	Elektrische personenauto (EV)	Volkswagen ID.3

[17] Zo leidt verkeer op plekken met een hogere bevolkingsdichtheid bijvoorbeeld tot hogere externe kosten, omdat er meer mensen zijn die schade ondervinden van het verkeer.

3.4 Resultaten

In deze paragraaf presenteren we de resultaten voor de zes verschillende voorbeeldreizen. Bij de interpretatie van de resultaten zoals die in deze paragraaf worden gepresenteerd dient in gedachten gehouden te worden dat de analyses zijn uitgevoerd voor specifieke referentievoertuigen, die niet noodzakelijkerwijs overeenkomen met voertuigen die in soortgelijke analyses zijn gebruikt in andere studies. Een vergelijking van de resultaten van deze studie met die in andere studies dient dan ook met de nodige zorgvuldigheid gemaakt te worden.

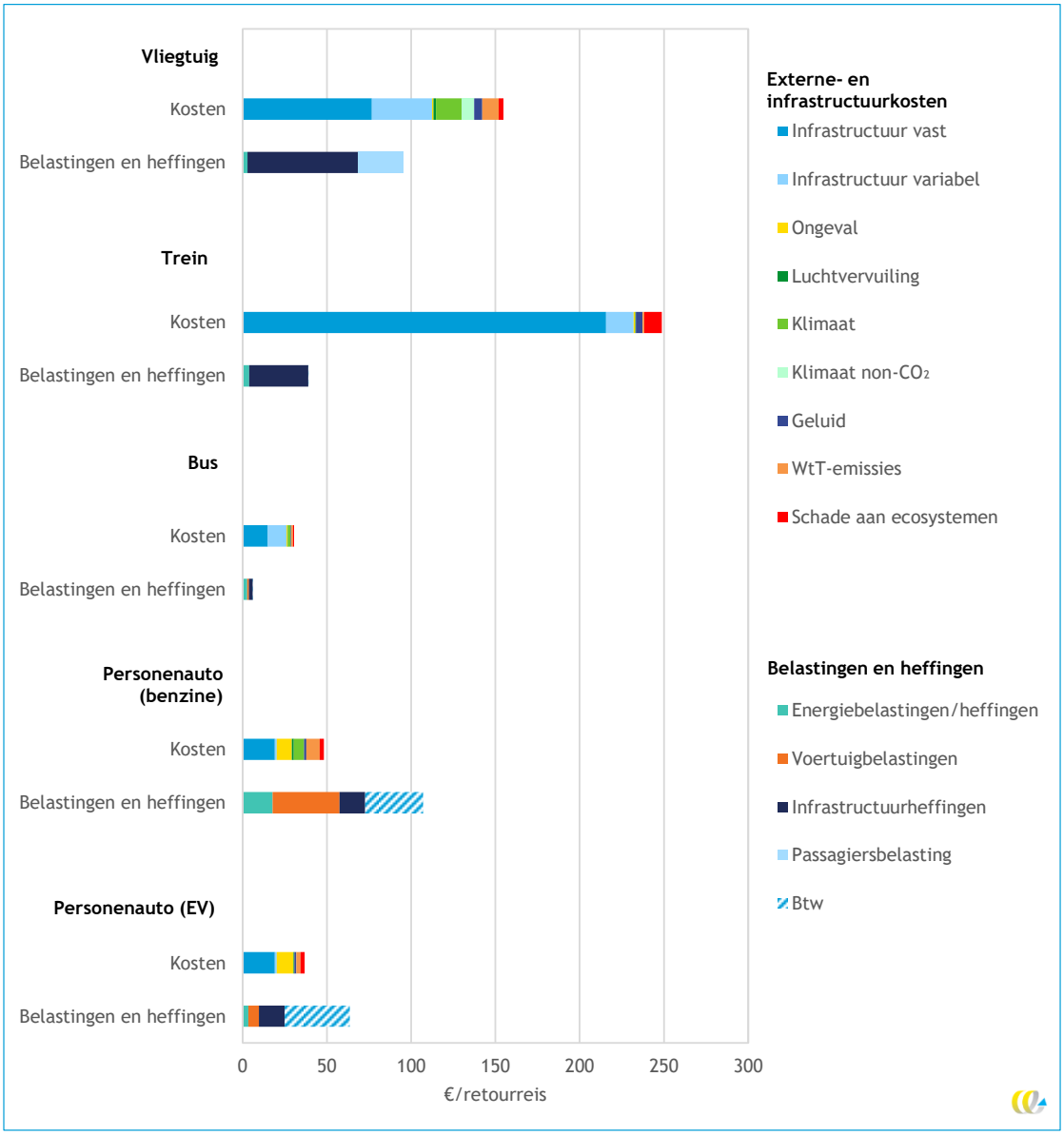
3.4.1 Voorbeeldreizen over korte afstand

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

Figuur 4 geeft een overzicht van de externe/infrastructuurkosten en de betaalde belastingen/heffingen voor de verschillende vervoerswijzen op de corridor Amersfoort – Parijs. De externe- en infrastructuurkosten vallen het hoogst uit voor de trein en het vliegtuig. Voor een belangrijk deel bestaan deze kosten uit infrastructuurkosten, waarbij voor de trein vooral de vaste (gebruiksonafhankelijke) component aanzienlijk is (88%). Dit is het gevolg van de relatief 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 infrastructuurkosten per treinkilometer hoog uitvallen (Delft, TRT, INFRAS, et al., 2019).

Figuur 4 - Vergelijking van externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen voor verschillende vervoerswijzen op het traject Amersfoort - Parijs

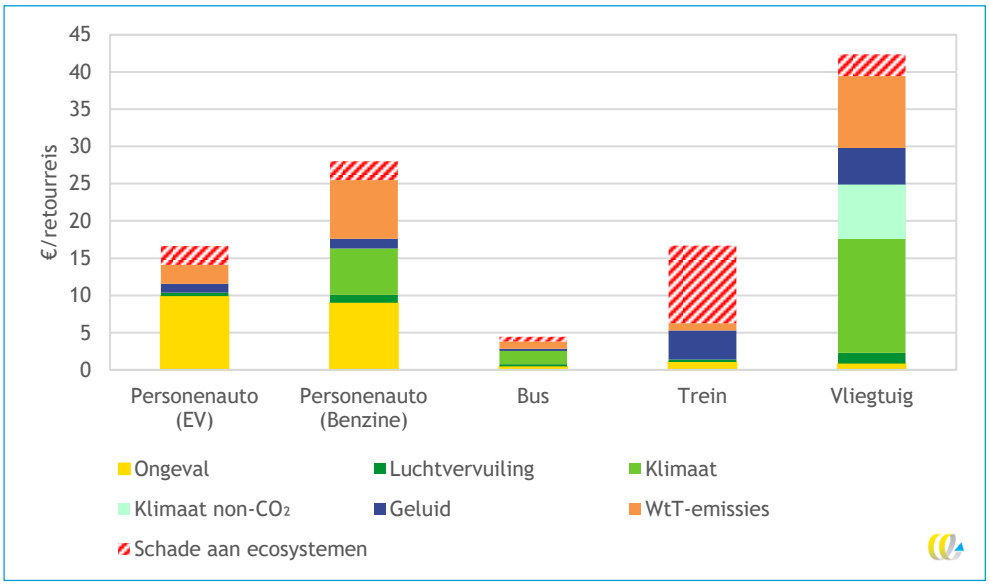


Noot: De externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen zijn bepaald voor 2022. Enkel voor de vliegbelasting is uitgegaan van het tarief geldend op 1 januari 2023.

Wanneer we inzoomen op de externe kosten (zie ook Figuur 5), dan zien we dat de trein aanzienlijk lagere externe kosten heeft dan het vliegtuig (en ook de conventionele personenauto). Het grootste deel (62%) van deze kosten bestaat uit de schade die de aanleg van spoorwegen veroorzaakt voor ecosystemen. Omdat het hierbij om vaste kosten gaat, die niet variëren met de hoeveelheid gereisde kilometers, zijn deze kosten gearceerd weergegeven in Figuur 5. 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.

Van alle modaliteiten kent het vliegtuig de hoogste externe kosten op de route Amersfoort – Parijs. Hierbij zijn vooral de klimaatkosten hoog: inclusief de kosten van de niet-CO_2-effecten vormen de klimaatkosten 53% van de totale externe kosten. Het hoge brandstofverbruik van vliegtuigen leidt ook tot relatief hoge kosten van emissies van brandstofproductie (de zogenaamde Well-to-Tank-emissies (WtT). Daarnaast leidt het vliegtuig ook tot significante geluidskosten. De externe kosten van de benzinepersonenauto liggen op de route Amersfoort – Parijs ca. 30% lager dan voor het vliegtuig, terwijl de kosten voor een elektrische auto ruim 60% lager liggen[18]. Het grootste aandeel in deze kosten hebben de ongevalskosten.[19] Bij de bus zijn de externe kosten (per reiziger) op de route Amersfoort – Parijs tenslotte lager dan bij alle andere modaliteiten.

Figuur 5 - Externe kosten voor de verschillende vervoerswijzen op de route Amersfoort - Parijs



Figuur 4 geeft ook een overzicht van de belastingen en heffingen die betaald moeten worden voor de verschillende vervoerswijzen op de route Amersfoort – Parijs. Deze liggen het hoogst bij het vliegtuig en de auto. Bij het vliegtuig gaat het dan vooral om de luchthavengelden die betaald moeten worden op Schiphol en Charles de Gaulle, alsmede de vliegbelastingen die gelden in zowel Nederland als Frankrijk. Bij de benzineauto hebben de voertuigbelastingen (bpm, mrb) de belangrijkste bijdrage, gevolgd door de verschillende btw bedragen. Bij de elektrische auto zijn de voertuigbelastingen aanzienlijk lager, wat veroorzaakt wordt door het feit dat er voor deze auto's in Nederland een nul/verlaagd tarief geldt. De bus kenmerkt zich door relatief lage belastingen/heffingen per reiziger, wat onder andere het gevolg is van de relatief lage voertuigbelastingen die worden geheven op bussen. Tot slot, waar de btw bij de auto een significant aandeel heeft in de totale belastingen en heffingen (ca. 29% bij de benzineauto en 48% bij de elektrische auto), daar ligt dit

[18] Hierbij is aangenomen dat dat er twee personen in de auto zitten. Zou je daarentegen uitgaan van drie of vier personen, dan dalen de externe- en infrastructuurkosten per reiziger voor de auto naar rato. Bij een volle auto neemt het voordeel van de auto ten opzichte van het vliegtuig dus significant toe.

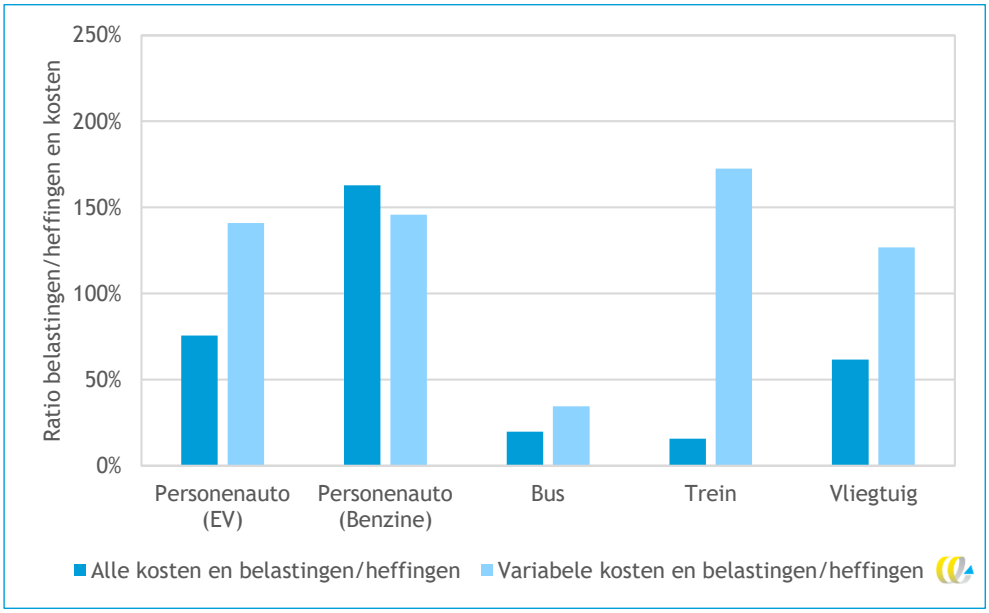
[19] Bij de externe kosten van de auto moet bedacht worden dat het hierbij vooral gaat om kosten van kilometers gereden op de snelweg. Veel van de externe kosten zijn echter hoger als er gekeken wordt naar kilometers afgelegd op provinciale of stadswegen. Dit geldt bijvoorbeeld ook voor de ongevalskosten, doordat het risico op een ongeval op laatstgenoemde wegen groter is dan op snelwegen.

aandeel bij de bus en de trein (ca. 1%) aanzienlijk lager. Dit is het gevolg van het feit dat voor de btw op trein- en bustickets in de meeste landen een verlaagd of nultarief geldt. Voor vliegtickets (op internationale reizen) geldt een nultarief voor de btw[20].

Figuur 6 presenteert de ratio van belastingen/heffingen en externe- en infrastructuurkosten voor de verschillende vervoerswijzen op de route Amersfoort – Parijs. Hierbij maken we onderscheid naar de twee perspectieven zoals gepresenteerd in Paragraaf 3.2.4. Wanneer we alle externe- en infrastructuurkosten en belastingen/heffingen meenemen, dan zijn enkel voor de benzineauto de belastingen/heffingen hoger dan de kosten. Dit impliceert dat voor deze specifieke reis voor de benzineauto de externe- en infrastructuurkosten worden geïnternaliseerd door de relevante belastingen en heffingen.
Bij de elektrische auto is dat, voor deze reis, niet het geval, wat vooral het gevolg is van de veel lagere voertuigbelastingen voor deze auto's.
Bij het vliegtuig wordt 62% van de totale externe- en infrastructuurkosten gedekt door belastingen/heffingen, terwijl dit bij de trein en de bus 16% en 20% is. Wanneer we alleen de variabele externe- en infrastructuurkosten en variabele belastingen/heffingen meenemen, dan veranderen vooral de resultaten voor de trein sterk.
De variabele belastingen/heffingen liggen bij de trein op dit traject bijna twee keer zo hoog als de variabele externe/infrastructuurkosten. Bij zowel de benzine- als elektrische auto worden de variabele kosten volledig gedekt. Ook bij het vliegtuig liggen de variabele belastingen/heffingen hoger dan de variabele kosten. Tot slot, bij de bus zijn de belastingen/heffingen gelijk aan 34% van de variabele externe- en infrastructuurkosten.

