

# **Verandering in externe kosten en infrastructuurkosten van het goederenvervoer door modal shift**

Achtergrondrapport

Olaf Jonkeren

Maart 2023

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid | KiM

Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) maakt analyses van mobiliteit die doorwerken in het beleid. Als zelfstandig instituut binnen het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) maakt het KiM strategische verkenningen en beleidsanalyses.

De inhoud van de publicaties van het KiM behoeft niet het standpunt van de minister en de staatssecretaris van IenW weer te geven.

Een samenvatting van dit rapport is te vinden in de brochure "Verandering in externe kosten en infrastructuurkosten van het goederenvervoer door modal shift", naast dit rapport te downloaden vanaf de [website](#) van het KiM.

## Samenvatting

**Modal shift in het goederenvervoer heeft in dit onderzoek betrekking op het verschuiven van ladingstromen van de weg naar spoor en binnenvaart. Beleidsinzet op modal shift in het goederenvervoer op een aantal hoofdroutes (de internationale goederenvervoercorridors Oost, Zuidoost, Zuid, en Noord) door Nederland kan effectief zijn in de komende jaren.**

**Tot die conclusie komen we omdat de externe kosten en de infrastructuurkosten voor de overheid van goederenvervoer op de corridors kunnen dalen door die beleidsinzet. Een aanvullend logisch besliscriterium voor beleidsinzet is dat het saldo van maatschappelijke baten en kosten positief is. Dat aspect onderzoeken we niet. De focus van dit onderzoek op de goederenvervoercorridors is ingegeven doordat spoorlijnen en vaarwegen daar ongeveer parallel liggen aan de infrastructuur voor het goederenwegvervoer. Modal shift leidt op de corridors daardoor tot een beperkte toename van de transportafstand, en dientengevolge tot grotere voordelen (in termen van lagere externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid) dan buiten de corridors. Daarnaast is op de corridors sprake van relatief veel goederenvervoer ('dikke ladingstromen') over de weg. Modal shift is op die corridors daardoor relatief kansrijk. De vervoerprestatie (tonkm) van het goederenwegvervoer op het Nederlandse deel van die corridors is ongeveer 15% van de totale vervoersprestatie van het goederenwegvervoer in Nederland.**

**Dat beleidsinzet op modal shift op de goederenvervoercorridors in de komende jaren effectief kan zijn heeft twee oorzaken. Ten eerste kan een deel van de lading over de weg tegen lagere bedrijfseconomische kosten worden vervoerd per spoor of binnenvaart. Ten tweede is de som van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie (tonkm) op dit moment lager voor spoor en binnenvaart dan voor de weg.**

**Voor de verdere toekomst (2050) is het onzeker of beleidsinzet op modal shift effectief kan zijn. Dat komt doordat het onzeker is wat het effect van innovaties in de goederenvervoermarkt en van toekomstig beleid op het gebied van bijvoorbeeld klimaat en bereikbaarheid op de bedrijfseconomische transportkosten en op de externe kosten en infrastructuurkosten per vervoersprestatie van de drie vervoerwijzen is.**

### Doel en achtergrond

In het huidige goederenvervoerbeleid is sprake van inzet op modal shift. Beleidsargumenten voor modal shift zijn het verminderen van broeikasgasemissies, congestie, en slijtage van weginfrastructuur door goederenvervoer (en de daarmee gepaard gaande kosten). Het doel van dit onderzoek is inschatten of beleidsinzet op modal shift op de goederenvervoercorridors nu en in de toekomst (2050), effectief kan zijn: of de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid van het goederenvervoer inderdaad kunnen dalen door die beleidsinzet. In welke mate beleidsinzet op modal shift in het goederenvervoer effectief is hangt af van twee zaken: (1) hoeveel lading er kan verschuiven van weg naar spoor en binnenvaart (de Modal Shift Potentie), en (2) in welke mate de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid van goederenvervoer per spoor en binnenvaart lager zijn dan van goederenvervoer over de weg. De typen externe

effecten waarvan we de kosten meenemen in dit onderzoek zijn verkeersongevallen, luchtvervuilende tank-to-wheel emissies, tank-to-wheel broeikasgasemissies, geluid, congestie, en broeikasgasemissies en luchtvervuilende emissies van de productie van brandstof- en elektriciteit voor goederenvervoervoertuigen (well-to-tank emissies). Daarnaast nemen we de kosten van slijtage van infrastructuur mee. We richten ons op de internationale goederenvervoercorridors omdat spoorlijnen en vaarwegen daar ongeveer parallel liggen aan de weginfrastructuur voor het goederenvervoer. Modal shift leidt op de corridors daardoor tot een beperkte toename van de transportafstand, en dientengevolge tot grotere voordelen (in termen van lagere externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid) dan buiten de corridors. Daarnaast is op de corridors sprake van relatief veel goederenvervoer ('dikke ladingstromen') over de weg waardoor bundeling tot grotere zendingen per spoor of binnenvaart beter mogelijk is. Modal shift is op die corridors daardoor relatief kansrijk. De vervoerprestatie (tonkm) van het goederenwegvervoer op het Nederlandse deel van de corridors is ongeveer 15% van de totale vervoersprestatie van het goederenwegvervoer in Nederland. Gemeten in vervoerd gewicht (ton) is dat aandeel ongeveer 10%.

### **Modal Shift Potentie**

Uit analyses blijkt dat op de internationale goederenvervoercorridors door Nederland een deel van de lading over de weg tegen minimaal 10% lagere kosten per spoor of binnenvaart (inclusief kosten van voor- en natransport en tijdskosten van overslag) kan worden vervoerd. Vanuit het oogpunt van de bedrijfseconomische transportkosten kan die lading verschuiven (shiften) van weg naar spoor of binnenvaart.<sup>1</sup> De Modal Shift Potentie (MSP) is het gewicht van die potentieel te verschuiven lading als aandeel van het totale vervoerd gewicht over de weg. De MSP kan daarmee worden geïnterpreteerd als het maximale (aandeel van het) vervoerd gewicht over de weg dat kan verschuiven wanneer alle barrières anders dan transportkosten (een lage frequentie van spoordiensten bijvoorbeeld) zijn weggenomen.

### **Bevindingen 2018**

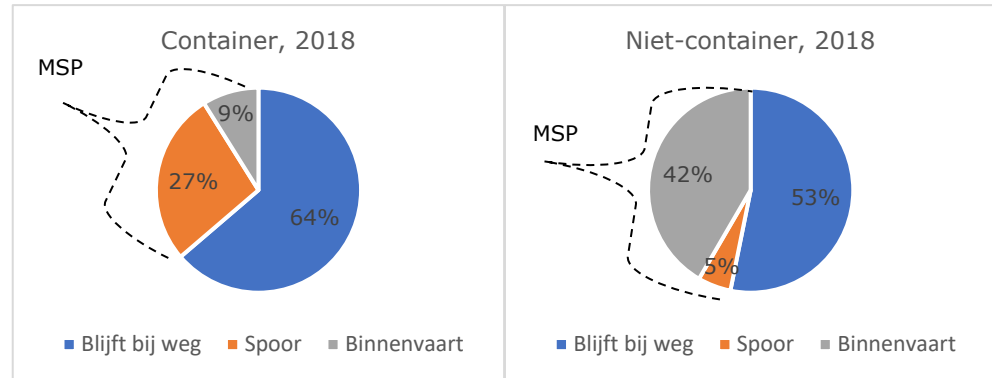
#### MSP

Voor het containervervoer over de weg op de internationale goederenvervoercorridors is de MSP 36% in het basisjaar 2018. De onderverdeling naar spoor en binnenvaart is respectievelijk 27% en 9%. Voor het niet-containervervoer over de weg is de MSP 47%, met een onderverdeling van 5% naar spoor en 42% naar binnenvaart. Figuur 0.1 visualiseert de MSP's. De MSP's hebben betrekking op ongeveer 10% van het totaal vervoerd gewicht over de weg in Nederland. De potentie zit in zowel het container als in het niet-containersegment vooral bij de goederengroepen (1) Landbouw-, bosbouw- en visserijproducten, (2) Chemische producten, (3) Voedings- en genotsmiddelen, (4) Machines, elektronica, en transportmiddelen, en (5) Overige goederen. De MSP's in vervoerd gewicht resulteren in veranderingen in de vervoersprestatie (tonkm) voor iedere vervoerwijze.

---

<sup>1</sup> De gedachte achter de 10% is dat verladers kosten moeten maken (in de vorm van tijd en organisatie) voor het bewerkstelligen van een modal shift. Als slechts een kleine kostenbesparing mogelijk is met modal shift dan zijn de kosten van tijd en organisatie al snel groter. De grenswaarde is in Dat. Mobility en Districon (2021) vastgesteld in samenspraak met partijen uit de goederenvervoersector.

**Figuur 0.1** Modal shift potentie (MSP) van vervoerd gewicht over de weg op de goederenvervoercorridors Oost, Zuidoost, Zuid, en Noord, 2018



### Externe kosten en infrastructuurkosten overheid per vervoersprestatie

Voor alle externe effecten plus de slijtage van infrastructuur samen levert een verschuiving van weg naar elektrisch spoor de grootste reductie van externe kosten (2,30 €-cent tot 5,41 €-cent) per vervoersprestatie (tonkm) op in Nederland. Daarna komt een verschuiving naar diesel-spoor (1,58 €-cent tot 3,72 €-cent) en tot slot naar binnenvaart (1,19 €-cent tot 2,65 €-cent). Voor het buitenland zijn de bedragen anders, maar is de volgorde hetzelfde.