[20] Vluchten naar of vanuit het buitenland zijn belast tegen het btw-nultarief (Tabel II, post b-3 behorende bij de Wet op de omzetbelasting 1968). Dit btw-nultarief houdt in dat ondernemers geen btw in rekening hoeven te brengen over hun diensten, maar wel recht hebben op aftrek van voorbelasting. Vanwege uitvoeringsproblematiek maken lidstaten gebruik van het btw-nultarief voor vluchten naar of vanuit het buitenland. De toepassing van het btw-nultarief is echter niet verplicht op grond van de btw-richtlijn. In theorie is het dus denkbaar dat Nederland (of een andere EU-lidstaat) afziet van het toepassen van dit btw-nultarief. Dit zou echter betekenen dat voor alle vluchten vanuit en naar Nederland moet worden vastgesteld welk gedeelte boven Nederlands grondgebied is gevlogen, want alleen dat gedeelte is belastbaar met Nederlandse btw. Dit is echter vrijwel niet uitvoerbaar. Bovendien is het gedeelte van een internationale reis dat plaatsvindt op of boven Nederlands grondgebied veelal beperkt, wat gevolgen heeft voor de afweging van heffing versus uitvoering. Overigens zijn binnenlandse vluchten in Nederlands (en sommige andere EU-lidstaten) wel belast tegen het algemene btw-tarief.

Figuur 6 - Ratio belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten voor de verschillende vervoerswijzen

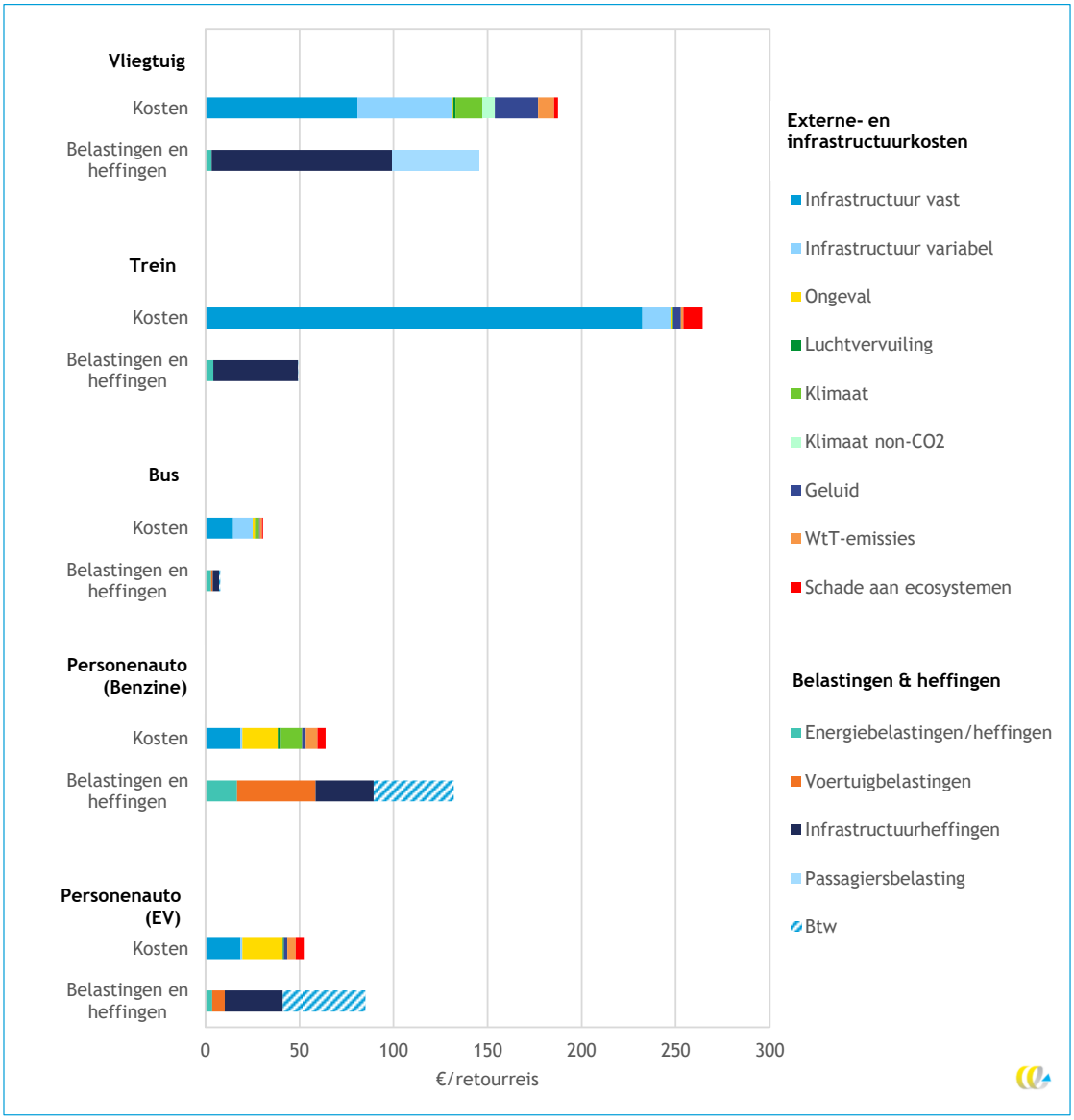


Noot: Bij de bepaling van de ratio's is de btw niet meegenomen, met uitzondering van de btw die wordt geheven over andere transportbelastingen. Zie Paragraaf 3.2.4 voor een nadere toelichting op deze werkwijze.

Amersfoort - Londen

Figuur 7 geeft een overzicht van de externe- en infrastructuurkosten en de te betalen belastingen/heffingen voor de verschillende vervoerswijzen op de route Amersfoort - Londen. In grote lijnen zijn de resultaten vergelijkbaar met die voor de route Amersfoort - Parijs. Een belangrijk verschil bij de vliegreis zijn de relatief hoge geluidskosten, die vooral het gevolg zijn van het hoge aantal geluidgehinderde omwonenden van London Heathrow. Daarnaast zijn de betaalde belastingen/heffingen voor de vliegreis significant hoger dan op de route Amersfoort - Parijs, wat vooral het gevolg is van de hogere luchthavengelden in Londen en de hogere vliegbelasting in de UK in vergelijking met Frankrijk.

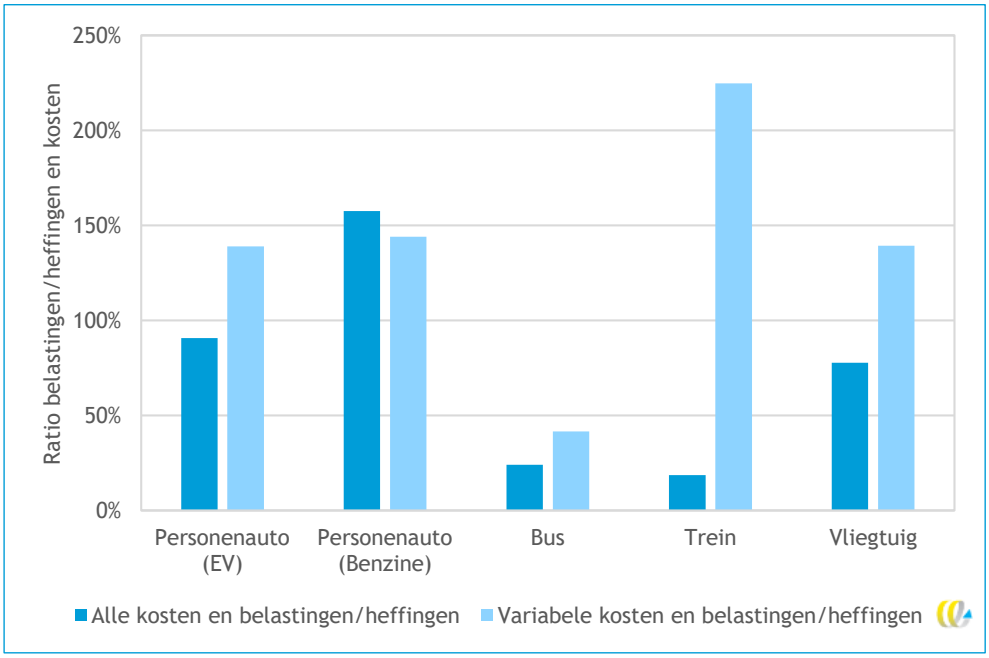
Figuur 7 - Vergelijking van externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen voor verschillende vervoerswijzen op het traject Amersfoort - Londen



Noot: De externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen zijn bepaald voor 2022. Enkel voor de vlieg-belasting is uitgegaan van het tarief geldend op 1 januari 2023.

Ook de ratio's van belastingen/heffingen en externe- en infrastructuurkosten zijn voor de route Amersfoort – Londen grotendeels vergelijkbaar met die voor Amersfoort – Parijs (zie Figuur 8). Bij het vliegtuig ligt de ratio voor Amersfoort – Londen hoger, wat het gevolg is van de hogere luchthavengelden in Londen in vergelijking met Parijs. De variabele belastingen/heffingen blijken op deze route ook voldoende hoog te zijn om de variabele externe- en infrastructuurkosten te dekken.

Figuur 8 - Ratio belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten 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.

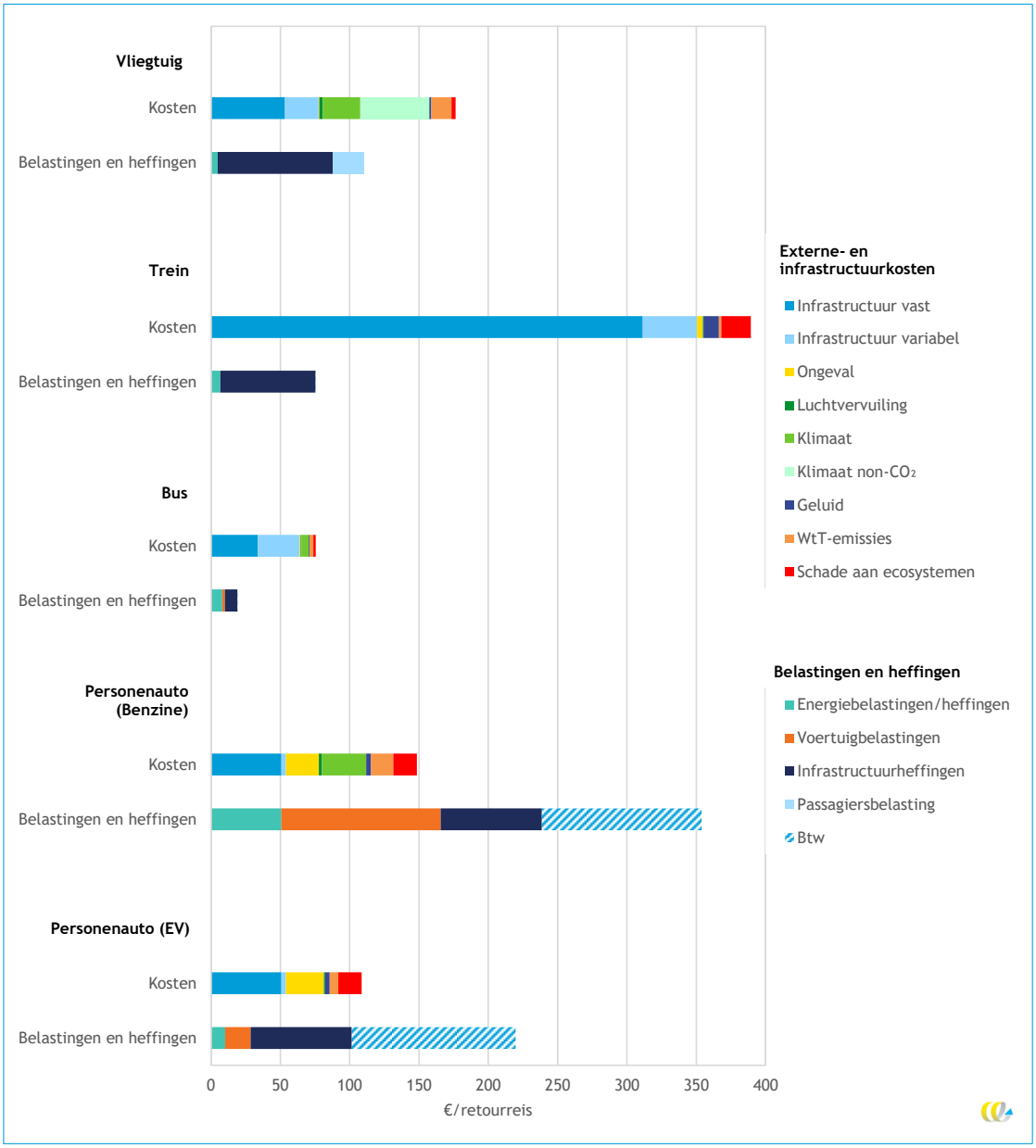
3.4.2 Voorbeeldreizen over middellange afstand

In deze paragraaf presenteren we de resultaten voor voorbeeldreizen over middellange afstand. Eerst kijken we naar de reis naar Barcelona en daarna naar de reis naar Rome.

Amersfoort - Barcelona

Figuur 9 laat een vergelijking zien van de externe- en infrastructuurkosten enerzijds en belastingen/heffingen anderzijds tussen Amersfoort en Barcelona voor verschillende vervoerswijzen. De resultaten komen gedeeltelijk overeen met de resultaten van de korte afstanden. Zo zijn de totale externe- en infrastructuurkosten ook hier weer het hoogst voor de trein, gevolgd door het vliegtuig. Laten we echter de (vaste) infrastructuurkosten buiten beschouwing, dan zijn de externe- en infrastructuurkosten 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 ecosystemen buiten beschouwing laten. Nemen we de laatstgenoemde kosten wel mee, dan zijn de externe kosten van de treinreiziger wat hoger dan van de busreiziger.

Figuur 9 - Vergelijking van externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen voor verschillende vervoerswijzen op het traject Amersfoort - Barcelona



Noot: De externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen zijn bepaald voor 2022. Enkel voor de vliegbelasting is uitgegaan van het tarief geldend op 1 januari 2023.

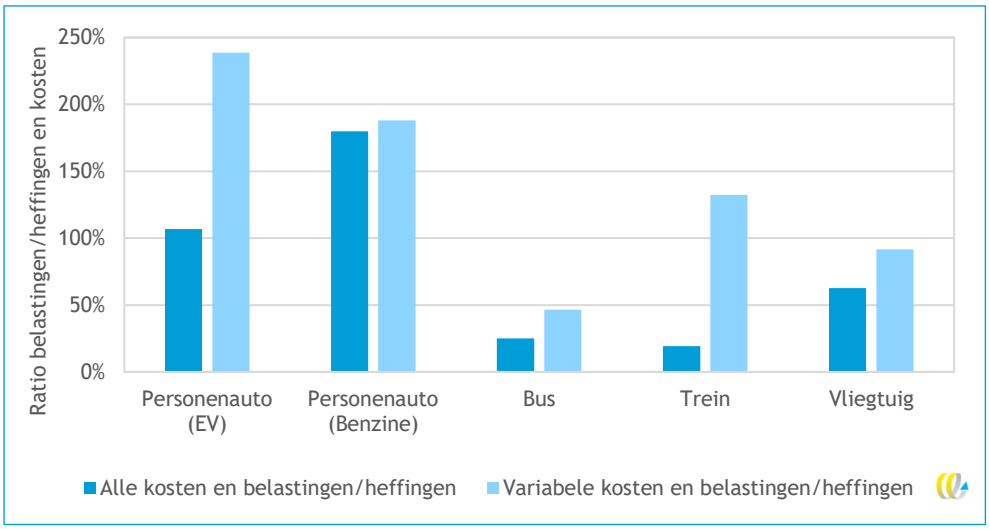
Een belangrijk verschil met de voorbeeldreizen over korte afstanden is wel het toegenomen belang van de klimaatkosten in de kosten van het vliegtuig. Bij de korte afstandsvluchten vormden deze kosten ca. 10-15% in de totale externe- en infrastructuurkosten, terwijl dat bij de vlucht naar Barcelona ca. 45% is. Dit weerspiegelt goed het feit dat deze kosten sterk afstandsafhankelijk zijn, terwijl sommige andere kostenposten (bijv. geluid- en infrastructuurkosten) vooral optreden in de LTO-fase en daarmee dus minder/niet samenhangen met de vluchtlengte. Ook het aandeel van de niet-CO_2-effecten in de klimaatkosten ligt bij deze middellange reizen aanzienlijk hoger dan bij de korte reizen. Een ander belangrijk

verschil met de korte afstandsreizen is dat het verschil in externe- en infrastructuurkosten tussen het vliegtuig en de auto kleiner is geworden. 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 de spoorinfrastructuur) wel het geval is.

Voor de belastingen en heffingen is het beeld in zekere mate vergelijkbaar met de kortere reizen. Wel zien we dat betaalde belastingen/heffingen voor een retourvlucht met het vliegtuig lager uitvallen, wat vooral het gevolg is van het feit dat er in Spanje geen vlieg-belasting is.

Figuur 10 geeft weer hoe de externe- en infrastructuurkosten zich verhouden tot de belastingen en heffingen die geheven worden. Het beeld is vergelijkbaar met de korte afstanden voor de vervoerswijzen over land. Voor het vliegtuig valt op dat de ratio's wat lager uitvallen dan op de korte afstand. Dit komt vooral doordat de meeste belastingen/ heffingen niet afstandsafhankelijk zijn (en dus niet toenemen met de langere vlucht), terwijl dat voor een deel van de externe kosten (bijv. de klimaatkosten en de kosten van emissies van brandstofproductie) wel het geval is.

Figuur 10 - Ratio belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten voor de verschillende vervoerswijzen



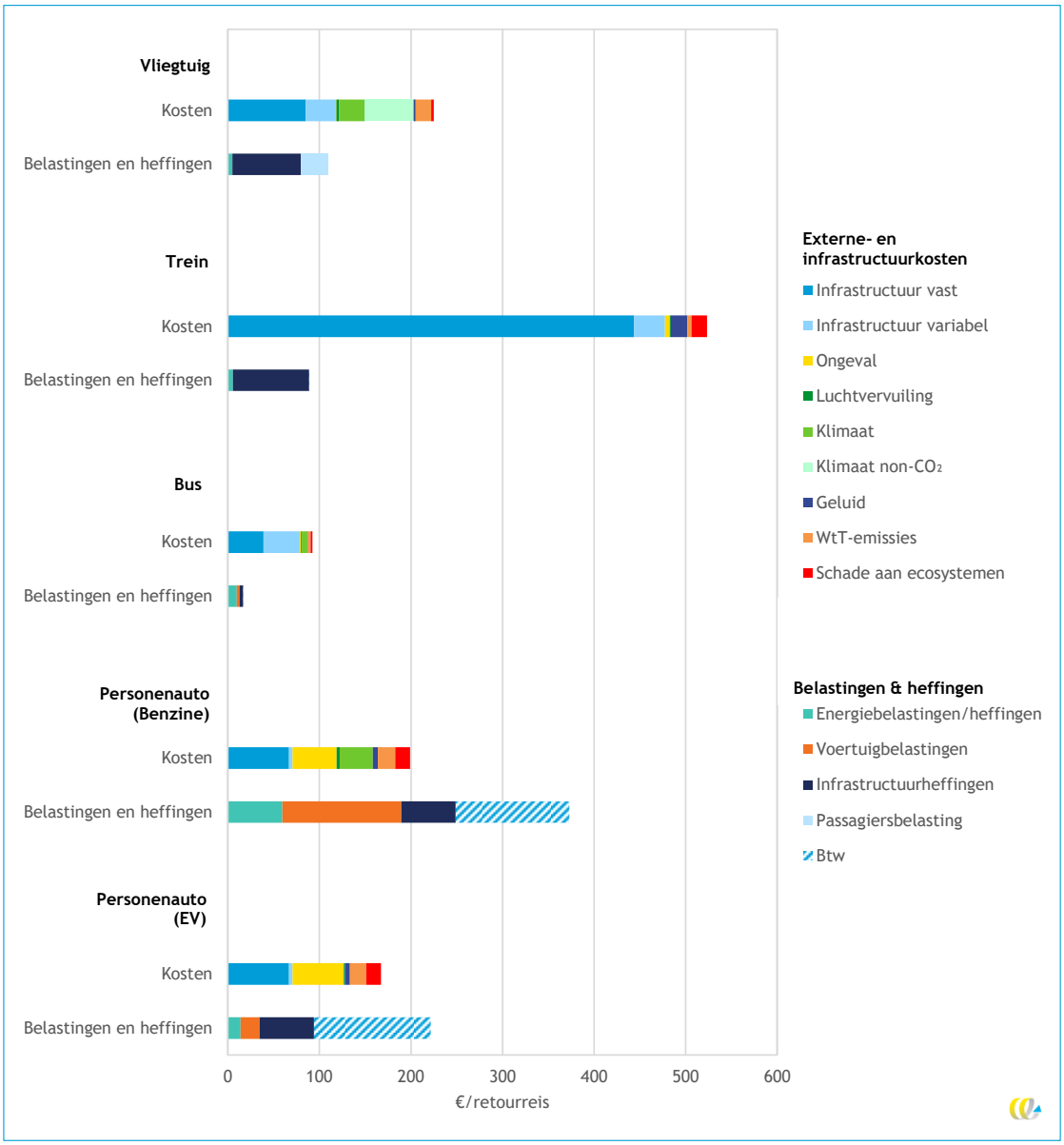
Noot: Bij de bepaling van de ratio's is de btw niet meegenomen, met uitzondering van de btw die wordt geheven over andere transportbelastingen. Zie Paragraaf 3.2.4 voor een nadere toelichting op deze werkwijze.

Amersfoort - Rome

In Figuur 11 is een vergelijking weergegeven van de externe- en infrastructuurkosten enerzijds en belastingen en heffingen anderzijds voor de voorbeeldreis naar Rome. In grote lijnen is het beeld vergelijkbaar met de reis naar Barcelona. Een belangrijk verschil is dat de infrastructuurkosten voor de trein aanzienlijk hoger liggen dan op de route Amersfoort - Barcelona, wat vooral te maken heeft met de hogere infrastructuurkosten in de Alpenlanden (hogere aanlegkosten, lagere benuttingsgraden). Ook bij de personenauto (zowel benzine als EV) liggen de externe- en infrastructuurkosten aanzienlijk hoger dan voor de reis naar Barcelona. Dit heeft o.a. te maken met hogere ongevalskosten (in o.a. Italië) en infrastructuurkosten (in met name de Alpenlanden).

Bij de belastingen en heffingen is het beeld voor de reis naar Rome sterk vergelijkbaar met die van de reis naar Barcelona. Wanneer we inzoomen op het vliegtuig, dan zien we dat de belastingen en heffingen iets lager zijn voor de reis naar Rome. Dit komt doordat de luchthavengelden in Rome lager zijn dan in Barcelona.

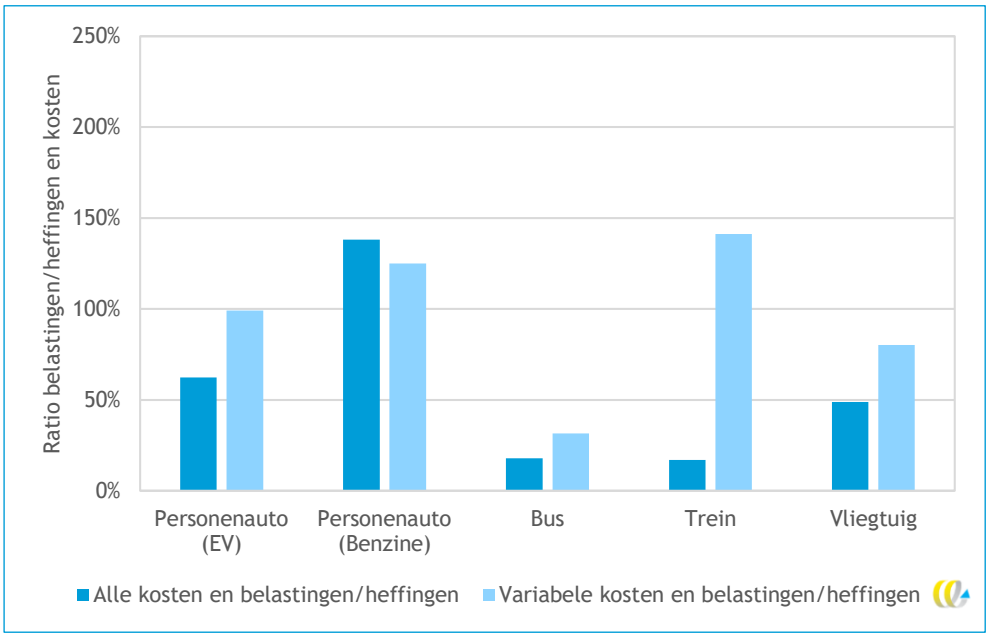
Figuur 11 - Vergelijking van externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen voor verschillende vervoerswijzen op het traject Amersfoort - Rome



Noot: De externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen zijn bepaald voor 2022. Enkel voor de vliegbelasting is uitgegaan van het tarief geldend op 1 januari 2023.

In Figuur 13 zijn de ratio van belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten weergegeven voor de reis naar Rome. Ook hier is het patroon grotendeels vergelijkbaar met die voor de reis naar Barcelona. Echter, voor de personenauto (zowel benzine als EV) zien we wel dat de ratio's duidelijker lager liggen, wat vooral het gevolg is van de hogere gemiddelde externe- en infrastructuurkosten per reizigerskilometer op deze route.

Figuur 12 – Ratio belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten 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.

3.4.3 Voorbeeldreizen over lange afstand

De voorbeeldreizen over de lange afstand zijn alleen mogelijk met het vliegtuig. In Figuur 13 zijn zowel de externe- en infrastructuurkosten als de belastingen en heffingen voor de vliegreizen naar Toronto en Los Angeles weergegeven. In vergelijking met de andere reizen, vallen vooral de klimaatkosten (en de kosten van emissies van brandstofproductie) aanzienlijk hoger uit. Deze kosten zijn sterk afstandsafhankelijk, in tegenstelling tot andere kostenposten zoals de infrastructuurkosten en geluidskosten. Bovendien neemt het klimaateffect van de non-CO_2-emissies sterk toe, o.a. doordat de vliegtuigen langer op een hoge hoogte vliegen. Qua omvang overheersen de non-CO_2-klimaateffecten op deze reizen ook duidelijk de klimaateffecten van de CO_2-emissies.

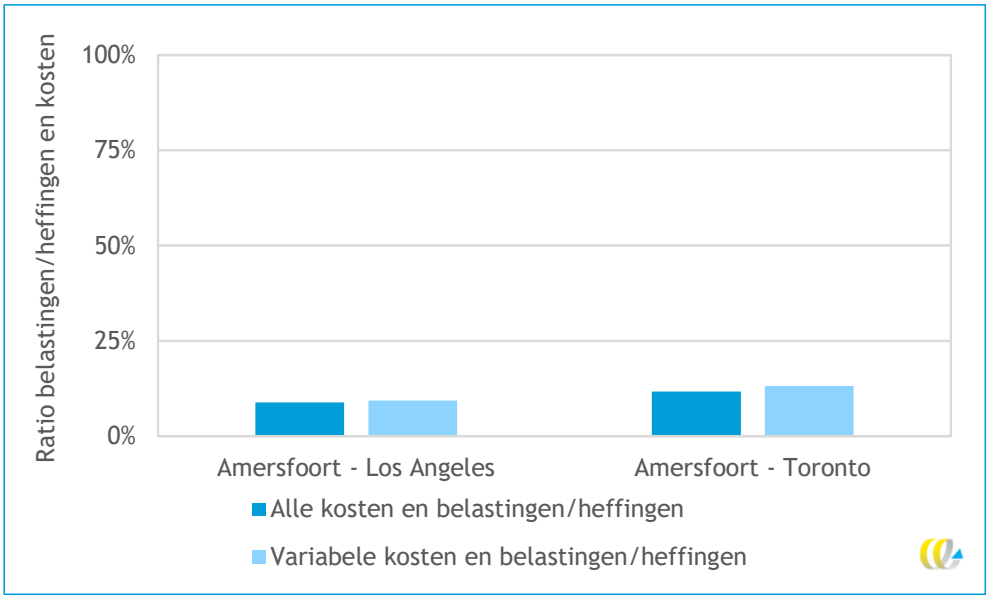
De heffingen en belastingen bestaan voor beide vluchten vooral om luchthavengelden en vliegbelastingen. Het aandeel van laatstgenoemde is bij de reis naar Los Angeles groter, omdat de vliegbelasting in Los Angeles ongeveer twee keer zo hoog is als in Toronto.

Figuur 13 - Vergelijking van externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen voor de vliegreizen naar Toronto en Los Angeles

Noot: De externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen zijn bepaald voor 2022. Enkel voor de vliegbelasting is uitgegaan van het tarief geldend op 1 januari 2023.

In Figuur 14 is de verhouding tussen externe/infrastructuur kosten en belastingen/heffingen te zien voor lange vluchten. De ratio's liggen veel lager dan bij de korte en middellange vlucht. Zoals hierboven besproken nemen de externe kosten toe met de vluchtafstand terwijl de heffingen en belastingen dat niet doen.

Figuur 14 -- Ratio belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten op lange vluchten



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.

3.5 Vergelijking met de resultaten uit de vorige editie

In Tabel 12 vergelijken we de ratio's van belastingen/heffingen en externe/infrastructuur-kosten voor de huidige studie (editie 2023) en de vorige studie (editie 2019). We doen dit zowel voor het perspectief waarbij alle belastingen/heffingen en externe/infrastructuur-kosten meegenomen als voor het perspectief waarbij enkel de variabele belastingen/ heffingen en kosten worden meegenomen.