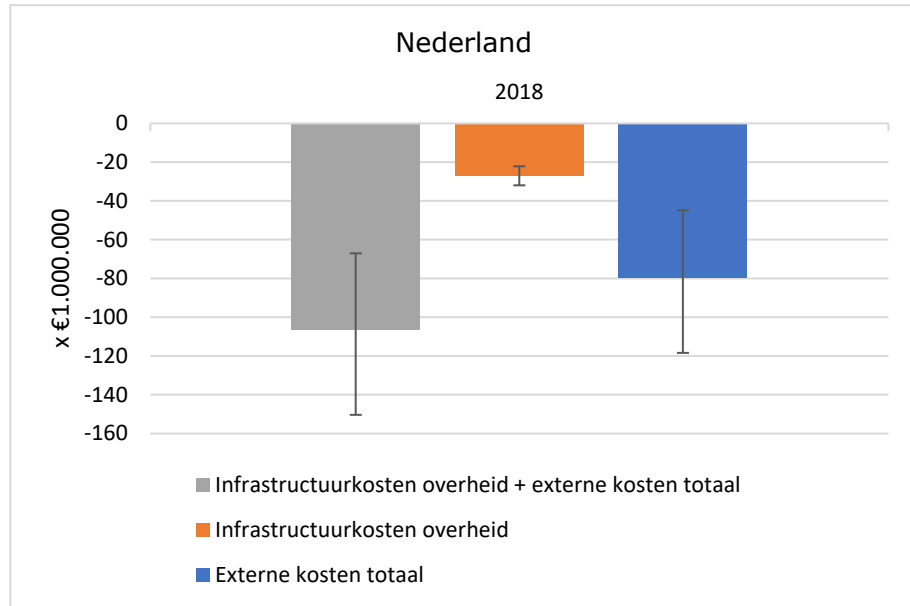
### Verandering externe kosten en infrastructuurkosten overheid bij realisatie MSP

Voor het Nederlandse deel van de goederenvervoercorridors is de orde van grootte van de afname van externe kosten en van infrastructuurkosten voor de overheid behorende bij de MSP's €67 miljoen tot €150 miljoen voor 2018 (zie figuur 0.2). Dit zijn kostenreducties die alleen worden gerealiseerd wanneer alle barrières voor modal shift, anders dan de transportkosten, zijn weggenomen. De externe kosten zijn verantwoordelijk voor het grootste deel van de totale kostenreductie. Voor het buitenlandse deel van de corridors liggen de bedragen tussen de €87 miljoen en €136 miljoen voor het jaar 2018 (zie figuur 0.3). Hieruit trekken we de conclusie dat beleidsinzet op modal shift op de goederenvervoercorridors op de korte termijn (in de komende jaren) effectief kan zijn. Voor hoeveel jaren vooruit die conclusie geldig is hangt af van twee factoren:

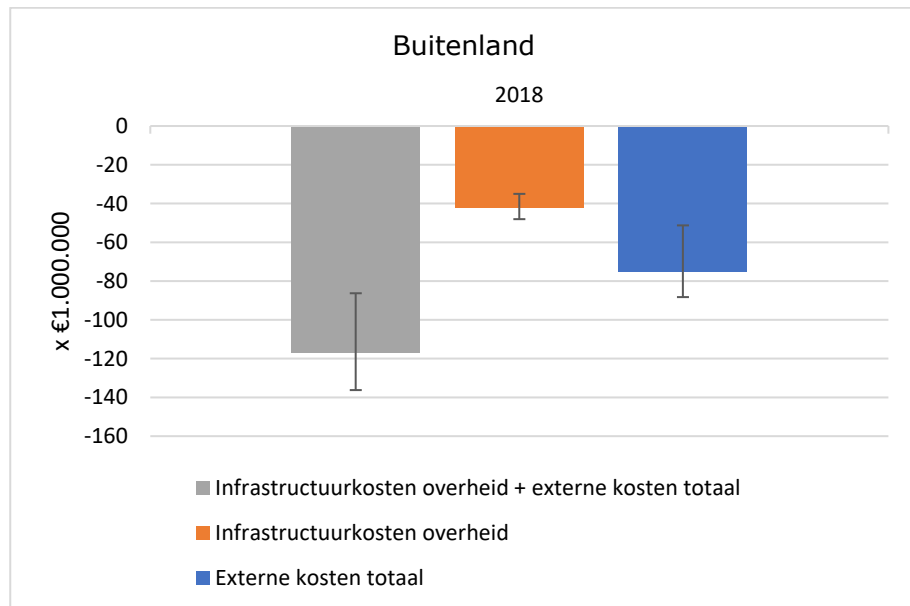
1. De snelheid waarmee de verschillen in bedrijfseconomische transportkosten tussen de vervoerwijzen weg, spoor, en binnenvaart veranderen. Die verschillen bepalen de omvang van de MSP.
2. De snelheid waarmee de verschillen in externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie tussen de vervoerwijzen veranderen.

Vanuit een economisch perspectief, is alleen de effectiviteit van modal shift maatregelen niet voldoende om beleidsinzet te kunnen rechtvaardigen. Daarvoor moet ook zijn voldaan aan de voorwaarde dat de baten van die modal shift maatregelen groter zijn dan de kosten. Over de kosten van de maatregelen doet deze studie geen uitspraak.

**Figuur 0.2** Verandering externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors Nederland 2018



**Figuur 0.3** Verandering externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors buitenland 2018

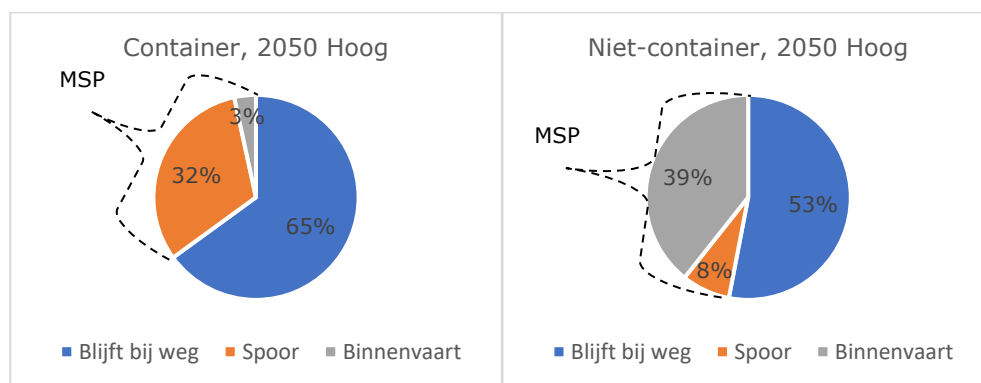


## Bevindingen 2050

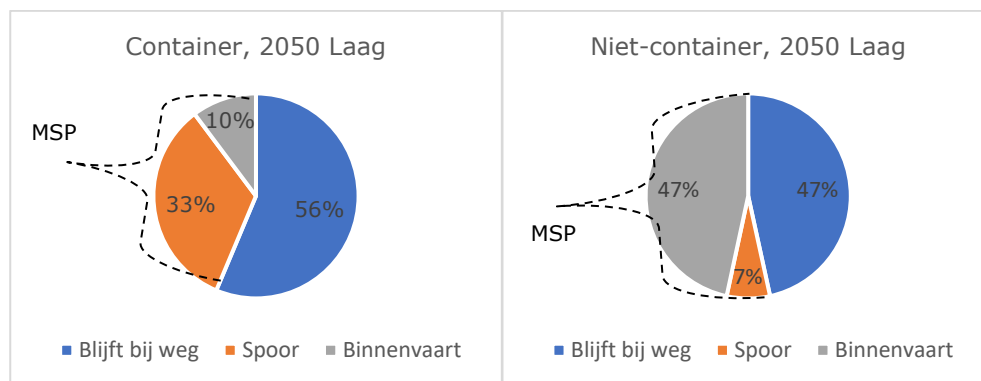
### MSP

Voor de toekomst (2050) hebben we de MSP's op de internationale goederenvervoercorridors ook in kaart gebracht. We zijn daarbij uitgegaan van de geactualiseerde scenario's Hoog en Laag van de Welvaart en Leefomgeving (WLO) toekomstverkenning. De WLO scenario's voor 2050 zijn 'beleidsarme' scenario's die een reële bandbreedte afdekken voor de ontwikkeling van onder andere, mobiliteit. De figuren 0.4 en 0.5 tonen de relatieve MSP's voor 2050 met de verdeling naar spoor en binnenvaart. De relatieve MSP in scenario Laag is groter dan in scenario Hoog doordat in het Hoge scenario sprake is van capaciteitstekorten op het spoornetwerk, en op de overslagterminals. De absolute omvang van de MSP is in scenario Hoog echter groter dan in scenario Laag. Ook in 2050 zit de potentie vooral bij de goederengroepen (1) Landbouw-, bosbouw- en visserijproducten, (2) Chemische producten, (3) Voedings- en genotsmiddelen, (4) Machines, elektronica, en transportmiddelen, en (5) Overige goederen.

**Figuur 0.4** Modal shift potentie (MSP) van vervoerd gewicht over de weg op de goederenvervoercorridors Oost, Zuidoost, Zuid, en Noord, 2050 in WLO scenario Hoog



**Figuur 0.5** Modal shift potentie (MSP) van vervoerd gewicht over de weg op de goederenvervoercorridors Oost, Zuidoost, Zuid, en Noord, 2050 in WLO scenario Laag



### Externe kosten en infrastructuurkosten overheid per vervoersprestatie

In 2050 is in het geval van WLO Laag en Hoog op de goederenvervoercorridors ook sprake van lagere externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid van goederenvervoer per spoor en binnenvaart vergeleken met de weg. In die scenario's levert een verschuiving van weg naar elektrisch spoor de grootste reductie van

externe kosten per vervoersprestatie (tonkm) op in Nederland, gevolgd door een verschuiving van weg naar binnenvaart en tenslotte van weg naar spoorvervoer met dieseltreinen.

#### Verandering externe kosten en infrastructuurkosten overheid bij realisatie MSP

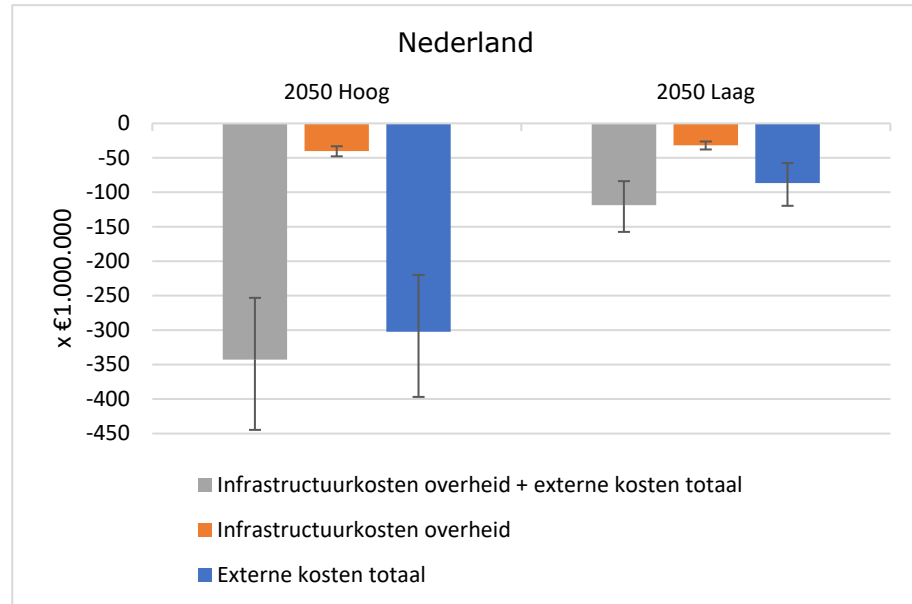
We maken de vertaalslag van MSP's naar verandering van externe kosten en van de infrastructuurkosten voor de overheid voor 2050 (WLO scenario's Hoog en Laag) alleen voor Nederland vanwege een gebrek aan data over toekomstige externe kosten buiten Nederland. In beide scenario's is bij volledige realisatie van de MSP's sprake van een afname van de externe kosten en van de infrastructuurkosten voor de overheid. In het Hoge scenario is de afname €253 miljoen tot €444 miljoen en in het Lage scenario €84 miljoen tot €157 miljoen (zie figuur 0.6) in 2050. Dit maakt de totale bandbreedte van de bij de MSP behorende reductie van externe- en infrastructuurkosten van modal shift in 2050 vrij groot, €84 miljoen tot €444 miljoen. Gevoeligheidsanalyses tonen aan dat de reducties kleiner zijn als het goederenvervoer in 2050 zero-emissies is op broeikasgasemissies, luchtvervuilende emissies en emissies door brandstof- en elektriciteitsproductie voor goederenvervoervoertuigen, namelijk €79 miljoen tot €328 miljoen. In een what-if situatie waarin de binnenvaart minder duurzaam is dan de weg, de congestie op de weg sterk is teruggedrongen, en sprake is van een infrastructuurheffing voor het wegvervoer vinden we een toename van de som van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid bij realisatie van de MSP's. Daarmee tonen de gevoeligheidsanalyses aan dat de verandering van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid door modal shift in 2050 sterk afhankelijk is van de omvang van de economie en bevolking (verschil tussen WLO Laag en Hoog) en van het beleid en de innovaties vanuit de goederenvervoermarkt die aanvullend zijn op de WLO scenario's. Zoals eerder bij het basisjaar aangegeven, kijken we niet naar de kosten van maatregelen voor het (deels) realiseren van de MSP's.

De veronderstelling die we doen bij de gevoeligheidsanalyses is dat het op de WLO aanvullende beleid en de aanvullende marktinnovaties geen invloed hebben op de verschillen in bedrijfseconomische transportkosten tussen de vervoerwijzen. Met andere woorden, de MSP's veranderen daardoor niet. De gevoeligheidsanalyses tonen dus alleen de gevoeligheid van de resultaten voor veranderingen in de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie (door veranderingen in de waardering of in het aantal eenheden extern effect per vervoersprestatie).

Om deze reden, en vanwege de grote gevoeligheid van de uitkomsten voor veranderingen in de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie (door aanvullend beleid), is het onzeker of beleidsinzet op modal shift op de lange termijn effectief kan zijn. Deze conclusie geldt ook voor tussenliggende jaren die verder weg liggen (2040 bijvoorbeeld) omdat we daarvoor geen analyses hebben gedaan.



**Figuur 0.6** Verandering externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors Nederland 2050 (tegen 2018 prijzen)



### Aangrijpingspunten voor beleid

Dat beleidsinzet op modal shift op de korte termijn (in de komende jaren) effectief kan zijn impliceert dat het doen van investeringen in modal shift maatregelen met een terugverdientijd van een beperkt aantal jaren goed te verdedigen is. Dat ligt anders voor maatregelen met een lange terugverdientijd en waarmee grote bedragen zijn gemoeid. Bij beleidsinzet van deze aard bestaat het risico dat de geraamde toekomstige baten van de modal shift maatregel(en) niet worden terugverdiend omdat door aanvullend beleid (op gebied van verduurzaming of bereikbaarheid bijvoorbeeld) de toekomstige daling van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid tegenvalt. Een ander aangrijpingspunt voor het beleid wat hieruit volgt is dat de kosten en baten van overheidsmaatregelen in het goederenvervoer in hun onderlinge samenhang moeten worden geëvalueerd.

De op de MSP's gebaseerde besparingen op externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid zijn alleen mogelijk indien de ingeschatte MSP's geheel worden gerealiseerd. Dat is waarschijnlijk onmogelijk, omdat daarvoor naast kleine barrières voor modal shift, ook grote barrières moeten worden weggenomen. Hiermee rijst de vraag wat de optimale hoeveelheid en samenstelling van modal shift maatregelen is.

Het ligt voor de hand om beleidsinzet eerst te richten op maatregelen met relatief lage kosten en hoge baten. Naarmate meer maatregelen worden genomen zal het steeds moeilijker zijn om maatregelen te vinden met een positief saldo van kosten en baten. Een logisch besliscriterium voor het nemen van modal shift maatregelen is dat het saldo van kosten en baten positief is. Het beleidsaangrijpingspunt dat hieruit volgt is dat het ex-ante evalueren van een set modal shift maatregelen tot een prioritering van die maatregelen kan leiden van meest naar minst efficiënt.

Bij een modal shift van weg naar binnenvaart is op het externe effect van luchtverontreinigende emissies sprake van een toename van de kosten per vervoersprestatie. De totale afname van externe kosten door beleidsinzet op modal shift kan worden vergroot wanneer door middel van flankerend beleid de

binnenvaart op het externe effect 'luchtvervuilende emissies' 'schoner wordt ten opzichte van de weg.

Wanneer we kijken naar alle externe effecten plus slijtage aan infrastructuur, levert op de goederenvervoercorridors in Nederland een verschuiving naar elektrisch spoor de grootste afname van externe kosten per vervoersprestatie op. Daarna komt een verschuiving naar diesel-spoor en tenslotte naar binnenvaart. Dit betekent dat het prioriteren van modal shift maatregelen naar vervoerwijze waar de lading naartoe verschuift zinvol kan zijn, daarbij rekening houdend met de beschikbare capaciteit op de netwerken van spoor en binnenvaart.

Uit de analyse voor 2018 blijkt dat realisatie van de MSP's ook een afname van externe kosten oplevert in het buitenland. Met uitzondering van klimaateffecten (broeikasgasemissies) tellen effecten in het buitenland over het algemeen niet mee in het nationale kosten-batensaldo in een MKBA. De afname van externe kosten in het buitenland door modal shift wordt echter ook gerealiseerd op andere externe effecten dan broeikasgasemissies, met name congestie en verkeersongevallen. Dit kan een aanleiding zijn om de effecten van modal shift in het buitenland op te nemen in een MKBA, in aanvulling op de effecten op nationaal niveau.

## Inhoud

### Samenvatting 3

#### Inhoud 11

#### **1 Inleiding 13**

- 1.1 Beleidsachtergrond 13
- 1.2 Doel, onderzoeksvragen, en aanpak 13
- 1.3 Afbakening 16
- 1.4 Interpretatie modal shift potentie 17
- 1.5 Relatie met de IMA 2021 18
- 1.6 Leeswijzer 18

#### **2 Literatuuroverzicht 19**

- 2.1 Onderzoek naar potentiële omvang modal shift 19
- 2.2 Onderzoek naar effect modal shift op externe kosten goederenvervoer 20
- 2.3 Plek voorliggende studie in de literatuur 23

#### **3 Modal shift potentie 24**

- 3.1 Ruimtelijke afbakening: goederenvervoercorridors 24
- 3.2 Aanpak bepalen Modal Shift Potentie 26
  - 3.2.1 Bepalen referentie modal splits 26
  - 3.2.2 Bepalen alternatieve modal splits 26
  - 3.2.3 Verschil referentie modal split en alternatieve modal split: modal shift potentie 27
- 3.3 Resultaten modal shift potenties: totaalbeeld 28
- 3.4 Resultaten modal shift potentie 2018 29
  - 3.4.1 Containervervoer 29
  - 3.4.2 Niet-containervervoer 31
  - 3.4.3 Modal shift potentie per goederensoort 33
- 3.5 Resultaten modal shift potentie zichtjaar 2050 Hoog 34
  - 3.5.1 Containervervoer 34
  - 3.5.2 Niet-containervervoer 36
  - 3.5.3 Modal shift potentie per goederensoort 38

#### **4 Externe kosten en infrastructuurkosten goederenvervoer 40**

- 4.1 Afbakening externe kosten van goederenvervoer 40
- 4.2 Maatschappelijke kosten van goederenvervoer 40
- 4.3 Aanpak bepalen relevante externe kosten en infrastructuurkosten overheid op goederenvervoercorridors 42
  - 4.3.1 Gemiddelde en marginale externe kosten 42
  - 4.3.2 Gemiddelde en marginale infrastructuurkosten 42
  - 4.3.3 Keuze voor marginale of gemiddelde kosten 43
- 4.4 Resultaten externe kosten en infrastructuurkosten 2018 44
  - 4.4.1 Verschillende bronnen 45
  - 4.4.2 Onzekerheid 46
- 4.5 Resultaten externe kosten en infrastructuurkosten 2050 47
  - 4.5.1 Onzekerheid ontwikkeling externe kosten en infrastructuurkosten goederenvervoercorridors 2050 47
  - 4.5.2 Resultaten 47

#### **5 Verandering externe- en infrastructuur kosten bij realisatie MSP's 50**

- 5.1 Aanpak vertaling MSP's naar verandering externe kosten en infrastructuurkosten overheid 50
- 5.2 Verandering externe- en infrastructuurkosten bij MSP 2018 51
- 5.3 Verandering externe- en infrastructuurkosten bij MSP 2050 55
  - 5.3.1 Basissituatie 2050 55
  - 5.3.2 Gevoeligheidsanalyses 58
  - 5.3.3 Gevoeligheidsanalyse 1: goederenvervoer is zero-emissie in 2050 59
  - 5.3.4 Gevoeligheidsanalyse 2: binnenvaart verduurzaamt langzamer dan de weg en nog 25% well-to-tank emissies 61
  - 5.3.5 Gevoeligheidsanalyse 3: binnenvaart verduurzaamt langzamer dan de weg en 25% well-to-tank emissies en infrastructuurheffing voor de weg 63
  - 5.3.6 Conclusie basis- en gevoeligheidsanalyses 2050 64
- 6 Conclusie 67**
  - 6.1 Bevindingen 67
  - 6.2 Hoofdvraag: effectiviteit beleidsinzet op modal shift 69
  - 6.3 Reflectie op resultaten 69
    - 6.3.1 MKBA nog nodig 69
    - 6.3.2 Grote modal shift potenties in perspectief 70
    - 6.3.3 Besparingen gebaseerd op MSP 70
    - 6.3.4 Transportkosten 2050 in WLO hoog en laag 70
    - 6.3.5 Externe kosten buiten Nederland 70
    - 6.3.6 Goederenvervoercorridors 71
  - 6.4 Beleidsaangrijpingspunten en vervolgonderzoek 71
    - 6.4.1 Beleidsaangrijpingspunten 71
    - 6.4.2 Vervolgonderzoek 73

## **Referenties 75**

## **Colofon 101**

# 1 Inleiding

Dit onderzoek gaat over externe kosten en over infrastructuurkosten voor de overheid van het goederenvervoer en of modal shift die kosten kan verminderen. Voor een juiste interpretatie van de tekst starten we met het definiëren van enkele begrippen. Onder modal shift in het goederenvervoer verstaan we het verschuiven van ladingstromen van de weg naar spoor en binnenvaart. Externe kosten zijn kosten die het gevolg zijn van externe effecten. Van externe effecten is sprake wanneer effecten van economische activiteiten van de een op de welvaart van de ander niet via prijzen in rekening worden gebracht (zie bijvoorbeeld Boneschansker en 't Hoen, 1992). Ook het goederenvervoer brengt effecten met zich mee die niet in prijzen tot uitdrukking komen, geluidsoverlast bijvoorbeeld. De infrastructuurkosten voor de overheid definiëren we als de infrastructuurkosten na aftrek van infrastructuurheffingen en belastingen die aan de overheid ten goede komen.