Tabel 12 - Vergelijking van ratio's van belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten zoals berekend in de huidige studie (editie 2023) en de vorige studie (editie 2019)

	Editie	Vliegtuig		Trein		Bus		Auto	
		Totaal	Variabel	Totaal	Variabel	Totaal	Variabel	Totaal	Variabel
Amersfoort - Parijs	2019	43%	79%	19%	196%	16%	35%	144%	144%
	2023	62%	127%	16%	173%	20%	34%	163%	146%
Amersfoort - Londen	2019	66%	111%	23%	248%	15%	32%	159%	160%
	2023	78%	139%	19%	225%	24%	42%	158%	144%
Amersfoort - Barcelona	2019	42%	65%	22%	135%	24%	46%	163%	179%
	2023	63%	92%	19%	132%	25%	47%	180%	188%
Amersfoort - Rome	2019	57%	87%	19%	138%	17%	32%	139%	153%
	2023	49%	80%	17%	141%	18%	31%	138%	125%
Amersfoort - Los Angeles	2019	17%	18%	-	-	-	-	-	-
	2023	9%	9%	-	-	-	-	-	-
Amersfoort - Toronto	2019	22%	26%	-	-	-	-	-	-
	2023	12%	13%	-	-	-	-	-	-

Voor het vliegtuig liggen de ratio's vooral bij de korte vluchten ruim boven de ratio's uit de vorige studie. Hiervoor zijn twee belangrijke verklaringen:

- De invoering van de vliegbelasting in Nederland. In de 2019-editie is de situatie voor 2016 in beeld gebracht, waarbij er in Nederland nog helemaal geen vliegbelasting was ingevoerd.
- Voor de klimaateffecten van non-CO_2-emissies gebruikten we in de vorige editie een vaste factor voor alle vluchtafstanden. In deze editie hebben we deze kosten kunnen specifiëren naar vluchtafstand. Doordat vliegtuigen op korte vluchten gemiddeld genomen lager vliegen, vallen de ingeschatte klimaateffecten van de niet-CO_2-effecten lager uit dan bij toepassing van de vaste factor uit de vorige studie. De ingeschatte klimaatkosten zijn daarmee aanzienlijk lager dan in de vorige studie.

Voor de lange vluchten zien we een omgekeerd patroon, waarbij de ratio's in de huidige studie aanzienlijk hoger uitvallen dan in de vorige studie. Dit heeft wederom vooral te maken met de inschatting van de niet-CO_2-klimaateffecten, waarbij voor de langere vluchten grotere impacts worden ingeschat dan in de vorige studie. Bovendien wordt er in deze studie, op basis van recente inzichten, gerekend met een hogere CO_2-prijs, wat vooral bij de lange vluchten waar het aandeel van de klimaatkosten in de totale externe kosten fors zijn een grote invloed heeft op die totale externe kosten. Hoewel de hogere vlieg-belasting (en luchtvaartheffingen) ook bij de lange vluchten zijn meegenomen, leidt het feit dat deze belastingen/heffingen niet afstandsafhankelijk zijn ertoe dat de invloed daarvan op de bovenstaande ratio's veel kleiner is dan bij de kortere vluchten.

Bij de middellange vluchten (naar Rome en Barcelona) spelen ook de bovenstaande ontwik-kelingen. Bij de reis naar Barcelona leidt dat ertoe dat de ratio's net wat hoger uitpakken dan in de vorige studie, terwijl bij de net wat langere reis naar Rome de ratio's in dezelfde range liggen dan in de vorige studie.

Voor de overige vervoerswijzen zien we dat de ratio's vaak redelijk vergelijkbaar zijn met die uit de vorige studie. Bij de trein zijn vooral op de reizen naar Parijs en Londen de (variabele) ratio's lager geworden. Dit is het gevolg van een stijging in sommige externe kosten (vanwege nieuwe inzichten in waarderingskentallen), terwijl de belastingen/ heffingen op hetzelfde niveau zijn gebleven. Bij de auto zien we eenzelfde patroon, met daarbij eenzelfde verklaring (bijvoorbeeld hogere waardering voor verkeersslachtoffers, hogere CO_2-prijs, etc.).

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 externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen rekening gehouden kan worden met de specifieke kenmerken van de reis (en voertuigen).

De analyse op het niveau van voorbeeldreizen laat niet zien hoe representatief de resultaten zijn voor de gemiddelde reis. Ook verschillen tussen landen worden niet inzichtelijk. Vandaar dat we 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 vergelijken we de Nederlandse luchtvaart en het spoorvervoer in Nederland met de situatie in Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk in het jaar 2022. Bij het spoorvervoer voeren we de analyse uit op landniveau. Dat betekent dat we de gemiddelde externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen (in € per 1.000 reizigerskilometers) van het spoorvervoer[21] in Nederland vergelijken met de gemiddelde externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen van al het spoorvervoer in de drie 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 am Main, de Parijse luchthavens[22] en Londen Heathrow.

[21] 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.

[22] De luchthavens Parijs-Charles de Gaulle, Parijs-Orly en Parijs-Le Bourget vallen onder dezelfde exploitant (Aéroports de Paris). Het gevolg daarvan is dat veel data (bijvoorbeeld over de geinde luchthavengelden) enkel voor de drie luchthavens tezamen beschikbaar is. Binnen de scope van deze studie was het niet mogelijk om een volledige uitsplitsing van alle data naar individuele luchthaven te maken. Vandaar dat we de analyse hebben uitgevoerd voor de drie Parijse luchthavens tezamen. Hoewel deze drie luchthavens alle drie een ander profiel hebben (zo is Parijs – Le Bourget bijvoorbeeld bijna uitsluitend gericht op privé vluchten, terwijl de andere twee luchthavens vooral commerciële vluchten faciliteren), denken we dat het gezamenlijke profiel van deze drie luchthavens vergelijkbaar is met die van Schiphol, Frankfurt en Heathrow

De benchmarkanalyse was in de vorige versie van deze studie gebaseerd op data uit destijds zeer recente studies op het gebied van de externe kosten (Delft, INFRAS, et al., 2019), infrastructuurkosten (Delft, TRT, INFRAS, et al., 2019) en belastingen/heffingen (Delft, TRT, Planco, et al., 2019) van transport in Europa. Deze studies zijn sindsdien niet meer geüpdatet. De methodiek die in die studies zijn gehanteerd is op hoofdlijnen echter nog wel bruikbaar. Voor deze studie hebben we de inschattingen uit bovenstaande studies geactualiseerd door de belangrijkste parameters en kostenkentallen te updaten naar het basisjaar 2022.

Meer specifiek:

- We hebben de externe kosten van luchtvaart voor de verschillende luchthavens berekend door de externe kosten kentallen uit de voorgaande studie te corrigeren voor:
  - *Gewijzigde vervoersprestaties*. Wij hebben hierbij rekening gehouden met wijzigingen in de lengte van de gemiddelde vlucht[23]. Dit heeft alleen effect op kostenkentallen waarvoor de vluchtlengte relevant is (klimaatschade en WtT-emissies).
  - *Gewijzigde externe kosten kentallen*. Wij hebben de waardering van externe kosten aangepast ten opzichte van de voorgaande studie (zie Bijlage A).
- We hebben de externe kosten van spoorvervoer voor de verschillende landen berekend door de externe kosten kentallen uit de voorgaande studie te corrigeren voor gewijzigde waarderingen van externe kosten (zie Bijlage A).
- We hebben de gemiddelde belastingen en heffingen van luchtvaart voor de verschillende luchthavens berekend door:
  - De totale jaarlijkse opbrengsten van de relevante heffingen in 2022 te delen door het totaal aantal commerciële vluchten. De opbrengsten van heffingen en het aantal vluchten is overgenomen uit de jaarrapporten van de betreffende luchthavens.
  - Voor de belastingen die in de verschillende landen bestaan, hebben we de ontwikkeling in de tarieven als uitgangspunt genomen om de gemiddelde belasting in 2016 te vertalen naar de gemiddelde belasting in 2022.
- We hebben de belastingen en heffingen van spoorvervoer voor de verschillende landen ingeschat door de belastingen en heffingen van de voorgaande studie te corrigeren voor ontwikkelingen in de tarieven van de relevante belastingen en heffingen.

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 moesten we ons in de vorige studie beperken tot de luchthavengelden en vliegbelastingen. Data over de gemiddelde navigatieheffingen en kosten van het EU ETS waren destijds helaas niet beschikbaar. Voor de navigatieheffingen is dit nog steeds het geval. De navigatieheffingen zijn echter slechts een zeer beperkt deel van de totale belastingen- en heffingen voor een vlucht (zie ook Figuur 2), waardoor het weglaten van deze heffingen naar verwachting niet tot significante onzekerheden leidt. In deze versie van de studie hebben wij wel een inschatting van de kosten van EU ETS en het UK ETS kunnen maken

We hebben de EU ETS-kosten voor Nederland gebaseerd op de resultaten uit Hoofdstuk 2. De EU ETS-kosten voor Frankfurt en de Parijse luchthavens hebben wij ingeschat door de EU ETS-kosten per vertrekkende vlucht te corrigeren voor het aandeel in de passagierskilometers van vertrekkende vluchten van deze luchthavens dat naar bestemmingen binnen de

[23] We hebben de ontwikkeling van de gemiddelde vluchtlengte bepaald op basis van statistieken van Eurostat. (2023). Dit leidt tot een correctie van -2% voor Nederlandse vliegreizen, -8% voor Franse vliegreizen, -3% voor Duitse vliegreizen en +1% voor Britse vliegreizen. Dit betreffen wijzigingen in de gemiddelde afstanden die passagiers direct vliegen vanaf de hub-luchthavens, een eventuele vervolgvlucht is niet meegenomen in deze statistieken.

EEA is. Voor Londen Heathrow hebben wij de kosten van het UK ETS ingeschat door ten eerste te corrigeren voor prijsverschillen tussen EU ETS en UK ETS[24]. Daarnaast is gecorrigeerd voor het aandeel van de vertrekkende passagierskilometers dat naar bestemmingen in de UK of de EEA ging; dit zijn namelijk vluchten die binnen de scope van het UK ETS vallen.

4.3 Benchmark luchthavens

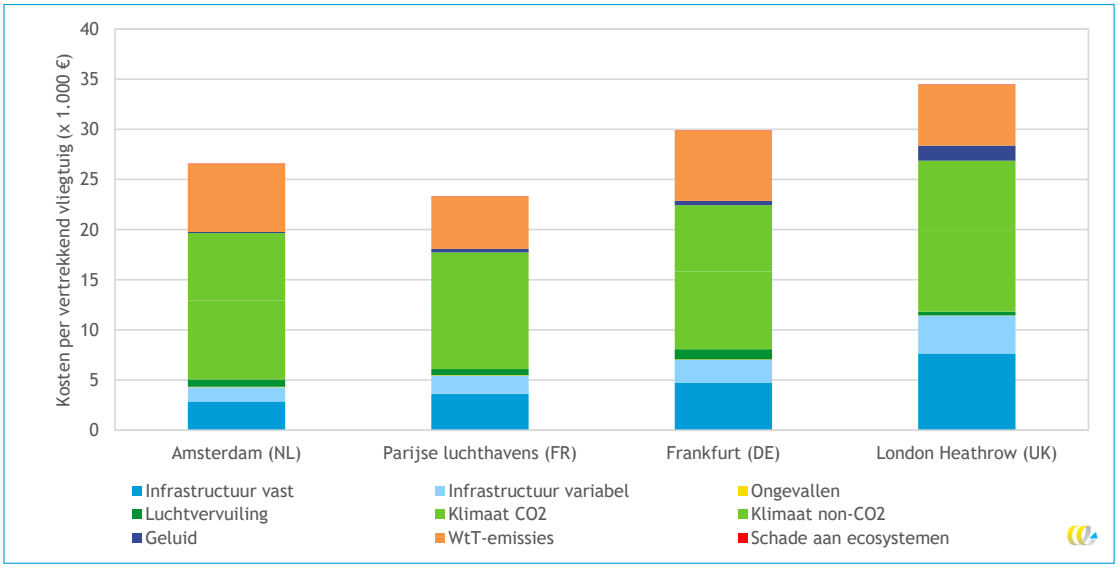
De gemiddelde externe- en infrastructuurkosten voor Schiphol in 2022 worden in Figuur 15 vergeleken met die voor Parijse luchthavens (Charles de Gaulle en Parijs-Orly), Frankfurt am Main en London Heathrow. Hierbij valt meteen op dat voor alle vier de luchthavens de afstandsafhankelijke kosten (klimaat, emissies van brandstofproductie) het overgrote deel van de totale externe- en infrastructuurkosten vormen (ca. 60 tot 80%). Dit is te verklaren door het grote internationale bestemmingennetwerk van alle vier 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 emissies van brandstofproductie (zie ook Paragraaf 3.4.3), zijn deze kostenposten ook ruim vertegenwoordigd in de totale externe- en infrastructuurkosten van de (gewogen) gemiddelde vlucht van deze luchthavens.

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 (€ 11.400 tegenover € 4.290 per vertrekkende vlucht). Een mogelijke verklaring die in CE Delft, et al. (Delft, TRT, INFRAS, et al., 2019) hiervoor wordt gegeven is dat het gemiddelde aantal passagiers per vliegtuig op Heathrow hoger ligt dan op Schiphol. 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 (€ 1.471 tegenover € 118 per vertrekkende vlucht). Dit is te verklaren door het hogere aantal geluidgehinderde omwonenden bij Heathrow ten opzichte van Schiphol.

[24] De gemiddelde kosten van het UK ETS waren met 97 euro per ton gemiddeld net wat hoger dan de kosten van het EU ETS in 2022.

Figuur 15 - Vergelijking gemiddelde externe- en infrastructuurkosten voor de verschillende luchthavens in 2022

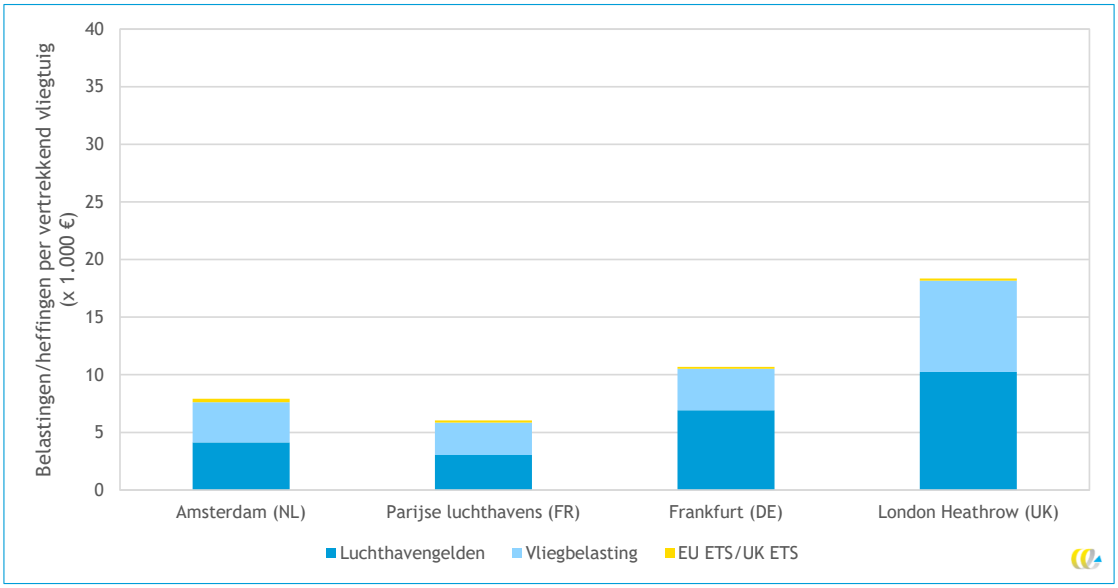


Een vergelijking van de gemiddelde luchthavengelden en vliegbelastingen in 2022 is voor de drie luchthavens gepresenteerd in Figuur 16. Het meest in het oog springende is hierbij dat de gemiddelde luchthavengelden in Heathrow gemiddeld ruim 2,5 keer hoger liggen (per vertrekkende vlucht) dan in Amsterdam. De gemiddelde luchthavengelden in Frankfurt liggen (per vertrekkende vlucht) op een hoger niveau dan op Schiphol. De gemiddelde luchthavengelden op de Parijse luchthavens liggen lager dan die op Amsterdam Schiphol. Een verklaring kan zijn dat het totaal van luchthavengelden een kleine 10% van het totaal aantal vluchten vanaf de Parijse luchthavens vluchten zijn met privévliegtuigen waarvoor significant lagere tarieven betaald worden voor het gebruik van de luchthaven en gerelateerde diensten.

In alle vier de landen werd in 2022 een vliegbelasting geheven. Zoals eerder aangegeven hebben we voor alle vier de landen gerekend met het tarief op 1 januari 2023. Op deze manier geven de analyses een zo actueel mogelijk beeld.

Een vergelijking tussen Figuur 15 en Figuur 16 toont aan 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.

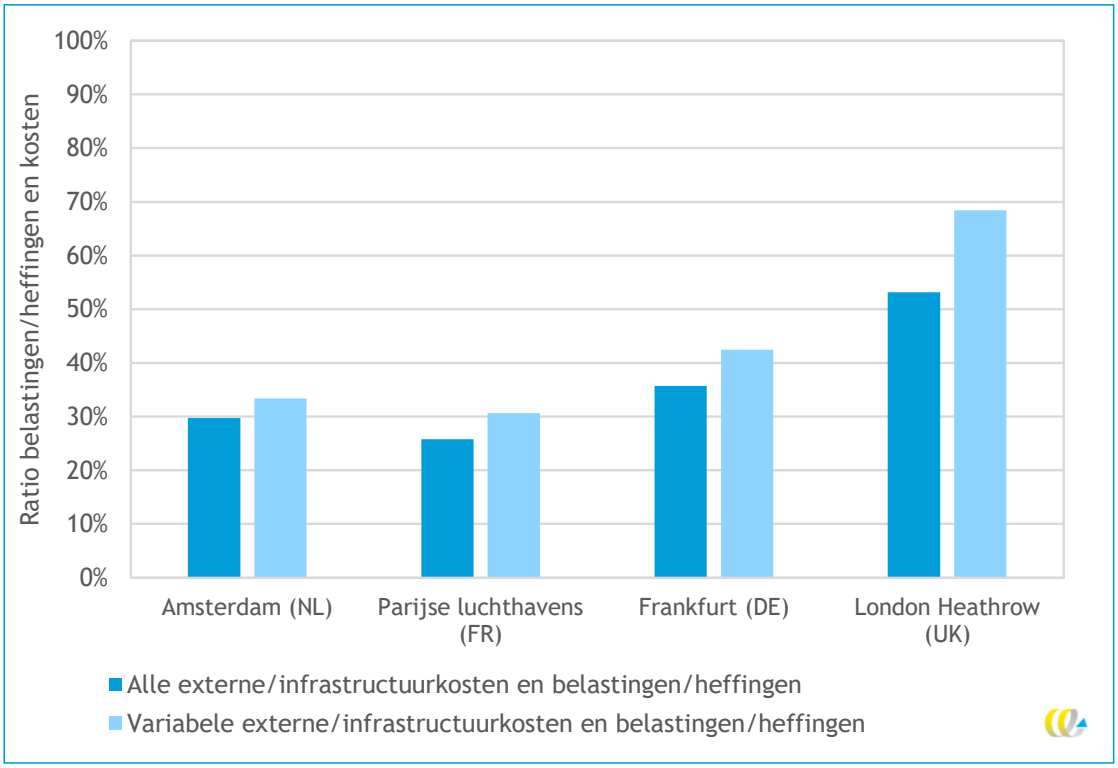
Figuur 16 - Vergelijking gemiddelde belastingen en heffingen voor de verschillende luchthavens in 2022*



* Voor de vliegbelastingen is voor alle vier de luchthavens met het tarief van 2023 gerekend.

Figuur 17 geeft weer in welke mate de belastingen en heffingen de externe- en infrastructuurkosten dekken voor de verschillende luchthavens. Op alle luchthavens zijn de belastingen en heffingen gemiddeld genomen veel lager dan de externe- en infrastructuurkosten. De hogere luchthavengelden in combinatie met de relatief hoge vliegbelasting in de UK zorgt ervoor dat een relatief groot deel (53%) van de externe- en infrastructuurkosten op Heathrow gedekt worden door belastingen/heffingen dan op Schiphol. De dekking van externe- en infrastructuurkosten op Frankfurt (35%), Amsterdam (30%) en de Parijse luchthavens (26%) is redelijk vergelijkbaar.

Figuur 17 - Ratio belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten voor de gemiddelde vlucht in 2022*



* Voor de vliegbelastingen is voor alle vier de luchthavens met het tarief van 2023 gerekend.

Een vergelijking van ratio's van belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten zoals berekend in deze studie met de ratio's uit de vorige studie is opgenomen in Tabel 13. Het valt op dat deze ratio's sinds de vorige studie is toegenomen op alle onderzochte luchthavens. De stijging is met name hoog voor Amsterdam en Frankfurt, maar op Heathrow is de ratio nog steeds significant hoger. Voor de Parijse luchthavens kan geen vergelijking worden gemaakt, omdat deze niet waren opgenomen in de vorige studie.

Tabel 13 - Vergelijking ratio belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten voor de luchtvaart met voorgaande studie*

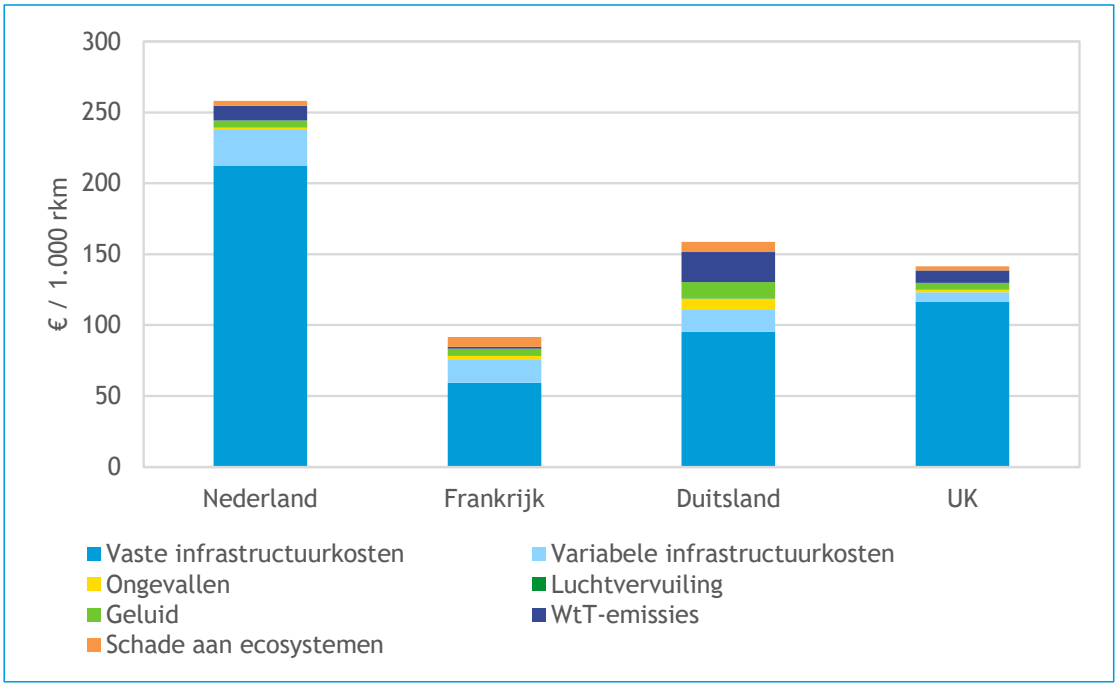
	Editie	Amsterdam (NL)	Parijse luchthavens (FR)	Frankfurt (DE)	London Heathrow (UK)
Alle externe/infrastructuur kosten en belastingen/heffingen	2023	30%	26%	36%	53%
	2019	15%	-	19%	47%
Variabele externe/infrastructuur-kosten en belastingen/heffingen	2023	33%	31%	42%	68%
	2019	18%	-	31%	49%

* Voor de vliegbelastingen is voor alle vier de luchthavens voor de editie 2023 met het tarief voor 2023 gerekend (terwijl de overige belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten voor 2022 zijn bepaald).

4.4 Benchmark spoorvervoer

De gemiddelde externe- en infrastructuurkosten van het elektrisch personenspoorvervoer ligt in Nederland hoger dan in Frankrijk, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk (zie Figuur 18). 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[25] van het Nederlandse spoornetwerk zorgen hiervoor (Delft, TRT, INFRAS, et al., 2019).

Figuur 18 - Vergelijking gemiddelde externe- en infrastructuurkosten voor het spoorvervoer in de verschillende landen

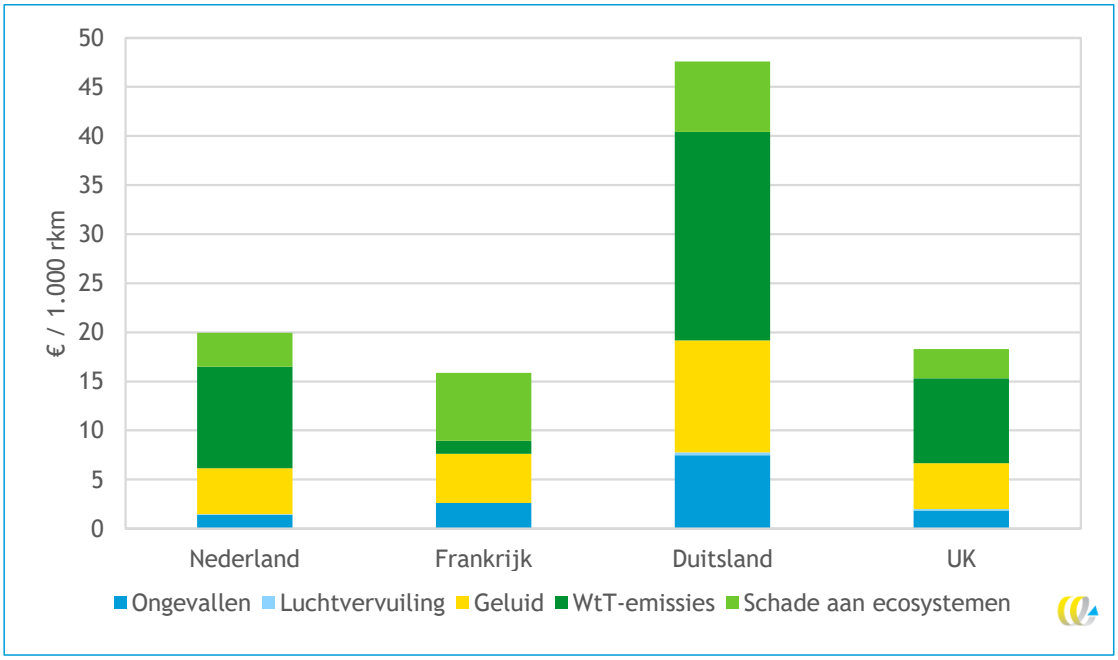


Als we kijken naar de externe kosten van het spoorvervoer (zie Figuur 19), dan zien we dat die in Duitsland aanzienlijk hoger liggen dan in Nederland. De reden hiervoor is vooral dat de CO_2-intensiteit van de elektriciteitsproductie in Duitsland hoger ligt dan in Nederland (een hoger aandeel van de elektriciteit is opgewekt met steenkool), waardoor de kosten van de emissies van brandstofproductie (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 zijn 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 flink lager zijn dan in Nederland[26].

[25] De grote drukte op het gecombineerde (niet-HSL) spoor in Nederland zorgt bijvoorbeeld voor hoge operationele kosten.

[26] Voor Nederland zijn we uitgegaan van de emissiefactoren uit STREAM Personenvervoer. Hierbij rekenen we met de daadwerkelijk gebruikte stroommix van spoorvervoer, en niet de aangekochte groene stroom.

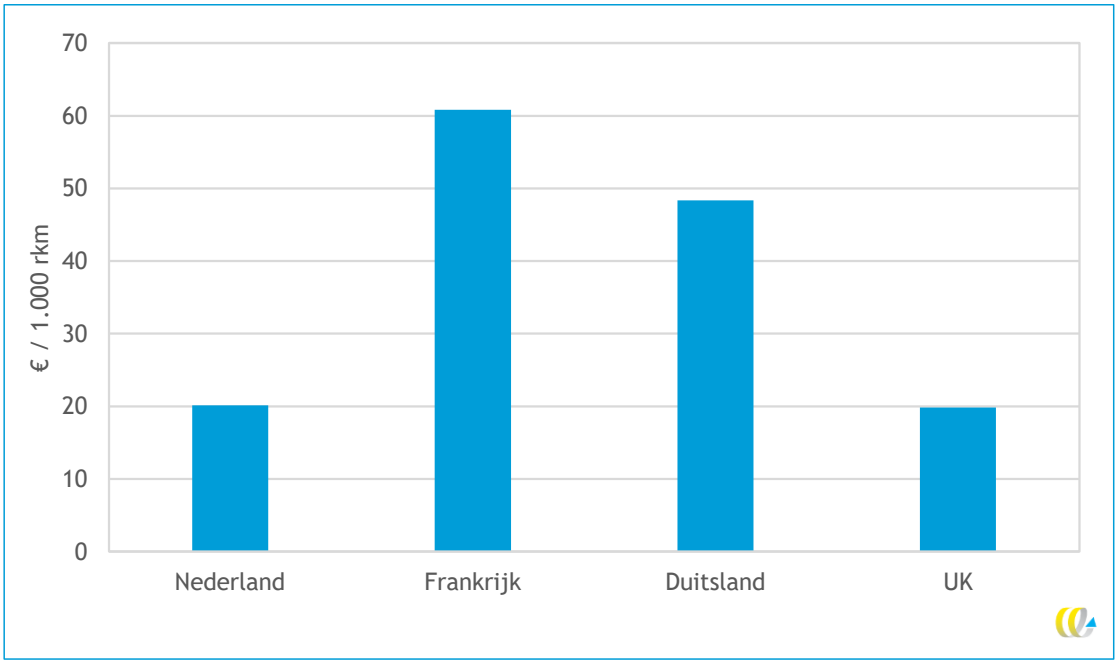
Figuur 19 - Vergelijking gemiddelde externe kosten voor het spoorvervoer in de verschillende landen



Figuur 20 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[27]. 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.