## 1.1 Beleidsachtergrond

In de afgelopen decennia zijn in Nederland op het gebied van modal shift verschillende stimuleringsprogramma's ingezet (zie Jonkeren, 2020). In het staande goederenvervoerbeleid heeft modal shift ook een plek (zie Min. IenW, 2019). De argumenten voor modal shift liggen op het gebied van negatieve externe effecten, bijvoorbeeld het beperken van de congestie op de weg. Daarnaast wordt het klimaatargument regelmatig aangehaald. De CO<sub>2</sub> uitstoot per goederenvervoerprestatie (tonkm) van vrachtauto's is namelijk hoger dan die van treinen en binnenvaartschepen. En op het gebied van geluid en van slijtage van de infrastructuur worden treinen en binnenvaartschepen ook verondersteld beter te presteren dan vrachtauto's (Hofbauer en Putz, 2020; Min. IenW, 2019). We onderzoeken of een modal shift van weg naar spoor en binnenvaart op de internationale goederenvervoercorridors door Nederland inderdaad lagere externe kosten en lagere infrastructuurkosten voor de overheid oplevert. We doen dat voor het jaar 2018, dat we als representatief beschouwen voor het heden, en voor het jaar 2050. We zijn voor het heden aangewezen op het jaar 2018 omdat de meest recente kengetallen voor externe kosten, en de goederenvervoergegevens waarmee we modelleren, betrekking hebben op dat jaar.

## 1.2 Doel, onderzoeksvragen, en aanpak

Het doel van dit onderzoek is bepalen of beleidsinzet op modal shift in het goederenvervoer effectief kan zijn, nu en in de toekomst. Dat is het geval wanneer de externe kosten en de infrastructuurkosten voor de overheid van het goederenvervoer kunnen dalen door die beleidsinzet. Effectiviteit is een van de drie criteria waarnaar moet worden gekeken om te beoordelen of beleidsinzet op modal shift te rechtvaardigen is. De andere twee criteria zijn legitimiteit en efficiency. Zie

Kader 1<sup>2</sup> voor een uitleg van deze drie begrippen, en van de volgorde van de begrippen bij het rechtvaardigen van beleidsmaatregelen.

### **Kader 1: Legitimiteit, effectiviteit, efficiency**

Legitimiteit gaat over de vraag of er een reden is waarom een overheid moet ingrijpen in een markt. Dat is het geval wanneer sprake is van marktfalen. Er bestaan meerdere vormen van marktfalen waarvan negatieve externe effecten, met bijbehorende kosten, er een is. Door die negatieve externe effecten zijn bepaalde publieke belangen in het geding. Voorbeelden van publieke belangen in de context van het goederenvervoer zijn de zorg voor schone lucht of het beschermen van burgers tegen geluidsoverlast. CE Delft (2022a, p.10) laat zien dat de omvang van de externe kosten van het goederenvervoer door vrachtauto's, goederentreinen, en binnenvaart samen in Nederland ongeveer €5 miljard per jaar bedraagt. Daarmee kan voor wat betreft de goederenvervoermarkt de legitimiteitsvraag met 'ja' worden beantwoord.

De vervolgstap is om te kijken naar de effectiviteit van mogelijke maatregelen. In het geval van dit onderzoek gaat het om maatregelen op het gebied van modal shift. De vraag is of modal shift maatregelen kunnen bijdragen aan het terugdringen van de externe kosten van het goederenvervoer. Als dat het geval is, kan beleidsinzet op modal shift effectief zijn. Voor het beoordelen van de effectiviteit blijven de kosten van mogelijke modal shift maatregelen buiten beschouwing.

Die kosten komen aan bod in het derde en laatste beoordelingscriterium voor het rechtvaardigen van het nemen van modal shift maatregelen: efficiency. De vraag is of de maatschappelijke baten van de maatregelen hoger zijn dan de maatschappelijke kosten. De afname van de externe kosten door een modal shift maatregel is dan een onderdeel van de totale baten van die maatregel. De eventuele daling van de bedrijfseconomische transportkosten van goederenvervoerders is ook een baat. Nemen die transportkosten toe dan is sprake van een kostenpost. Een ander voorbeeld van een kostenpost zijn de kosten van uitvoering van de maatregel.

Voor het rechtvaardigen van beleidsinzet op modal shift moeten alle drie de criteria bij langs worden gelopen. Dit onderzoek gaat alleen over het tweede criterium: effectiviteit.

Om een antwoord te geven op de hoofdvraag ten aanzien van effectiviteit beantwoorden we de volgende drie onderzoeksvragen:

1. In welke segmenten van het goederenvervoer door, op, van, en naar Nederlands grondgebied is een modal shift mogelijk, nu en in de toekomst (2050), en wat is de omvang van die potentiële shifts?
2. Hoe groot zijn de verschillen in externe kosten en in infrastructuurkosten voor de overheid tussen de vervoerwijzen per vervoersprestatie (tonkm) in die segmenten, nu en in de toekomst (2050)?
3. Wat is de met de in onderzoeksstap 1 berekende shifts gepaard gaande jaarlijkse reductie van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid nu en in de toekomst (2050)?

<sup>2</sup> Uitleg van de genoemde €5 miljard in Kader 1: de totale kosten voor vrachtauto, goederentrein en binnenvaart (€6.568 mln + €645 mln + €2.001 mln) minus de infrastructuurkosten voor deze goederenvervoerwijzen (€2.544 mln + €608 mln + €1.096 mln). Zie CE Delft (2022a, p.10).

Een kenmerk van die toekomst is dat die onzeker is. Beleidsmakers willen echter toch beleid ontwikkelen voor die onzekere toekomst. De geactualiseerde Hoge en Lage (beleidsarme) toekomstscenario's van de WLO (PBL en CPB, 2015; van Eck e.a. 2020; van Meerkerk e.a., 2020) komen tegemoet aan die behoefte. De WLO toekomstbeelden (op het gebied van mobiliteit) dekken een reële bandbreedte af die beleidsmakers enige houvast geven (CPB en PBL, 2015). Met dit onderzoek maken we voor het jaar 2050 inzichtelijk wat de reductie van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid van modal shift beleid kan zijn in het geval van de (beleidsarme) scenario's Hoog en Laag.

Voor de beantwoording van onderzoeksvraag 1 bepalen we voor een aantal hoofdroutes (internationale goederenvervoercorridors)<sup>3</sup> door Nederland in welke mate lading die over de weg wordt vervoerd tegen lagere bedrijfseconomische kosten per spoor en binnenvaart kan worden vervoerd. Onderzoeksbureau Dat.mobility heeft in opdracht van het KiM deze modal shift analyses uitgevoerd met het goederenvervoermodel BasGoed en met een transportkostenmodel. Ook heeft Dat.mobility bepaald in welke mate de vervoersprestaties van weg, spoor en binnenvaart hierdoor veranderen.

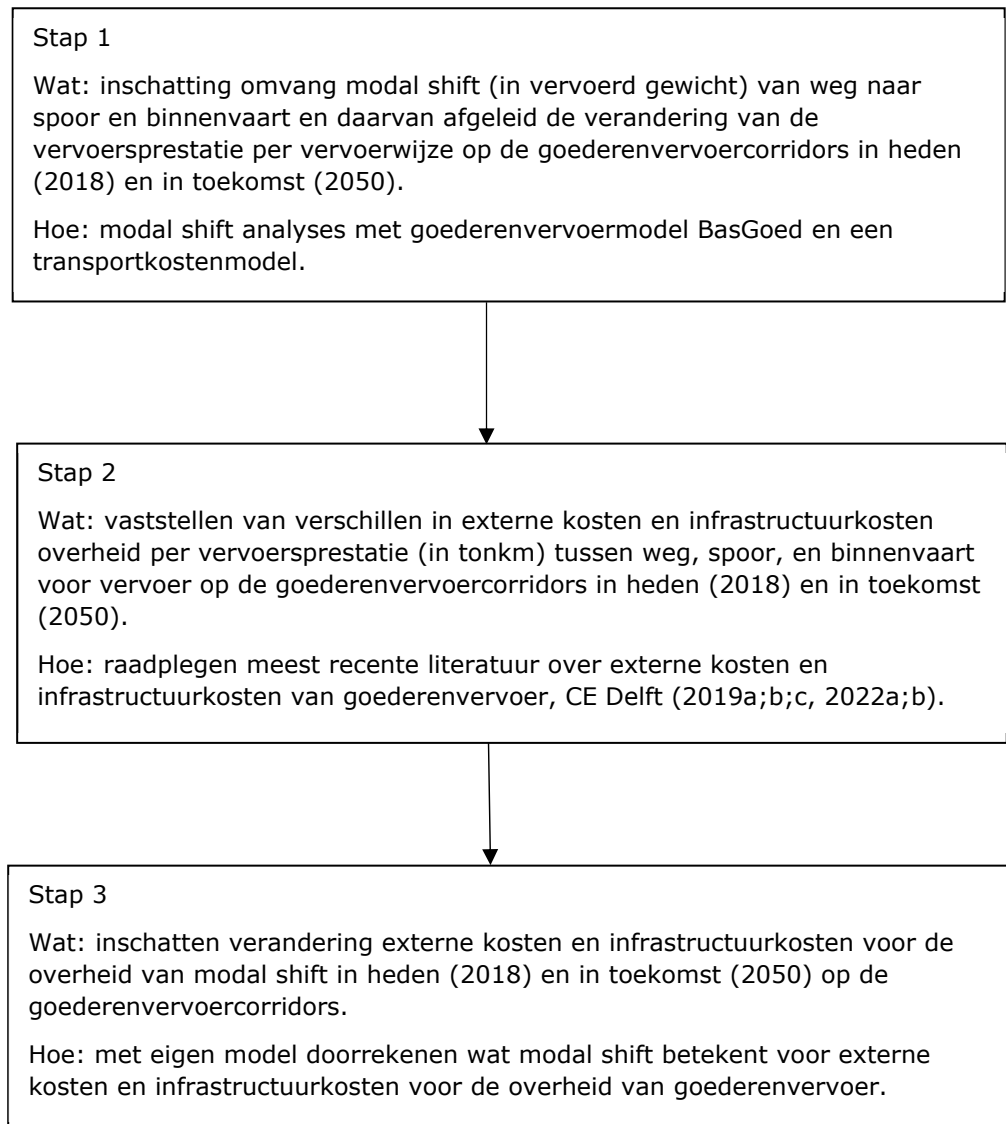
Vervolgens bepalen we met behulp van de literatuur (CE Delft, 2022a, b; 2019a, b, c) in hoeverre de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie (tonkm) van het wegvervoer, spoorvervoer en binnenvaartvervoer van elkaar verschillen. Hiermee beantwoorden we onderzoeksvraag 2.

Tot slot combineren we voor de beantwoording van onderzoeksvraag 3 de in de stappen 1 en 2 verkregen informatie. Hierin berekenen we verandering van de externe kosten en van de infrastructuurkosten voor de overheid op de goederenvervoercorridors door modal shift. Dat doen we door voor iedere vervoerwijze de verandering in vervoersprestatie te vermenigvuldigen met de relevante kengetallen voor externe kosten en infrastructuurkosten (en heffingen) per vervoersprestatie. Figuur 1.1 schetst nog eens "het wat en het hoe" van de onderzoeksstappen.

---

<sup>3</sup> Modal shift is op de corridors kansrijker dan daarbuiten omdat spoorlijnen en vaarwegen daar ongeveer parallel liggen aan de infrastructuur voor het goederenwegvervoer. Modal shift leidt op de corridors daardoor tot een beperkte toename van de transportafstand, en dientengevolge tot grotere voordelen (in termen van lagere externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid) dan buiten de corridors.

**Figuur 1.1** Aanpak in drie stappen



### 1.3 Afbakening

We bakenen het onderzoek af op de volgende dimensies:

- Ruimtelijk: het onderzoek heeft betrekking op de vier goederenvervoercorridors Oost, Zuidoost, Zuid, en Noord. Zie bijlage A voor meer informatie over de corridors. De modal shift analyses hebben betrekking op alle goederenvervoer op deze corridors met (1) een herkomst in de regio's in en rondom de Rotterdamse en Amsterdamse zeehavens en een bestemming elders, (2) een bestemming in die regio's en een herkomst elders. Het totale goederenvervoer op de corridors beslaat ongeveer een kwart van het totale vervoerde gewicht en een derde van de totale vervoersprestatie (van weg, spoor en binnenvaart samen) op jaarbasis in Nederland (Dat.mobility en Districon, 2021, p.5). De vervoersprestatie (tonkm) van het goederenwegvervoer op het Nederlandse deel van die corridors is ongeveer 15% van de totale vervoersprestatie van het



goederenwegvervoer in Nederland. In hoofdstuk 3 gaan we dieper in op dit aspect van de afbakening.

- Goederensegmenten: we maken onderscheid naar de segmenten 'containers' en 'niet-containers'. Het niet-containersegment omvat de verschijningsvormen droge bulk, natte bulk, en stukgoederen.
- Typen externe effecten: we nemen de kosten mee van de externe effecten verkeersongevallen, luchtvervuilende tank-to-wheel emissies (incl. emissies van slijtage van banden en remmen), tank-to-wheel broeikasgasemissies, geluid, congestie, en broeikasgasemissies en luchtvervuilende emissies van de productie van brandstof- en elektriciteit voor voertuigen (well-to-tank emissies). In hoofdstuk 4 gaan we hier dieper op in.
- Jaren: de modal shift analyses zijn gedraaid voor het jaar 2018 en zichtjaar 2050. We kiezen voor het beschikbare (WLO) toekomstjaar wat het verst in de toekomst ligt omdat 2050 een belangrijk jaar is voor klimaatdoelen (Klimaatakkoord, 2019, EC, 2019). We spitsen een van de analyses dan toe op de situatie dat het goederenvervoer sterk is verduurzaamd.
- Onzekerheid: we hebben te maken met verschillende onzekerheden. Ten eerste is dat onzekerheid op het vlak van de ontwikkeling van economie en demografie, en daarmee op de omvang van het goederenvervoer in 2050. Hier gaan we mee om door met een Hoog en een Laag WLO scenario te werken. Ten tweede is bij de kengetallen voor de externe-en infrastructuurkosten van CE Delft (2022a, b; 2019a, b, c) sprake van onzekerheid in de gebruikte data, de gehanteerde waarderingsmethodieken, en de gemaakte aannames om die kengetallen te bepalen. Deze onzekerheid adresseren we door met een bandbreedte voor de kengetallen te werken (zie ook paragraaf 4.4). De derde soort onzekerheid zit hem in toekomstig beleid op het gebied van het goederenvervoer en innovaties vanuit de goederenvervoermarkt. Met dit type onzekerheid houden we rekening door gevoeligheidsanalyses uit te voeren.
- Criteria voor het rechtvaardigen van modal shift maatregelen (zie Kader 1): voorafgaand aan dit onderzoek was al duidelijk dat overheidsingrijpen in de goederenvervoermarkt legitiem is. Dat onderzoeken we dus niet. Daarnaast gaan we niet in op de kosten van mogelijke modal shift maatregelen. Het criterium 'efficiency' komt daarom ook niet aan bod. Met het analyseren van de verandering van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid door modal shift maatregelen gaat dit onderzoek alleen over het criterium 'effectiviteit'.

#### 1.4 Interpretatie modal shift potentie

In dit onderzoek gebruiken we het begrip Modal Shift Potentie (MSP). Dit begrip is afkomstig uit de achtergrondrapportage "Goederenvervoer integraal" van de Integrale MobiliteitsAnalyse 2021 (IMA 2021) van Dat.mobility en Districon (2021). De MSP is de hoeveelheid lading over de weg die tegen minimaal 10% lagere kosten (voor de verlader) in de uitgangssituaties voor 2018 en 2050 vervoerd kan worden per spoor en binnenvaart. Bij het bepalen van de MSP's wordt rekening gehouden met de beschikbare capaciteit op het spoor, de vaarwegen, en bij de terminals. Er wordt echter geen rekening gehouden met niet-kostenfactoren zoals betrouwbaarheid en flexibiliteit, etc. Deze factoren kunnen verladers en logistiek dienstverleners ertoe doen besluiten om voor het wegvervoer te kiezen ondanks dat de bedrijfseconomische transportkosten hoger zijn. De MSP moet daarom worden geïnterpreteerd als een maximaal haalbare verschuiving van weg naar spoor en binnenvaart wanneer alle niet-transportkosten barrières daarvoor zijn weggenomen.

## 1.5 Relatie met de IMA 2021

De veronderstellingen, gebruikte data, modelinstrumentarium (Basgoed), en parameterwaarden voor het bepalen van de MSP zijn in deze studie grotendeels hetzelfde als in de MSP-analyse in de IMA2021 (Dat.mobility en Districon, 2021). Er zijn echter ook een aantal verschillen, die we hier benoemen. Een belangrijk verschil is dat in de IMA2021 goederen in alle richtingen kunnen shiften tussen weg, spoor, en binnenvaart. In deze studie zijn we alleen geïnteresseerd in mogelijke verschuivingen vanaf de weg naar spoor en binnenvaart. Een tweede verschil is dat in de IMA2021 dezelfde ton lading naar beide vervoerwijzen kan verschuiven. In onze analyses kan lading vanaf de weg óf naar het spoor, óf naar de binnenvaart verschuiven. Deze aanpassing voorkomt dubbeltellingen in de berekening van de verandering van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid van modal shift. Een derde verschil is dat in dit onderzoek de verandering van de vervoersprestatie (tonkm) centraal staat, en niet de verandering van het vervoerd gewicht (ton). Uitgangspunt voor de inschatting van de verandering van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid zijn immers de veranderingen in de vervoersprestatie van de vervoerwijzen. Een vierde verschil is dat wij de modal shift potentie presenteren voor het containervervoer en voor het niet-containervervoer terwijl de IMA 2021 dat doet voor het containervervoer en het totale vervoer (het container en niet-containervervoer samen). Tot slot richten wij ons op het toekomstjaar 2050. In de IMA2021 is dat 2040. Door deze verschillen is het 1-op-1 vergelijken van de modal shift resultaten van beide onderzoeken niet mogelijk.

## 1.6 Leeswijzer

We starten in het volgende hoofdstuk met een overzicht van de literatuur op het gebied van Modal Shift Potentie in het goederenvervoer en wat modal shift de maatschappij kan opleveren in termen van lagere externe kosten. Tevens geven we aan wat de bijdrage is van dit onderzoek aan de literatuur. De drie hoofdstukken na het literatuuroverzicht beantwoorden respectievelijk de onderzoeksvragen 1, 2, en 3. We eindigen met een conclusie.

## 2 Literatuuroverzicht

Het doel van dit hoofdstuk is het positioneren van het voorliggende onderzoek in de bestaande literatuur over modal shift. Bij het zoeken naar literatuur zijn we in eerste instantie afgegaan op modal shift studies die in het verleden in opdracht van het ministerie van IenW zijn uitgevoerd door adviesbureaus. Parallel daaraan hebben we met behulp van Google Scholar gezocht naar artikelen in wetenschappelijke tijdschriften. Deze werkwijze leverde een set van onderzoeken op die uiteenvalt in twee groepen. De eerste is onderzoek naar de potentiële omvang van een modal shift in het goederenvervoer. De tweede groep betreft onderzoek naar het effect van modal shift op de externe kosten en infrastructuurkosten in het goederenvervoer. De sets van onderzoeken nemen we onder de loep in de paragrafen 2.1 en 2.2.

### 2.1 Onderzoek naar potentiële omvang modal shift

Het inschatten van de potentiële omvang van modal shift voor goederenvervoer van, naar, en binnen Nederland is niet nieuw. De bestaande literatuur op dit gebied beschouwen we als vergelijkingsmateriaal voor de modal shift potentie schattingen in dit onderzoek. In de studies die in deze paragraaf de revue passeren wordt de MSP op dezelfde manier geïnterpreteerd als wij dat doen: het vervoerd gewicht over de weg dat per spoor of binnenvaart tegen lagere kosten vervoerd had kunnen worden.<sup>4</sup>

Panteia (2016) schat de potentie voor modal shift van continentale ladingstromen<sup>5</sup> over de weg op de corridors Oost en Zuidoost voor het jaar 2014. De focus ligt daarbij op containers. Op basis van alleen verschillen in bedrijfseconomische transportkosten kan 48% van het vervoerd gewicht over de weg op de twee corridors worden verschoven naar spoor of binnenvaart. Als rekening wordt gehouden met mogelijkheden voor ladingbundeling en de capaciteit van spoordiensten blijft van die shift potentie nog 27% over. De verdeling hiervan over spoor en binnenvaart is ongeveer 50-50 (Panteia, 2016, p.69). In 2019 kwam Panteia met een vervolg (Panteia, 2019) op dat onderzoek, waarin ze onder andere de modal shift potentie in andere goederenvervoersegmenten in kaart brengen. Die potenties drukken ze echter uit in TEU's, niet in een percentage of in vervoerd gewicht. Datzelfde geldt voor Panteia (2020a), waarin alleen de corridor Zuid is onderzocht. TNO (2017) kijkt naar gebieden waar sprake is van 'marktoverlap' tussen weg en spoor. Die gebieden zijn in feite de goederenvervoercorridors omdat daar waar sprake is van marktoverlap de infrastructuur van weg en spoor ongeveer parallel aan elkaar loopt. De modal shift potentie op basis van vervoerd gewicht in die gebieden schatten zij in op 20% voor het containersegment, en 30% voor het stukgoederensegment. De modal shift potentie voor de Betuweroute (corridor Oost) is 2,8 miljoen ton in 2014. Deze kan niet worden uitgedrukt in een percentage omdat de marktoverlap in die specifieke corridor niet is gegeven.