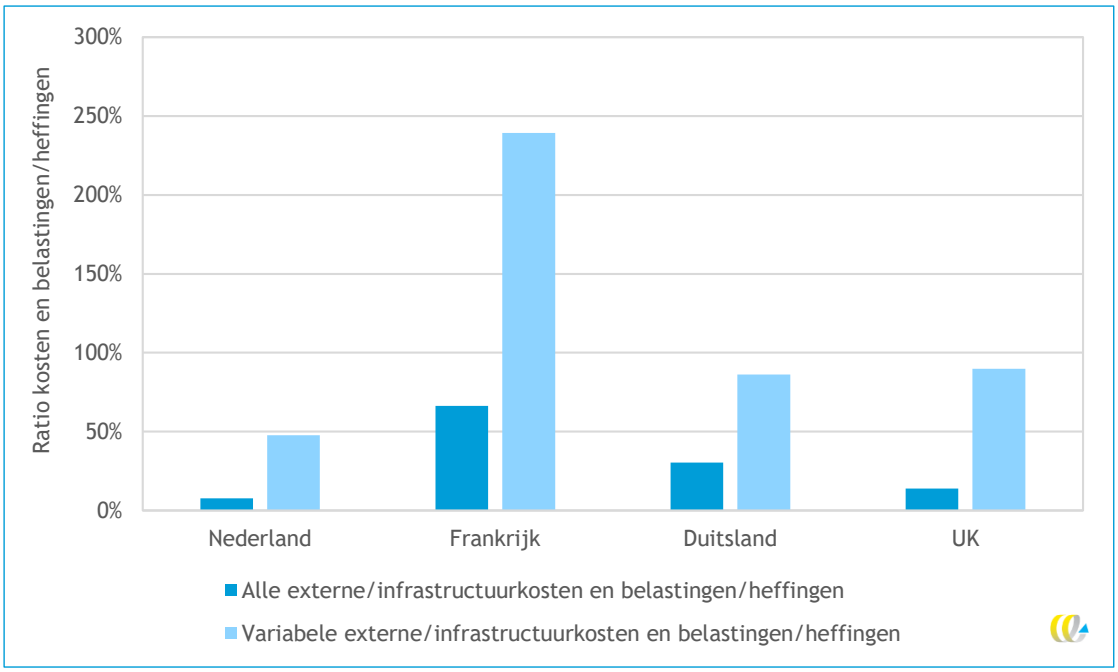
[27] We hebben geen complete analyse van de ontwikkelingen per belasting of heffing van het gemiddelde spoornet voor de verschillende landen kunnen maken. In plaats daarvan hebben wij aan de hand van de resultaten van de analyse van de voorbeeldreizen, waar voor verschillende typen treinen en specifieke trajecten spoor een gedetailleerde update was gemaakt van de belastingen en heffingen, gecheckt of er significante ontwikkelingen zijn geweest in de belastingen en heffingen van spoor. Wij hebben op basis van deze analyse geconcludeerd dat dit niet het geval lijkt te zijn. De ontwikkeling van de belastingen en heffingen in de verschillende landen hebben wij dus ingeschat met een inflatiecorrectie. In de benchmark komen dus voornamelijk de verschillende ontwikkelingen in de externe- en infrastructuurkosten tot uiting.

Figuur 20 - Vergelijking gemiddelde belastingen en heffingen voor spoorvervoer in de verschillende landen



Als we de gemiddelde belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten 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 in Nederland zijn hiervan de hoofdoorzaak.

Figuur 21 - Ratio belastingen/heffingen en extern/infrastructuurkosten



Tabel 14 geeft een vergelijking van de ratio tussen belastingen- en heffingen en externe- en infrastructuurkosten met de vorige editie van deze studie. Het valt op dat in alle landen de ratio voor de totale externe- en infrastructuurkosten zeer vergelijkbaar is met de vorige studie. Dit komt omdat deze ratio wordt gedomineerd door de infrastructuurkosten- en heffingen. Wij hebben geen gedetailleerde analyse gemaakt van de ontwikkeling van de infrastructuurheffingen per land, met als logisch gevolg dat de verschillen ten opzichte van de vorige studie beperkt zijn. Wel hebben wij op basis van de resultaten van de voorbeeld-reizen geverifieerd dat er inderdaad geen grote veranderingen zijn. Bij de variabele belastingen en heffingen komen de verschillen in de externe kosten ten opzichte van de vorige studie tot uiting. Ook deze verschillen zijn echter beperkt.

Tabel 14 - Vergelijking ratio belastingen/heffingen en externe/infrastructuurkosten voor het spoorvervoer met de voorgaande studie

	Editie	Nederland	Frankrijk	Duitsland	UK
Alle externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen	2023	8%	66%	30%	14%
	2019	8%	66%	32%	14%
Variabele externe/infrastructuur-kosten en belastingen/heffingen	2023	48%	239%	86%	90%
	2019	48%	240%	95%	91%

5 Conclusies

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk presenteren we de belangrijkste conclusies van deze studie. Daarbij gaan we allereerst in op de ontwikkeling van de belastingen en heffingen voor de luchtvaart in Nederland (Paragraaf 5.2). Daarna staan we stil bij de vraag in hoeverre deze belastingen en heffingen voldoende zijn om de externe- en infrastructuurkosten van de luchtvaart te dekken (Paragraaf 5.3). Deze resultaten vergelijken we vervolgens ook met andere vervoerswijzen (Paragraaf 5.4) en andere landen (Paragraaf 5.5)

5.2 Ontwikkeling belastingen en heffingen voor de luchtvaart in Nederland

De omvang van de belastingen en heffingen voor de luchtvaart is de afgelopen jaren in Nederland sterk gestegen. Ten opzichte van 2019 ligt de totale omvang van belastingen en heffingen 84% hoger dan in 2019. Dit is voor een grootste deel (ca. 70%) het gevolg van de invoering van de vliegbelasting in 2021, waarvan het tarief in 2023 bovendien fors verhoogd is. Ook de gestegen luchthavengelden (ca. 23%) en de kosten voor het EU ETS (ca. 4%) dragen bij aan de toegenomen omvang van belastingen en heffingen. Voor de komende jaren wordt een lichte verdere stijging verwacht, vooral door de aangekondigde verhoging van de luchthavengelden. Ook stijgende kosten van het EU ETS voor luchtvaartmaatschappijen, door een stijgende ETS-prijs en een afname van het aantal emissierechten dat gratis wordt verstrekt, dragen bij aan de verwachte stijging van de belastingen/heffingen.

In het totaal van de belastingen en heffingen die in Nederland voor de luchtvaart betaald moeten worden, hebben de luchthavengelden (incl. securityheffingen) het grootste aandeel. In 2023 waren deze heffingen goed voor ca. 60% van de totale omvang van belastingen en heffingen. Met de op 1 januari 2023 van kracht geworden tariefstijging is de vliegbelasting verantwoordelijk voor ca. 30% van de totale omvang van de belastingen en heffingen, terwijl het EU ETS ca. 3% bijdraagt. De bijdrage van CORSIA is momenteel verwaarloosbaar en we verwachten dat die situatie tot 2027 niet significant gaat veranderen. Door het afgenomen aantal vluchten op Schiphol vanwege de coronapandemie wordt de benchmark waarboven binnen CORSIA offsetting moet worden toegepast momenteel niet gehaald in Nederland, waardoor de kosten van CORSIA voor luchtvaartmaatschappijen die naar/van Nederland vliegen nihil zijn.

5.3 Vergelijking externe- en infrastructuurkosten en belastingen/heffingen voor de luchtvaart in Nederland

De belastingen en heffingen die in Nederland gelden voor de luchtvaart zijn momenteel onvoldoende om de externe en maatschappelijke kosten die veroorzaakt wordt door die luchtvaart te dekken. De uitgevoerde benchmarkanalyse voor Schiphol laat zien dat er voor ca. 30% van de totale externe- en infrastructuurkosten wordt betaald via de belastingen en heffingen. Met andere woorden, het principe van de vervuiler betaalt gaat niet op voor de luchtvaart in Nederland. Wel is het zo dat de opbrengsten van de luchthavengelden op Schiphol overeenkomen met de infrastructuurkosten, wat betekent dat vooral de belastingen en economische prikkels via het EU ETS en CORSIA gemiddeld genomen onvoldoende zijn om de externe kosten van de luchtvaart te dekken.

Er zijn echter grote verschillen tussen vluchten. De analyse van zes voorbeeldreizen laten zien dat op korte vluchten (naar Parijs en Londen) 60 tot 80% van de totale externe- en infrastructuurkosten worden gedekt door belastingen en heffingen, terwijl dit op de lange vluchten (naar Los Angeles en Toronto) slechts 9 tot 12% is. De belangrijkste redenen hiervoor zijn dat belangrijke externe kostenposten van de luchtvaart (klimaat, emissies van brandstofproductie) sterk toenemen als de vluchtafstand toeneemt (omdat deze kosten rechtstreeks samenhangen met het brandstofverbruik), terwijl de belangrijkste belastingen en heffingen (luchthavengelden, vliegbelasting) juist niet toenemen bij een langere vluchtafstand.

Een vergelijking van de resultaten uit de analyses uitgevoerd voor deze studie met die van de eerdere editie van de Prijs van een vliegreis (met basisjaar 2016), laten wel zien dat er in Nederland een stijging is geweest van de mate waarin de externe- en infrastructuurkosten van de luchtvaart worden gedekt via belastingen en heffingen. Veruit de belangrijkste bijdrage daaraan wordt geleverd door de in 2019 ingevoerde (en in 2023 verhoogde) vliegbelasting.

5.4 Vergelijking met andere vervoerswijzen

Wanneer we de luchtvaart op specifieke voorbeeldreizen vergelijken met de trein, de bus en de auto, dan vinden we dat de totale externe- en infrastructuurkosten voor het vliegtuig hoger liggen dan voor de bus en de auto, maar lager dan voor de trein. De hoge kosten voor het spoorvervoer zijn vooral het gevolg van de relatief hoge vaste infrastructuurkosten van deze vervoerswijze. Wanneer we die vaste kosten echter buiten beschouwing laten, dan heeft het spoorvervoer de laagste externe- en infrastructuurkosten. Zolang er geen nieuwe infrastructuur hoeft te worden aangelegd leidt extra spoorvervoer dus tot minder extra externe/infrastructuurkosten dan extra vliegverkeer, busvervoer, of autoverkeer.

Wanneer we specifiek kijken naar de externe kosten, dan blijken deze voor de luchtvaart ruim boven die van de andere vervoerswijzen te liggen. Daarbij zijn vooral de klimaatkosten en de kosten van emissies door brandstofproductie belangrijke kostenposten.

In tegenstelling tot de luchtvaart worden bij de auto de externe- en infrastructuurkosten op de onderzochte voorbeeldreizen wel gedekt door belastingen en heffingen. Dit is vooral te verklaren door het feit dat het vervoer per auto zwaarder belast wordt (via brandstofaccijnzen en voertuigbelastingen) dan de luchtvaart. Bij de bus en de trein ligt de kostendekkingsgraad daarentegen lager dan bij het vliegtuig. Voor het spoorvervoer is dat wel enkel het geval als we kijken naar de totale externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen. Als alleen de variabele externe/infrastructuurkosten en belastingen/heffingen in ogenschouw worden genomen, dan ligt de dekkingsgraad bij de trein op alle voorbeeldreizen ruim boven de 100% (en dus ook ruim boven die van het vliegtuig).

5.5 Vergelijking met andere landen

De mate waarin reizigers die vertrekken vanaf Schiphol betalen voor de externe- en infrastructuurkosten van hun reis verschilt gemiddeld genomen niet veel met reizigers die reizen vanaf Frankfurt of Parijs. Voor al deze internationale luchthavens geldt dat er voor 25% tot 35% van deze kosten betaald wordt via belastingen en heffingen. Op Londen Heathrow ligt dit percentage net boven de 50%, ook al zijn de externe- en infrastructuurkosten op die luchthaven aanzienlijk hoger dan op de andere onderzochte luchthavens (o.a. vanwege hoge infrastructuur- en geluidskosten). Dit is het gevolg van het feit dat de luchthavengelden op London Heathrow fors hoger liggen dan op Schiphol, Frankfurt of Parijs. Daarnaast is ook het tarief van de vliegbelasting in de UK aanzienlijk hoger dan in Nederland.

Referenties

Arafer. (2017). *The French passenger rail transport market*.

ART. (2022). *Fourth Annual rail market report - Executive summary*. https://www.autorite-transports.fr/wp-content/uploads/2022/08/2019_summary-rail-transportation-in-france-en.pdf

CE Delft. (2019a). *De prijs van een vliegreis: Een onderzoek naar de kosten van en voor de luchtvaart in Nederland*. https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_190302_De_prijs_van_een_vliegreis.pdf

CE Delft. (2019b). *Handbook on the external costs of transport, Version 2019 - 1.1*. https://cedelft.eu/publications/handbook-on-the-external-costs-of-transport-version-2019/

CE Delft. (2022a). *De prijs van een reis. Editie 2022*. https://ce.nl/publicaties/de-prijs-van-een-reis-editie-2022/

CE Delft. (2022b). *Effecten van een verhoging van de vliegbelasting*. https://ce.nl/publicaties/effecten-van-een-verhoging-van-de-vliegbelasting/

CE Delft. (2022c). *Social costs and benefits of advanced aviation fuels*. https://ce.nl/publicaties/social-costs-and-benefits-of-advanced-aviation-fuels/

CE Delft. (2023a). *Handboek Milieuprijzen 2023. Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts*. https://ce.nl/publicaties/handboek-milieuprijzen-2023/

CE Delft. (2023b). *STREAM Personenvervoer. Emissiekentallen modaliteiten 2022*. https://ce.nl/publicaties/stream-personenvervoer-2022/

CPB, & PBL. (2013). *Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse*.

DB. (2023). *Deutsche Bahn Fact & Figures 2022*.

Delft, C., INFRAS, TRT, & Ricardo. (2019). *Handbook on the External Costs of Transport - Version 2019*. https://cedelft.eu/publications/handbook-on-the-external-costs-of-transport-version-2019/

Delft, C., TML, Consult, H., BME, & Consult, S. (2017). *Case study analysis of the burden of taxation and charges on transport – Final report*.