---

<sup>4</sup> De MSP kan ook anders worden geïnterpreteerd: de omvang van de verschuiving van lading van weg naar spoor of binnenvaart als gevolg van het duurder maken van het wegtransport door beleidsmaatregelen bijvoorbeeld (zie Dionori e.a., 2015). Om een eenduidige interpretatie van het begrip te waarborgen laten wij studies die er een andere interpretatie van het begrip MSP op nahouden buiten beschouwing.

<sup>5</sup> Continentaal vervoer betreft goederenvervoer dat niet is gerelateerd aan een zeehaven. De tegenhanger is maritieme lading, dat altijd een zeehaven als herkomst of bestemming heeft.

Van de Lande e.a. (2018) heeft het over een 10%-15% modal shift van containers van weg naar spoor en binnenvaart die op de korte termijn mogelijk moet zijn. Er wordt echter geen duiding en onderbouwing gegeven bij dit percentage. Visser e.a. (2012) melden een modal shift potentie van 14,9 miljoen ton, wat neerkomt op een 40% voor het specifieke segment van internationaal wegvervoer door Nederlandse ondernemingen van niet-gecontaineriseerde lading over meer dan 300 km, in 2009. Tabel 2.1 geeft de belangrijkste aspecten van de besproken studies weer.

**Tabel 2.1** Overzicht van studies naar de mogelijke omvang van modal shift (MSP)

Modal shift studie	Land, regio, corridor	Afbakening	Vervoerwijzen	Omvang modal shift
Panteia (2016)	Corridors Oost en Zuidoost (Rotterdam – Duitsland)	Alleen continentale lading die containeriseerbaar is. Jaar: 2014	Van weg naar spoor en binnenvaart	48% (van vervoerd gewicht) vanuit kostenperspectief. 27% als rekening wordt gehouden met ladingbundeling en capaciteit van spoorgoederenvervoer.
Panteia (2019)	Corridors Oost en Zuidoost (Rotterdam – Duitsland)	Containers en bulk Nationaal en internationaal Maritieme en continentale ladingstromen	Van weg naar binnenvaart	Segment nationaal, maritiem, containers: 437.000 TEU Segment nationaal, continentaal, bulk: 372.000 TEU.
Panteia (2020a)	Corridor Zuid (Amsterdam – Rotterdam – België - Frankrijk)	Containers en fossiele brandstoffen	Van weg naar spoor en binnenvaart	360.000 TEU naar spoor, 1.140.000 TEU naar binnenvaart
TNO (2017)	Verschillende corridors in NL, specifieke aandacht voor Betuweroute	Alleen containers en stukgoed Jaar: 2014	Van weg naar spoor	Heel NL: daar waar 'marktoverlap' is tussen weg en spoor (op corridors): 20% (van vervoerd gewicht) voor containers, 30% voor stukgoed. Er kan 2,8 mln ton verschuiven naar Betuweroute.
Visser e.a. (2012)	Heel Nederland	Internationaal wegvervoer door NL ondernemingen, niet gecontaineriseerde lading over meer dan 300 km.	Van weg naar spoor en binnenvaart	40% van het vervoerd gewicht van segment genoemd in de kolom 'Afbakening' zou naar spoor of binnenvaart kunnen in 2009.

## 2.2 Onderzoek naar effect modal shift op externe kosten goederenvervoer

In de literatuur zijn een aantal studies te vinden waarin een analyse van de reductie van externe kosten door modal shift in het goederenvervoer is uitgevoerd. De

omvang van de modal shift (in vervoerd gewicht, of aantallen voertuigen) is een gegeven in die studies.

TNO (2017) presenteert de modal shift potentie in vervoerd gewicht van weg naar alleen spoor in gebieden waar sprake is van marktoverlap (op goederenvervoercorridors). Ze drukt de daling van de CO<sub>2</sub> uitstoot (en dus van de externe kosten) door modal shift uit als aandeel van de oorspronkelijke CO<sub>2</sub> uitstoot van het wegvervoer van vòòr de shift (10%), niet als aandeel van de oorspronkelijke CO<sub>2</sub> uitstoot van weg en spoor samen. Ten opzichte van de oorspronkelijke CO<sub>2</sub> uitstoot van weg en spoor samen zal dat percentage lager zijn. Rondaij e.a. (2020) gaat anders te werk en modelleert een what-if modal shift scenario voor containervervoer op de corridors Oost en Zuid in 2030. De aanname is dat 20% van de vervoersprestatie van het containerwegvervoer over afstanden van 100 km en meer op die corridors verschuift naar binnenvaart en spoor, waarbij de verhouding in marktaandeel spoor en binnenvaart gelijk blijft. Dit leidt tot een daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het containerwegvervoer over meer dan 100 km van 9%. Door de toename van het spoor- en binnenvaartvervoer van containers is de netto-daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot 2,8%. Het onderzoek laat ook zien dat de daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot door modal shift kleiner is als het wegvervoer verduurzaamt.

Nocera e.a. (2018) maken een inschatting van de vermindering van de externe kosten door een modal shift van weg naar spoor op de Brenner Corridor in Noord Italië voor de periode 2015-2035. Het vervoervolume op de Brenner corridor was in 2015 ongeveer 44 miljoen ton. De inschatting is gebaseerd op een modal split (op basis van vervoerd gewicht) van 71% weg en 29% spoor in 2015, die verschuift naar 50%-50% in 2027 en uiteindelijk 29% weg en 71% spoor in 2035. De omvang van de modal shifts in de twee zichtjaren is hier gebaseerd op beleidsdoelen, niet op analyses van wat mogelijk is. De auteurs nemen de kosten van vijf externe effecten mee: luchtvervuilende emissies, broeikasgasemissies, geluid, congestie, en verkeersongevallen. De geschatte afname van externe kosten bedraagt €262 miljoen over de periode van 2015-2035.

Vierth e.a. (2019) evalueren de verandering in externe kosten van een modal shift van gecombineerd spoor-short sea vervoer naar volledig short sea tussen Stockholm en Hamburg. De motivatie achter die evaluatie zijn capaciteitstekorten op het spoor in Zweden. Er is in deze studie geen sprake van een specifiek modal split doel. De analyse heeft betrekking op een jaarlijkse goederenvervoeromvang van 120.000 TEU. De kosten van de externe effecten luchtvervuiling, broeikasgasemissies, geluid, congestie, verkeersongevallen, en watervervuiling zijn in geval van de gecombineerde spoor-short sea optie €3,8 miljoen per jaar, en in geval van de short sea only optie €5,5 miljoen (kostenniveau 2010).

Boehm e.a. (2021) simuleren een modal shift van weg naar (een hypothetische situatie in 2030 van) hoge snelheid-spoor voor hoogwaardige goederen op de corridor Madrid-Wenen. De simulatieresultaten laten zien dat 42% van het vervoerd gewicht kan verschuiven, resulterend in een daling van de CO<sub>2</sub> emissies, en kosten, met 79%. De relatieve afname van CO<sub>2</sub> emissies is groter dan het aandeel dat verschuift. Dit komt waarschijnlijk doordat vooral lading op de langere vervoersrelaties op deze corridor verschuift, en lading op de korte relaties over de weg blijft gaan.

Janic en Vleugel (2012) bestuderen het effect van een modal shift van weg naar spoor op de Trans Europese corridor tussen Nederland enerzijds en Griekenland en Turkije anderzijds. Ze vinden dat de gezamenlijke externe kosten van CO<sub>2</sub> emissies (well-to-tank en tank-to-wheel), geluid, congestie, en verkeersongevallen met 30% kunnen dalen wanneer per week 1559 trucks worden vervangen door 63 goederentreinen.

Tabel 2.2 vat de belangrijkste aspecten van de besproken onderzoeken nog eens samen.

**Tabel 2.2**      **Overzicht van studies naar daling externe kosten door modal shift**

<b>Modal shift studie</b>	<b>Land, regio, corridor</b>	<b>Typen externe effecten</b>	<b>Vervoer -wijzen</b>	<b>Omvang shift</b>	<b>Daling externe kosten modal shift</b>
Rondaij (2020)	Nederland, corridors Oost en Zuid	Klimaatemissies (CO <sub>2</sub> )	Van weg naar spoor en binnenvaart	What-if: 20% van tonkm containervervoer over de weg langer dan 100 km verschuift.	2,8% reductie van totale CO <sub>2</sub> -uitstoot containervervoer op corridors Oost en Zuid in 2030
TNO (2017)	Verscheidende corridors in NL, specifieke aandacht voor Betuweroute	Klimaatemissies (CO <sub>2</sub> )	Van weg naar spoor	Heel NL: daar waar 'marktoverlap' is tussen weg en spoor (op corridors): 20% voor containers, 30% voor stukgoed.	Heel NL 2014: daling CO <sub>2</sub> uitstoot is gelijk aan 10% van uitstoot wegvervoer stukgoed en containers.
Nocera e.a. (2018)	Brenner corridor, Italië (twee richtingen)	Luchtvervuiling Klimaatemissies (CO <sub>2</sub> ) Geluid Congestie Verkeersongevallen	Van weg naar spoor	0-30 mln ton per jaar. Ingroei 2015 - 2035	€262 mln totaal in periode 2015-2035
Vierth e.a. (2019)	Van Stockholm naar Hamburg (één richting)	Luchtvervuiling Klimaatemissies (CO <sub>2</sub> ) Geluid Capaciteitsbeperkingen Verkeersongevallen Watervervuiling	Van spoor + short-sea naar alleen short-sea	120.000 TEU per jaar	-€1,7 mln per jaar, 2010.
Boehm e.a. (2021)	Corridor Madrid-Wenen (twee richtingen)	Klimaatemissies (CO <sub>2</sub> )	Van weg naar spoor	42% van vervoerd gewicht van weg naar hoge snelheid spoor in 2030	79% daling van CO <sub>2</sub> emissies/kosten
Janic en Vleugel (2012)	Trans-Europese corridor Nederland – Griekenland /Turkije (twee richtingen)	Klimaatemissies (CO <sub>2</sub> ) Geluid Congestie Verkeersongevallen	Van weg naar spoor	Van 1559 vrachtauto's per week naar 63 treinen per week	30% daling van externe kosten

### 2.3 Plek voorliggende studie in de literatuur

Een aspect waarin de voorliggende studie duidelijk afwijkt van de bestaande literatuur is dat we zowel de MSP, als de verandering van de externe- en infrastructuurkosten die daaruit volgen inschatten. Alleen TNO (2017) doet dat ook, maar beperkt zich tot modal shift van weg naar spoor en tot alleen het externe effect broeikasgasemissies.

De motivatie achter de verschillende modal shift onderzoeken is divers. Wat opvalt bij de studies die de potentiële omvang van modal shift inschatten is dat achterliggende doelen van modal shift zoals duurzaamheid, bereikbaarheid, en leefbaarheid niet genoemd worden. Uit de verschillende motivaties<sup>6</sup> lijkt door te klinken dat modal shift soms een doel op zich is. Bij de studies gericht op het inschatten van de daling van externe kosten ligt de motivatie vooral op het vlak van duurzaamheid. In het geval van Boehm e.a. (2021), TNO (2017), en Rondaij e.a. (2020) wordt alleen naar de daling van de kosten van broeikasgasemissies gekeken. De analyses van Nocera e.a. (2018) en Vierth e.a. (2019) hebben een meer integrale benadering. De voorliggende studie heeft dat ook en onderzoekt naast een zestal externe effecten ook de verandering van de infrastructuurkosten voor de overheid.

Van de modal shift studies die betrekking hebben op Nederland, wordt meestal een modal shift van weg naar zowel spoor als de binnenvaart geanalyseerd. Alleen TNO (2017), alleen naar spoor, en Panteia (2019), alleen naar binnenvaart, doen dat niet. Studies die een modal shift op een buitenlandse corridor bestuderen nemen de binnenvaart niet mee omdat die modaliteit daar geen optie is.

De focus van de meeste studies die betrekking hebben op Nederland ligt op de goederenvervoercorridors. In elke studie worden echter hooguit twee corridors meegenomen, en de corridor Noord komt in geen enkel eerder onderzoek voor. Wij nemen alle vier de corridors mee. De focus van modal shift studies op corridors kan worden verklaard doordat verschuivingen daar het meest kansrijk zijn.

Qua verschijningsvorm van de goederen richt de literatuur zich op te shiften lading die al in containers zit, of die containeriseerbaar is. In de huidige studie wordt voor zowel het containersegment, als het niet-containersegment (bestaande uit stukgoed, droge bulk, en natte bulk) de MSP ingeschat.<sup>7</sup>

Tot slot nemen we verschillende onzekerheden mee in ons onderzoek. Het gaat dan om onzekerheid op het vlak van de waardering van externe effecten, van de snelheid van verduurzaming van het goederenvervoer, van de gebruikte data en methoden om externe kosten te berekenen, en de ontwikkeling van economie en demografie. Het onzekerheidsaspect wordt genegeerd in de bestaande literatuur. We concluderen dat het voorliggende onderzoek completer is dan de besproken onderzoeken over modal shift.

---

<sup>6</sup> 'Bouwstenen voor business cases leveren', 'aantonen belang van maatregelen'

<sup>7</sup> Omdat natte- en droge bulk voor het overgrote deel al met spoor en binnenvaart worden vervoerd, heeft de MSP in het niet-containersegment een hoog stukgoed-karakter.

## 3 Modal shift potentie

Dit hoofdstuk bespreekt stap 1 van het onderzoek (zie figuur 1.1). Dat.mobility heeft voor het KiM een inschatting gemaakt van de Modal Shift Potentie (MSP) van het vervoerd gewicht over de weg, en van het effect daarvan op de vervoersprestatie van de vervoerwijzen.

### 3.1 Ruimtelijke afbakening: goederenvervoercorridors

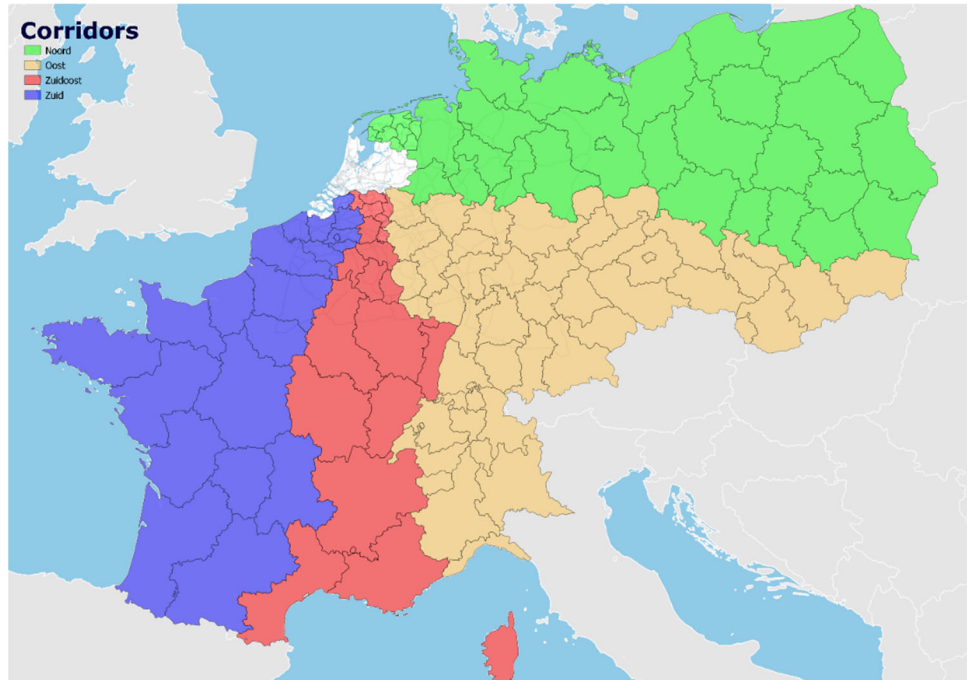
Voor de MSP-analyse selecteren we alleen herkomst-bestemmingscombinaties waar een modal shift kansrijk is. Een voorwaarde voor het kansrijk zijn van een modal shift is dat sprake is van een bepaalde mate van ruimtelijke 'marktoverlap' (TNO, 2017) tussen wegvervoer enerzijds en spoor- en binnenvaartvervoer anderzijds. Immers, als tussen twee gebieden er geen spoor-en vaarwegverbindingen liggen, dan is goederenvervoer tussen die gebieden met trein en binnenvaartschip alleen mogelijk met een (grote) omweg ten opzichte van de vrachtwagen. Goederenvervoer per spoor of binnenvaart wordt daardoor relatief duur. Dat is ook het geval wanneer de afstanden van het benodigde voor-en natransport per vrachtwagen groot zijn. Wanneer de ruimtelijke marktoverlap beperkt is, is een modal shift dus minder kansrijk. Om deze reden ligt de focus van ons onderzoek op de goederenvervoercorridors, waar die overlap bestaat. Een andere reden is dat op de corridors sprake is van relatief veel goederenvervoer ('dikke ladingstromen') over de weg. Het aandeel van de goederenvervoersprestatie (tonkm) van het wegvervoer op het Nederlandse deel van die corridors is ongeveer 15% van de totale vervoersprestatie van het goederenwegvervoer in Nederland in 2018. Gemeten in vervoerd gewicht is dat ongeveer 10%.<sup>8</sup> Hieruit leiden we af dat het goederenwegvervoer op de corridors gemiddeld over langere afstanden plaatsvindt dan het goederenwegvervoer in heel Nederland. De Modal Shift Potenties hebben dus betrekking op 15% van wegvervoersprestatie in Nederland. Elke corridor omvat meerdere herkomst- en bestemmingsregio's. Bijlage A bevat kaarten en tabellen waarin staat welke regio's dat precies zijn. Figuur 3.1 visualiseert de corridors gezamenlijk in één kaart.

---

<sup>8</sup> De vervoersprestatie van het goederenwegvervoer per vrachtauto (excl. bestelauto's) in heel Nederland lag rond de 60 miljard tonkm in 2018 (KiM, 2019, p.55). Uit de analyses van Dat.mobility blijkt dat de vervoersprestatie op het Nederlandse deel van de vier goederencorridors ongeveer 9,1 miljard tonkm was in 2018. Voor het totaal vervoerde gewicht gaat het om ongeveer 800 miljoen ton voor heel Nederland en 81 miljoen ton op de corridors (KiM, 2019, p.55).



**Figuur 3.1** Goederenvervoercorridors en bijbehorende herkomst-en bestemmingsregio's



De corridor Noord verbindt de regio's van en rondom Amsterdam en Rotterdam (met hun zeehavens) met de (groen gekleurde) noordelijke gebieden van Nederland, het noorden van Duitsland en Polen. Het goederenvervoer tussen de Rotterdamse regio's en de gele gebieden in Duitsland, Tsjechië, Slowakije, Zwitserland en Noord-Italië vindt plaats over de corridor Oost. De corridor Zuidoost beslaat het goederenvervoer tussen de Rotterdamse regio's enerzijds en de rode zuidoostelijke gebieden van Nederland, Oost-België, Luxemburg en het oosten van Frankrijk. Het goederenvervoer tussen de regio's van en rondom Amsterdam en Rotterdam enerzijds, en West-Brabant, West-België, en West- en midden Frankrijk (parse gebieden) gaat over de corridor Zuid. Tabel 3.1 geeft aan waar de marktoverlap op Nederlands grondgebied zit.

**Tabel 3.1** Verbindingen die de marktoverlap aangeven op de vier goederenvervoercorridors

Corridor	Weg	Spoor	Binnenvaart
Noord	A6, A7, A28, A1	Spoor Rotterdam – Oldenzaal, Coevorden, Delfzijl/Eemshaven	Vaarweg Rotterdam – Amsterdam – Lemmer – Groningen.
Oost	A15, A12	Betuweroute	Waal
Zuidoost	A16, A58, A67	Brabantroute	Maas en Brabantse kanalen
Zuid	A4, A17, A16	Spoor Rotterdam-Antwerpen	Zuid-Hollandse, Zeeuwse kanalen, Schelde-Rijn kanaal, Schelde

Bron: Topcorridors (2019, p.11), Visser (2021), Dat.mobility en Districon (2021, p.83)

## 3.2 Aanpak bepalen Modal Shift Potentie

### 3.2.1 Bepalen referentie modal splits

Voordat we de omvang van de potentie van een *modal shift* op basis van verschillen in bedrijfseconomische transportkosten tussen vervoerwijzen kunnen inschatten voor iedere corridor moeten we eerst de *modal split* in de referentiesituatie bepalen. Die situatie bepalen we voor 2018 en 2050. Voor 2050 maken we onderscheid naar een hoog groeiscenario en een laag groeiscenario. Die zijn gebaseerd op de geactualiseerde scenario's van de WLO (van Eck e.a., 2020; van Meerkerk e.a., 2020; PBL en CPB, 2015; CPB en PBL, 2015). De WLO-uitgangspunten zijn daarmee bepalend voor de totstandkoming van de twee referentie modal splits voor 2050. Deze modal splits zijn berekend met het strategische goederenvervoermodel BasGoed en ze zijn bepaald voor iedere combinatie van herkomst-bestemming in Figuur 3.1 en goederensoort in BasGoed behorende tot dezelfde corridor. Bijlage B bevat een korte beschrijving van BasGoed en een overzicht van de goederensoorten. De bedrijfseconomische transportkosten voor 2050 zijn bepaald door groeifactoren toe te passen op de getallen voor 2018. Zo zijn de groeifactoren voor de afstand gerelateerde kosten voor het wegvervoer bepaald op basis van de groei van de energiekosten vanuit de WLO-scenario's. Ook de vrachtwagenheffing zit verwerkt in de kosten voor het goederenwegvervoer voor 2050 (Dat.mobility en Districon, 2021, p.3).