Delft, C., TRT, INFRAS, Planco, ISL, RIcardo, & PMR. (2019). *Overview of transport infrastructure expenditures and costs*. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/03/CE_Delft_4K83_Overview_transport_infrastructure_expenditures_costs_Final.pdf

Delft, C., TRT, Planco, ISL, INFRAS, PMR, & Ricardo. (2019). *Transport taxes and charges in Europe*. https://cedelft.eu/publications/transport-taxes-and-charges-in-europe-an-overview-of-economic-internalisation-measures-applied-in-europe/

EEA. (2022). *Monitoring of CO_2 emissions from passenger cars, 2022 - Provisional data*. European Environment Agency. https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/fa8b1229-3db6-495d-b18e-9c9b3267c02b

Eurostat. (2023). *Air passenger transport between the main airports of the Netherlands and their main partner airports (routes data)*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/AVIA_PAR_NL/default/table?lang=en&category=avia.avia_pa.avia_par

ICCT. (2016). *CO2 Reduction Technologies for the European Car and Van Fleet, a 2025-2030 assessment: Methodology and summary of compliance for potential EU CO_2 standards*.

KLM. (2020). *Annual report 2019*.

KLM. (2023). *Annual report 2023*.

Lee, D. S., Fahey, D. W., Skowron, A., Allen, M. R., Burkhardt, U., Chen, Q., Doherty, S. J., Freeman, S., Forster, P. M., Fuglestvedt, J., Gettelman, A., De León, R. R., Lim, L. L., Lund, M. T., Millar, R. J., Owen, B., Penner, J. E., Pitari, G., Prather, M. J., . . . Wilcox, L. J. (2021). The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. *Atmospheric Environment*, *244*, 117834. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117834

NEa. (2018). *Kennisgeving toewijzing broeikasgasemissierechten voor de luchtvaart voor de periode 2017-2023*.

Panteia, & FSO. (2023). *Kerncijfers 2022 van het Nederlandse touringcarvervoer*.

PBL. (2022). *Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2022*. https://www.pbl.nl/publicaties/klimaat-en-energieverkenning-2022

Schiphol. (2023). *Zo hoog en snel vliegen ze*. Schiphol. https://www.schiphol.nl/nl/jij-en-schiphol/pagina/vijf-vragen-over-vliegtuigen/

Schoeters, A., Large, M., Koning, M., Carnis, L., Daniels, S., Mignot, D., Urmeew, R., Wijnen, W., Bijleveld, F., & Horst, M. v. d. (2021). *Monetary valuation of the prevention of road fatalities and serious road injuries; Results of the VALOR project*. https://www.kimnet.nl/publicaties/rapporten/2021/11/23/waarderingsgetallen-verkeersveiligheid

SEO. (2020). *Benchmark luchthavengelden en overheidsheffingen 2020*. https://www.seo.nl/publicaties/benchmark-luchthavengelden-en-overheidsheffingen-2020/

UIC. (2023). *High-speed rolling stock*.

A Toelichting en recente inzichten externe- en infrastructuurkosten

A.1 Inleiding

In deze studie zijn kostenkentallen gebruikt om de externe- en infrastructuurkosten in kaart te brengen voor de verschillende vervoerswijzen op de voorbeeldreizen (zie Hoofdstuk 3) en in de benchmark van luchtvaart en spoorvervoer in Nederland t.o.v. enkele andere Europese landen (zie Hoofdstuk 4). Deze kentallen zijn gebaseerd op (Delft, INFRAS, et al., 2019) en (Delft, TRT, INFRAS, et al., 2019), maar waar mogelijk geüpdatet met recente inzichten uit (CE Delft, 2023a) en (CE Delft, 2022a). De kostenkentallen bestaan uit kosten in € per voertuigkilometer en specifiek voor luchtvaart ook per vertrekkende vlucht. De kosten zijn, waar relevant, gedifferentieerd naar bevolkingsdichtheid, uitstoothoogte, wegtype, land en type voertuig.

In deze bijlage geven we een beknopte beschrijving van het tot stand komen van de kentallen alsmede een toelichting per kostenpost. Een uitgebreide beschrijving is te vinden in de eerder genoemde studies. We beginnen met een toelichting op de algemene werkwijze in Bijlage A.2. Daarna bespreken we afzonderlijk de verschillende kostenposten die zijn meegenomen in deze studie:

- Infrastructuur (Bijlage A.3);
- Ongevallen (Bijlage A.4);
- Broeikasgasemissies (Bijlage A.5);
- Luchtvervuilende emissies (Bijlage A.6);
- Emissies van brandstof- en elektriciteitsproductie (Bijlage A.7);
- Geluid (Bijlage A.8);
- Kosten van schade aan ecosystemen (Bijlage A.9).

A.2 Algemene werkwijze

Aangezien er voor externe effecten geen markten bestaan, zijn er ook geen marktprijzen beschikbaar waarmee de externe kosten kunnen worden bepaald. Hiervoor moeten dus alternatieve benaderingen gehanteerd worden. In deze paragraaf gaan we kort in op de methodieken die gebruikt kunnen worden voor de bepaling van de externe kosten, waarbij we expliciet stil staan bij de daarbij gehanteerde waarderingsmethoden.

Bij het opstellen van de kostenkentallen is gebruikgemaakt van inzichten uit de literatuur voor het waarderen van externe effecten. Het gaat bijvoorbeeld om waarderingskentallen voor menselijke levens (e.g. VOLY, DALY) maar ook om schades aan gewassen en gebouwen. Er zijn verschillende methoden die toegepast kunnen worden voor de bepaling van deze waarderingskentallen. De belangrijkste zijn de schadekostenwaardering en de preventiekostenmethode.

Schadekostenmethodiek

De schadekostenmethodiek wordt door economen gezien als de beste methode voor de waardering van externe kosten (CPB & PBL, 2013). Deze methode bepaalt de waardering voor een extern effect op basis van de schadekosten die optreden als gevolg van dat effect. Daarbij worden de schadekosten bepaald op basis van de betalingsbereidheid van individuen om die schade (gedeeltelijk) te voorkomen. Deze betalingsbereidheid kan op twee verschillende manieren gemeten worden:

1. *Waargenomen voorkeur ('revealed preference')*; bij deze methoden wordt waargenomen marktgedrag in een bestaande markt gebruikt om iets te zeggen over de betalingsbereidheid in een ontbrekende markt. Bijvoorbeeld, aan de hand van variaties in huizenprijzen kunnen de kosten van geluidsoverlast in de nabijheid van luchthavens of een drukke weg worden ingeschat.
2. *Beweerde voorkeuren ('stated preference'*); deze methoden gaan niet uit van werkelijk marktgedrag, maar van antwoorden op vragen over het marktgedrag dat individuen onder hypothetische omstandigheden zouden vertonen.

De meeste kostenkentallen die gebruikt worden in deze studie zijn bepaald op basis van schadekosten. Uitzondering hierop zijn de kostenkentallen van broeikasgasemissies (en gedeeltelijk de externe kosten van emissies van brandstof- en elektriciteitsproductie) waarvoor de preventiekostenmethodiek is gebruikt.

Preventiekostenmethodiek

In sommige gevallen is het niet mogelijk om op basis van de schadekostenmethodiek betrouwbare schattingen van externe kosten te maken. In dergelijke situaties kan gebruikgemaakt worden van de preventiekostenmethodiek. De waarderingskentallen voor CO_2 zijn bepaald op basis van deze methodiek. De preventiekostenmethode gaat ervan uit dat de waardering van een extern effect gebaseerd kan worden op de marginale kosten om een bepaalde beleidsdoelstelling voor dat externe effect te bereiken. De impliciete aanname daarbij is dat de beleidsdoelstelling een goede afspiegeling is van de voorkeuren van burgers omtrent dat externe effect.

Top-down- en bottom-up-benaderingen voor bepalen kostenkentallen

Met behulp van de waarderingskentallen die opgesteld zijn volgens de schadekosten en preventiekostenmethodiek kunnen de externe kosten worden ingeschat. Voor het bepalen van de externe kosten van vervoer worden zowel top-down- als een bottom-up-benaderingen gehanteerd:

- Bij een *top-down-benadering* worden eerst de totale externe en/of infrastructuurkosten bepaald, om ze vervolgens toe te delen aan individuele vervoerswijzen op basis van relevante eigenschappen zoals gewicht, omvang en wegtypeverdeling. De top-down-benadering is toegepast voor de infrastructuurkosten, de ongevalskosten, de geluidskosten en de congestiekosten.
- Bij een *bottom-up-benadering* worden eerst de externe kosten vastgesteld voor een vervoersbeweging van een specifiek voertuigtype. De kosten worden vastgesteld op basis van bijvoorbeeld de emissies of het energieverbruik van dat voertuigtype per kilometer. De voertuig specifieke kosten worden vermenigvuldigd met de vervoersprestatie om tot totale kosten te komen. De kosten van luchtvervuilende en broeikasgasemissies alsmede de kosten van emissies van brandstof- en elektriciteitsproductie zijn vastgesteld met behulp van een bottom-up-benadering.

Gehanteerde bronnen voor deze studie

In de studies (Delft, INFRAS, et al., 2019) en (Delft, TRT, INFRAS, et al., 2019) zijn kostenkentallen (in € per vkm en €/LTO) gepresenteerd voor alle EU 27-lidstaten, Noorwegen, Zwitserland, Verenigd Koninkrijk, Japan, twee Canadese provincies en twee Amerikaanse staten. Voor de bepaling van deze kostenkentallen is voor alle landen gebruikgemaakt van dezelfde waarderingskentallen (bijv. CO_2-prijs, waardering van een kg NO_x, 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.

Deze kostenkentallen hebben we waar mogelijk bijgewerkt met recente inzichten uit (CE Delft, 2023a) en (CE Delft, 2022a). Aangezien deze studies gericht zijn op Nederland en de EU 27 hebben we correcties uitgevoerd voor bbp en koopkracht om tot kentallen voor specifieke landen te komen. Ook hebben we de kentallen geactualiseerd voor het recente zichtjaar 2022 (o.a. via een inflatiecorrectie). In deze bijlage zullen we voor de specifieke kostenposten toelichten welke informatie gebruikt is.

A.3 Infrastructuur

Om de infrastructuurkosten te bepalen maken we gebruik van twee bronnen die eenzelfde methode gebruiken. Voor de kentallen voor Nederland baseren we ons op de recentere studie van CE Delft (2022a). Voor de overige landen baseren we ons op de internationale studie (Delft, TRT, INFRAS, et al., 2019). De kostenkentallen uit deze studie zijn nog actueel omdat de infrastructuurkosten gebaseerd zijn op langlopende daadwerkelijke uitgaven en niet, zoals bij andere kostenposten, afhankelijk zijn van inzichten uit de literatuur. Wel passen we een inflatiecorrectie toe om de kosten in lijn te brengen met het huidige prijspeil (euro 2022).

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

gebruikgemaakt 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 jaarlijkse infrastructuurkosten zoals die door de luchthavens zelf worden gerapporteerd in hun jaarverslagen.

A.4 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 belangrijkste kostenpost voor ongevallen zijn de immateriële kosten. Deze zijn gebaseerd op de kosten van een zogeheten statistisch leven (VSL). In een recente studie (Schoeters et al., 2021) is voor Nederland, Duitsland, België en Frankrijk gedetailleerd onderzoek gedaan naar de waarde van een VSL. Hieruit volgen waardes die aanzienlijk hoger liggen dan in eerdere studies (waaronder de studies gebruikt voor de vorige versie van de Prijs van een vliegreis) werd aangenomen.

Voor de bepaling van de kostenkentallen die we in deze studie gebruiken nemen we deze recente inzichten mee. Voor Nederland gebruiken we de kentallen uit (CE Delft, 2022a), waarbij de recente inzichten zijn meegenomen. Tabel 15 laat de waardes zien voor Nederland voor de vorige en huidige studie. Voor de overige landen hebben we een correctie uitgevoerd om de recente inzichten mee te nemen. Voor de Duitsland, België en Frankrijk passen we hiervoor direct de hogere VSL-waardes toe. Voor de andere landen passen we een procentuele verhoging toe gebaseerd op de gemiddelde toename van de VSL-waardes voor de vier landen in de recente studie ten opzichte van (Delft, INFRAS, et al., 2019).

Tabel 15 - Waarde van VSL voor Nederland in vorige en huidige studie in € 2022

Nederland	Waarde van VSL (mln.)
Vorige studie	4,8
Huidige studie	7,2

A.5 Broeikasgasemissies

De belangrijkste broeikasgassen die door vervoersmiddelen worden uitgestoten zijn:
- koolstofdioxide (CO_2);
- lachgas (N_2O);
- methaan (CH_4).

Van bovengenoemde broeikasgassen speelt vooral CO_2 een grote rol in de uitstoot van de verschillende vervoerswijzen.

Bij de bepaling van de klimaatkosten is gebruikgemaakt van een bottom-up-benadering. Voor alle vervoerswijzen zijn emissiefactoren (in g CO_2-eq./vkm) bepaald (zie Bijlage B), die vervolgens zijn vermenigvuldigd met de CO_2-prijs. Hierbij is gerekend met een CO_2-prijs van 151 euro (prijspeil 2022) per ton (CE Delft, 2023a). Deze CO_2-prijs is gebaseerd op de kosten van het beperken van de mondiale temperatuurstijging tot 1,5°C in 2050 (preventiekostenmethode). Deze CO_2-prijs is gebaseerd op een brede literatuuranalyse en wordt voor Nederland gezien als state-of-the-art.

Niet-CO_2-klimaateffecten van de luchtvaart

Bij de luchtvaart heeft ook de uitstoot van enkele andere stoffen (vliegtuigstreep- en cirruswolkvorming, stikstofoxiden, 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. Deze verwarmende effecten worden ook wel de niet-CO_2-klimaateffecten genoemd. Het belangrijkste verschil ten opzichte van emissies van andere broeikasgassen zoals CO_2, CH_4 of N_2O is dat het verwarmend effect van de niet-CO_2-klimaatemissies kortstondig is: de effecten duren over het algemeen slechts enkele minuten tot uren. Dit betekent dat er geen cumulatie in de atmosfeer plaatsvindt. Wel zijn de verwarmende effecten gedurende deze korte periode sterk. Een bepaling van de externe kosten van deze niet-CO_2-klimaatemissies is complex en kent significante onzekerheden. Om deze reden geven wij hieronder een gedetailleerde omschrijving van de gehanteerde methodiek.

Vanwege de verschillende tijdsschalen waarop de niet-CO_2-klimaateffecten en de 'gewone' broeikasgassen werkzaam zijn is een vergelijking van de effecten niet eenvoudig. Het is gangbaar om de effecten om te rekenen naar een netto effect over een periode van 100 jaar, wat het mogelijk maakt om de effecten van verschillende soorten broeikasgassen te vergelijken. Er zijn echter verschillende manieren om dit te doen, die elk tot een net andere uitkomst leiden:
- Ten eerste kan de maatstaf **GWP100** worden gehanteerd. Deze afkorting staat voor de "global warming potential over een periode van 100 jaar". GWP is door IPCC bedacht om het klimaateffect van verschillende broeikasgassen met lange atmosferische verblijftijden met elkaar te kunnen vergelijken. Dit is de meest gebruikte maatstaf om klimaateffecten van verschillende broeikasgassen te vergelijken.

- Een alternatieve maatstaf is de **GWP*100**. Bij GWP* wordt een continue emissie van broeikasgassen met een korte atmosferische verblijftijd over een bepaalde tijdsperiode omgerekend naar een eenmalige “puls” van CO_2.
- Daarnaast wordt ook de maatstaf **ATR100** gehanteerd. Deze maatstaf berekent de ‘Actual Temperature Response over 100 jaar’. Dit geeft dus inzicht in de daadwerkelijke temperatuurveranderingen als gevolg van de verschillende broeikasgassen over een periode van 100 jaar.

Deze beschrijving van de verschillende manieren om de effecten van broeikasgassen te vergelijken is niet compleet – er zijn ook andere mogelijkheden die hier niet staan beschreven. Bovendien is erg geen consensus over wat de beste maatstaf is. Om deze reden hebben wij in deze studie de maatstaf GWP100 gehanteerd, omdat deze het best bekend en in het algemeen meest gebruikt is. Dit houdt in dat wij de verschillende broeikasgassen hebben uitgedrukt in CO_2-eq. volgens de GWP100-methodiek.

De niet-CO_2-klimaateffecten verschillen sterk per vlucht. Dit komt omdat deze effecten sterk afhangen van de atmosferische omstandigheden: de vorming van vliegtuigstrepen (die verantwoordelijk zijn voor een significant aandeel in de niet-CO_2-klimaateffecten) is bijv. sterk afhankelijk van de temperatuur en luchtvochtigheid. In de praktijk verschillen de niet-CO_2-klimaateffecten zelfs wanneer eenzelfde vliegtuig dezelfde route meerdere malen vliegt sterk. In deze studie hebben wij met behulp van de non-CO_2-tool[28] de gemiddelde niet-CO_2-klimaateffecten voor de verschillende voorbeeldrouten ingeschat. Voor de gemiddelde niet-CO_2-klimaateffecten van de luchtvaart (gebruikt voor de benchmark analyses in Hoofstuk 4) hebben wij een factor van 1,7 ten opzichte van de CO_2-emissies gehanteerd. Dit is een waarde die aansluit bij de wetenschappelijke literatuur (Lee et al., 2021) en consistent is met de factoren die met behulp van de non-CO_2-tool zijn bepaald voor de voorbeeldreizen zoals die in Hoofstuk 3 worden bekeken.

Een laatste complicerende factor is de waardering van de niet-CO_2-klimaatemissies. Het is niet evident dat deze emissies op een vergelijkbare manier gewaardeerd zouden moeten worden als de CO_2-emissies. Vanuit een preventiekosten perspectief kan worden gesteld dat de preventieve maatregelen, en dus de kosten, sterk verschillen ten opzichte van de preventie van CO_2-uitstoot. Vanuit een schadekosten perspectief kan worden gesteld dat het uiteindelijke effect (opwarming van de aarde) vergelijkbaar is, maar dat er in de praktijk wel degelijk verschillen kunnen zijn tussen de kosten van een korte ‘temperatuurschok’ van enkele uren en een langdurige matige opwarming van de aarde door CO_2-uitstoot. Bij gebrek aan specifieke waarderingskentallen voor de niet-CO_2-klimaateffecten hebben wij in deze studie verondersteld dat de waardering gelijk is aan de schade door CO_2-emissies. Dit is momenteel de gangbare methodiek, die ook aansluit bij de vorige versie van deze studie.

[28] Deze tool is in opdracht van I&W door CE Delft ontwikkeld. Bij het schrijven van deze rapportage was deze tool al wel klaar, maar nog niet openbaar. We hebben van I&W toestemming gekregen om de tool al wel in te zetten voor deze opdracht.

A.6 Luchtvervuilende emissies

De luchtvervuilende emissies die zijn meegenomen bij de kosten van luchtvervuiling zijn fijnstofemissies, stikstofoxiden (NO_x), zwaveldioxide (SO_2) 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_x 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_x en SO_2 corrosie kunnen veroorzaken.
- *Verlies van landbouwgewassen*. Verzurende stoffen (zoals NO_x en SO_2) kunnen leiden tot schade aan landbouwgewassen en daarmee tot een vermindering van het productievolume.
- *Schade aan ecosystemen en biodiversiteit*; NO_x en SO_2 leiden tot een verzuring van de bodem en het grondwater en kan op die manier schade veroorzaken aan de biodiversiteit.

Voor de bepaling van de kostenkentallen (in €/vkm en €/vertrekkende vlucht) is gebruikgemaakt van een bottom-up-benadering. Uitgangspunt hierbij waren emissiefactoren (zie Bijlage B) voor de verschillende typen voertuigen (waar mogelijk gedifferentieerd naar voertuigkenmerken, wegtypen en omgevingstype), die zijn gemonetariseerd met waarderingskentallen die de kosten van de uitstoot van een kilo luchtvervuilende emissies weerspiegelen. De waarderingskentallen die we toepassen zijn op basis van het recent uitgebracht Handboek Milieuprijzen (CE Delft, 2023a). Deze studie bevat kentallen voor Nederland op basis van de meest recente modelleringsmethodiek en inzichten uit de literatuur (zie Tabel 16). Via een methodiek, waar we rekening houden met verschillen in inkomen en bevolkingsdichtheid, hebben we de waarderingskentallen opgesteld voor de andere landen.

Tabel 16 - Waarderingskentallen luchtvervuilende emissies (in €/kg) in Nederland in 2022

Gebiedstype	Fijnstof $PM_{2,5}$ *(Verbranding laag bij de grond)*	NO_x	SO_2	VOS
Stedelijk	466	28	57	4,4
Niet-stedelijk	188	16		

Bij de luchtvaart hebben we rekening gehouden met de luchtvervuilende emissies die vrijkomen tijdens de gehele vlucht. Hierbij maken we in de waardering wel onderscheid tussen de emissies die vrijkomen in de LTO fase en de emissies tijdens de cruisefase. Een gedetailleerde toelichting van de methodiek is de vinden in de bijlage van (CE Delft, 2022c). We hebben de verhoudingen geschaald op basis van de milieuprijzen per land zoals we die hierboven hebben beschreven. Voor Nederland komen daar, op basis van Tabel 16, de volgende uitkomsten uit. Doordat de emissies op (grote) hoogte worden uitgestoten komen minder mensen direct met de stoffen in aanraking en daardoor is de schadelijkheid lager.

Tabel 17 - Waarderingskentallen luchtvervuilende emissies (in €/kg) voor luchtvaart in Nederland in 2022

Gebiedstype	Fijnstof $PM_{2,5}$	NO_x	SO_2
LTO-fase	256	11	33
Cruisefase	4,1	1,0	1,1

A.7 Emissies door 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 een 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 waarderingskentallen zijn gemonetariseerd (zie Tabel 18). Omdat de emissies vaak op hoogte, uit schoorstenen, plaatsvinden is de schadelijkheid lager dan de uitlaatemissies van voertuigen. De waarderingskentallen voor met name de fijnstofemissies liggen dan ook aanzienlijk lager dan voor de uitlaatemissies.

Tabel 18 - Waarderingskentallen emissies door brandstof- & elektriciteitsproductie (in €/kg) in Nederland in 2022

	CO_2	Fijnstof $PM_{2,5}$ *(verbranding op 100 m hoogte)*	NO_x	SO_2	VOS
Alle gebieden	0,151	57	12	45	3,6

A.8 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-down-benadering. 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)[29]. Om de totale geluidskosten per modaliteit te bepalen is dit aantal mensen vermenigvuldigd met relevante waarderingskentallen, 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 blijkt dat mensen geluid van vliegtuigen

[29] Ook onder de 55 dB ondervinden mensen hinder van geluid. We hebben voor de verschillende vervoerswijzen (en landen) echter geen data over het aantal mensen dat blootgesteld is aan geluidsniveaus door verkeer beneden de 55 dB.

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.

We gebruiken kostenkentallen uit het Handboek Milieuprijzen (CE Delft, 2023a). Deze kentallen bevatten de meest recente inzichten, waaronder nieuwe inzichten over de gezondheidseffecten van geluid en de schadelijkheid van geluid bij geluidsniveaus onder de 50 dB. Voor Nederland zijn op basis van deze kentallen de geluidskosten per voertuigkilometer en LTO bepaald. Voor de andere landen hebben we de kentallen (in €/vkm of €/LTO) uit de vorige studie aangepast aan deze nieuwe inzichten over de waardering van geluid. Daarnaast hebben we ook de benodigde correcties voor een meer recent zichtjaar (correcties voor inflatie, inkomensstijging) doorgevoerd. Door deze factoren valt de waardering in beperkte mate hoger uit dan in de vorige studie.

A.9 Kosten van schade aan ecosystemen

Het bestaan van transportinfrastructuur kan op verschillende manieren leiden tot schade aan ecosystemen:

- *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 ecosystemen 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 waarderingskentallen uit het (CE Delft, 2019b; Delft, INFRAS, et al., 2019). Deze totale kosten zijn vervolgens toegewezen aan de verschillende vervoerswijzen op basis van relevante cost drivers (voertuigkilometers, lengte voertuigen, etc.). We hebben een inflatiecorrectie uitgevoerd om de kentallen op het huidige prijspeil te brengen.

B Referentievoertuigen

Voor de vergelijking van de externe/infrastructuurkosten met heffingen en belastingen op verschillende voorbeeldreizen (zie Hoofdstuk 3) hebben we referentievoertuigen gedefinieerd. Een overzicht van deze referentievoertuigen is te vinden in Tabel 19. Grotendeels gaat het hierbij om hetzelfde type referentievoertuigen als in de vorige studie. Enkel voor luchtvaart hebben we voor de korte vluchten de Embraer 170 vervangen voor de Embraer 190. Daarnaast onderscheiden we in deze studie voor de auto twee verschillende referentievoertuigen: een benzine Volkswagen Golf (evenals in de 2019-studie) en een elektrische Volkswagen ID3 (nieuw t.o.v. de 2019-studie).

Tabel 19 - Geselecteerde referentievoertuigen

Voertuigtype	Nadere onderverdeling	Omschrijving referentievoertuig	Bron
Vliegtuig	Korte afstand	Embraer 190	Veel gebruikt vliegtuig op korte afstand (Schiphol, 2023)
	Middellange afstand	Boeing 737-700	Veel gebruikt vliegtuig op middellange afstand (Schiphol, 2023)
	Lange afstand	Boeing 777-300 ER	Veel gebruikt vliegtuig op lange afstand (Schiphol, 2023)
Trein	Hogesnelheidstrein	Hogesnelheidstrein van 200 meter	Representatief voertuig op basis van literatuur (zie Tabel 22)
	Conventionele elektrische intercitytrein	Elektrische intercitytrein van 200 meter	Representatief voertuig op basis van literatuur (zie Tabel 22)
Bus	Touringcar	Diesel touringcar van 13,5 ton	Representatief voertuig
Personenauto	Benzinepersonenauto	Benzine Volkswagen Golf uit 2020	Veel voorkomend model benzineauto
	Elektrische personenauto	Volkswagen ID.3 uit 2020	Elektrische tegenhanger van Volkswagen Golf

In Tabel 20 t/m Tabel 23 presenteren we de technische en operationele kenmerken van de verschillende voertuigen. Informatie over deze kenmerken gebruiken we om de externe/infrastructuurkosten en belastingen en heffingen te berekenen. In veel gevallen zijn deze kenmerken hetzelfde als in de vorige studie. Echter, op sommige punten hebben we een actualisatie doorgevoerd. Het gaat dan bijvoorbeeld om het bouwjaar van de personenauto en de gemiddelde CO_2-uitstoot van die auto.

Tabel 20 - Belangrijkste technische en operationele kenmerken van de vliegtuigen voor de verschillende voorbeeldreizen

Kenmerken	Embraer 190	Boeing 737-700	Boeing 777-300 ER	Bron
Type vlucht	*Kort*	*Middellang*	*Lang*	
Aantal motoren	2	2	2	(Schiphol, 2023)
Maxime take-off weight (MTOW) (kg)	45.000	77.564	351.533	EASA Noise level EPNdB
Geluidsproductie (dB) --> cumulative noise level (EPNdB)	270,9	275,3	292	EASA Noise level EPNdB
Bezettingsgraad	86,3%	86,3%	88%	Inschatting op basis van (KLM, 2023) (KLM, 2020)
Aantal passagiers	86	122	350	Berekend door CE Delft op basis van bezettingsgraad en aantal stoelen (KLM, 2023)
Grondtijd (minuten)	48	48	84	Aviation stack exchange

Tabel 21 - Belangrijkste technische en operationele kenmerken van de treinen voor de verschillende voorbeeldreizen

Kenmerken	HSL	Intercity	Bron
Treinlengte (m)	200	200	(UIC, 2023)
Treingewicht (ton)	450	420	(UIC, 2023)
Aslast (ton/as)	14,5	22,5	(UIC, 2023)
Stoelen	444	450	(UIC, 2023)
Bezetting (personen per trein)	330	180	HSL: 75% gebaseerd op (ART, 2022; DB, 2023) Intercity: 40% gebaseerd op: (ART, 2022; CE Delft, 2023b; DB, 2023)
Energieverbruik (kWh/vkm)	20	15	(Arafer, 2017; DB, 2023)

Tabel 22 - Belangrijkste technische en operationele kenmerken van de touringcar voor de verschillende voorbeeldreizen

Kenmerken	Waarden	Bron
Bustype	Touringcar	Aanname
Brandstoftype	Diesel	Aanname
Gewicht	13.500	Bron: (Delft et al., 2017)
Aantal assen	2	Aanname
Euroklasse	Euro 6	Aanname
CO_2-emissies (real-world-waarde, g/km)	676,5	Bron: (CE Delft, 2023b)
Brandstofverbruik (l/100 km)	25	Afgeleid uit CO_2 verbruik
Levensduur (jaren)	14	(Delft et al., 2017)
Bezetting (personen/bus)	45	(Panteia & FSO, 2023)

Tabel 23 - Belangrijkste technische en operationele kenmerken van de personenauto's voor de verschillende voorbeeldreizen

Kenmerken	Waarden	Waarden	Bron
Autotype	Volkswagen Golf	Volkswagen ID.3	Aanname
Brandstoftype	Benzine	Elektrisch	Aanname
Bezetting	2	2	Aanname
Bouwjaar	2020	2020	Aanname
Aanschafprijs (excl. bpm & excl. btw)	20.000	28.000	Inschatting o.b.v. www.autowereld.com
Gewicht	1250	1670	Inschatting o.b.v. (EEA, 2022)
Euroklasse	Euro 6	Euro 6	Gebaseerd op bouwjaar
CO_2-emissies (WLTP-testwaarde, g/km)	117	0	Inschatting CE Delft o.b.v. (EEA, 2022)
CO_2-emissies (real-world-waarde, g/km)	141	0	Inschatting CE Delft o.b.v. (ICCT, 2016)
Energieverbruik (l c.q. kWh/100 km)	5,95	17	Berekend op basis van real-world-CO_2-emissies en inschatting op basis van ev-database.org
Jaarkilometrage (km/jaar)	16.000	16.000	Inschatting o.b.v. CBS-data