Door te werken met een hoog en een laag scenario houden we rekening met onzekerheid ten aanzien van bijvoorbeeld economische groei en bevolkingsgroei en de effecten daarvan op de omvang van het goederenvervoer. De WLO-toekomstscenario's zijn beleidsarm, en houden alleen rekening met al voorgenomen mobiliteitsbeleid (o.a. investeringen in infrastructuur) tot 2030, zoals vastgelegd in het MIRT, het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (CPB en PBL, 2015). Na 2030 blijven de netwerken zoals ze dan zijn. Dat de scenario's beleidsarm zijn, maakt ze bruikbaar voor het doorrekenen van aanvullend (modal shift) beleid.

### 3.2.2 Bepalen alternatieve modal splits

BasGoed genereert dus de referentie modal splits voor 2018 en voor de zichtjaren 2050 Laag, en 2050 Hoog.

Met de volgende vier stappen bepalen we de alternatieve modal splits:

1. Eerst berekenen we van het goederenvervoer over de weg in de referentiesituatie voor iedere combinatie van herkomst-bestemming en goederensoort wat de bedrijfseconomische transportkosten zijn, en wat die kosten zouden zijn in geval van vervoer per spoor en binnenvaart. We houden daarbij rekening met eventuele kosten van voor- en natransport over de weg en met de tijdskosten van overslag. Hierdoor hebben we voor iedere combinatie het kostenplaatje per vervoerwijze. Zie Bijlage C voor een overzicht van de kostenfuncties voor de verschillende vervoerwijzen.
2. Per combinatie van herkomst-bestemming en goederensoort vergelijken we de bedrijfseconomische transportkosten van de vervoerwijzen weg, spoor, en binnenvaart.
3. Op combinaties van herkomst-bestemming en goederensoort waar de kosten voor spoor of binnenvaart minimaal 10% lager zijn dan via de weg gaat alle

goederenvervoer over de weg naar de vervoerwijze met de laagste vervoerskosten (spoor OF binnenvaart). Op alle andere combinaties van herkomst-bestemming en goederensoort verandert er niets: de lading blijft bij de weg en de modal split op die combinaties van herkomst-bestemming en goederensoort zoals berekend in het referentiescenario blijft intact. De grenswaarde van minimaal 10% is ook gehanteerd in Dat.mobility en Districon (2021) en vastgesteld in samenspraak met partijen uit de goederenvervoersector. De gedachte erachter is dat verladers kosten moeten maken (in de vorm van tijd/organisatie) voor het bewerkstelligen van een modal shift. Als slechts een kleine kostenbesparing mogelijk is met modal shift dan zijn de kosten van organisatie van de shift al snel groter.

4. Iedere corridor wordt gevormd door een set van herkomsten en bestemmingen. We sommeren daarom het vervoerd gewicht per vervoerwijze van alle herkomst-bestemmingscombinaties die tot dezelfde corridor behoren. Zo vinden we de alternatieve modal split per corridor.

### 3.2.3 *Verschil referentie modal split en alternatieve modal split: modal shift potentie*

De stappen a-d leveren alternatieve modal splits op die zijn gebaseerd op alleen de bedrijfseconomische transportkosten van goederenvervoer. De BasGoed exercities leverden referentie modal splits op die zijn gebaseerd op zowel de bedrijfseconomische transportkosten als op andere factoren die een rol spelen bij de keuze voor een bepaalde vervoerwijze. Het verschil in beide modal splits kan daarom worden geïnterpreteerd als de maximaal haalbare modal shift wanneer alle belemmeringen anders dan de transportkosten worden weggenomen: de Modal Shift Potentie (MSP). Die 'andere factoren' zijn zeer divers. Denk aan een lagere flexibiliteit en transportsnelheid van spoor en binnenvaart, congestie bij laden en lossen van binnenvaartschepen in havens, of een beperkte omvang van de ladingstroom over de weg.

De modal shifts op basis van alleen verschillen in bedrijfseconomische transportkosten tussen de vervoerwijzen corrigeren we vervolgens voor capaciteitsbeperkingen op de spoor- en binnenvaartinfrastructuur. Per corridor en vervoerwijze is binnen de IMA2021 de capaciteit van de infrastructuur bepaald. Voor dit onderzoek werken we met dezelfde capaciteiten als in de IMA2021. Voor het spoorvervoer is verondersteld dat de capaciteit ter hoogte van de grensovergangen bepalender is dan de capaciteit voor goederentreinpaden in Nederland.<sup>9</sup> De spoorcapaciteit op grensovergangen van de corridors zijn als volgt:

- Corridor Oost: Zevenaar-Emmerich 110 (voor 2018), en 160 (voor 2050) goederentreinen per etmaal (Prorail, 2021, p. 64)
- Corridor Zuid: Roosendaal-Essen 96 goederentreinen per etmaal
- Corridor Noord: Oldenzaal – Bad Bentheim 96 goederentreinen per etmaal
- Corridor Zuidoost: Venlo-Kaldenkirchen 110 goederentreinen per etmaal

Deze capaciteiten zijn afkomstig van Prorail.

---

<sup>9</sup> Witte en Visser (2021) melden dat in 2019 er voor het gedeelde spoor (gedeeld met het personenvervoer) nog zo'n 35%-60% aan vrije goederentreinpaden beschikbaar was. Het spoorgoederenvervoer op de corridors Zuidoost, Zuid, en Noord maakt gebruik van dat gedeelde spoor. Bij de corridor Oost is de Betuweroute exclusief voor het goederenvervoer. Daarop was in 2019 nog 24% van de capaciteit ongebruikt, 6.650 treinen van het maximale aantal van 28.000 treinen per jaar (Witte en Visser, 2021).

Voor de binnenvaart is de capaciteit gebaseerd op RWS (2021). Voor de corridors Zuid, Noord en Zuidoost geldt de capaciteit ter hoogte van sluisen, te weten de Volkeraksluis, de Oranjesluizen respectievelijk Sluis Weurt. Voor de corridor Oost geldt geen sluisbeperking, en is de capaciteit bepaald op basis van waterstanden.

Een deel van de capaciteit van spoor en binnenvaart wordt benut in de referentiescenario's. Het onbenutte deel van de capaciteit in het referentiescenario is beschikbaar om de MSP te accommoderen, en noemen we de restcapaciteit.

Vervolgens houden we nog rekening met de capaciteit op overslagterminals. Op basis van data van de capaciteit en de overslag van terminals in Nederland uit onder andere Visser en Francke (2019) heeft Dat.mobility de beschikbare capaciteit per terminal bepaald voor zowel het container als het niet-containervervoer. Van de terminals is bekend of ze een, of meerdere corridors bedienen. Daardoor kan in de referentiescenario's de restcapaciteit van terminals worden bepaald en getoetst of deze toereikend is voor de modal shift potenties op de verschillende corridors. Indien een terminal aan meerdere corridors is gekoppeld is de desbetreffende restcapaciteit evenredig over de corridors verdeeld.

### 3.3 Resultaten modal shift potenties: totaalbeeld

Tabel 3.3 toont de Modal Shift Potenties voor 2018 en voor 2050 voor de scenario's Hoog en Laag van de WLO toekomstverkenning. Deze MSP's bieden de basis waarop we verderop in dit rapport de inschatting van de reductie van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid van modal shift kunnen bepalen, waardoor we niet met veronderstelde verschuivingen hoeven te werken.

De MSP's liggen zo tussen de 35% en 55% van het vervoerd gewicht op de goederenvervoercorridors.<sup>10</sup> Zowel bij het containervervoer als bij het niet-containervervoer liggen die potenties in 2050 op basis van WLO-scenario Hoog lager dan in het WLO scenario Laag. Dat komt doordat in scenario Hoog een groter deel van de MSP niet op de netwerken van spoor en binnenvaart kan worden geacommodeerd door capaciteitsbeperkingen. De MSP voor het niet-containervervoer is groter dan voor het containervervoer. We benadrukken dat de MSP's betrekking hebben op (slechts) 10% van het vervoerd gewicht over de weg in Nederland.

**Tabel 3.3**      **Overzicht MSP van weg naar spoor en binnenvaart op de goederenvervoercorridors**

Zichtjaar	Container	Niet-container
2018	36% (27% spoor en 9% binnenvaart)	47% (5% spoor en 42% binnenvaart)
2050 Laag	43% (33% spoor en 10% binnenvaart)	54% (7% spoor en 47% binnenvaart)
2050 Hoog	35% (32% spoor en 3% binnenvaart)	47% (8% spoor en 39% binnenvaart)

Zoals ook aangegeven in paragraaf 1.4 moet de MSP worden geïnterpreteerd als een maximale verschuiving van weg naar spoor en binnenvaart wanneer alle niet-transportkosten barrières daarvoor zijn weggenomen. In de volgende paragrafen brengen we verdieping aan in de MSP's in tabel 3.3 .

<sup>10</sup> De MPS's komen overeen met de bovengrens van eerdere schattingen van modal shift potenties voor goederencorridors door Nederland (zie paragraaf 2.1).

### 3.4 Resultaten modal shift potentie 2018

In deze paragraaf kijken we naar de MSP's per goederenvervoercorridor in 2018. Ook maken we inzichtelijk in welke mate de totale goederenvervoerprestatie toeneemt en bij welke goederensoorten de grootste verschuivingen zitten.

#### 3.4.1 Containervervoer

De kolom 'weg (referentie), ton x 10.000' in tabel 3.4 geeft het vervoerd gewicht over de weg in de referentiesituatie. De kolommen 'Shift naar binnenvaart' en 'Shift naar spoor' presenteren welk deel van dat vervoerd gewicht geshift kan worden. Kolom 5 geeft tenslotte weer dat geen sprake is van een beperking van de modal shift potentie door een gebrek aan capaciteit op de spoor- en binnenvaart-netwerken of bij de terminals. Op alle corridors is de shift naar spoor groter dan de shift naar binnenvaart. Aangezien spoor over het algemeen alleen op de langere vervoersafstanden goedkoper is dan binnenvaart (zie voorbeeld kostenberekening in Visser, 2020) vinden de modal shifts waarschijnlijk voor het merendeel plaats op de lange vervoersrelaties binnen iedere corridor.

De grootste shift potenties liggen in het containervervoer op de corridors Oost en Noord. Op de corridor met het hoogste vervoerd gewicht over de weg (Zuid) observeren we de kleinste shift potentie. Gemiddeld (over alle corridors heen) is de MSP ruim een derde (9% + 27%) van het totaal vervoerd gewicht in containers over de weg.

Tabel 3.4 Modal shift vervoerd gewicht, containers 2018

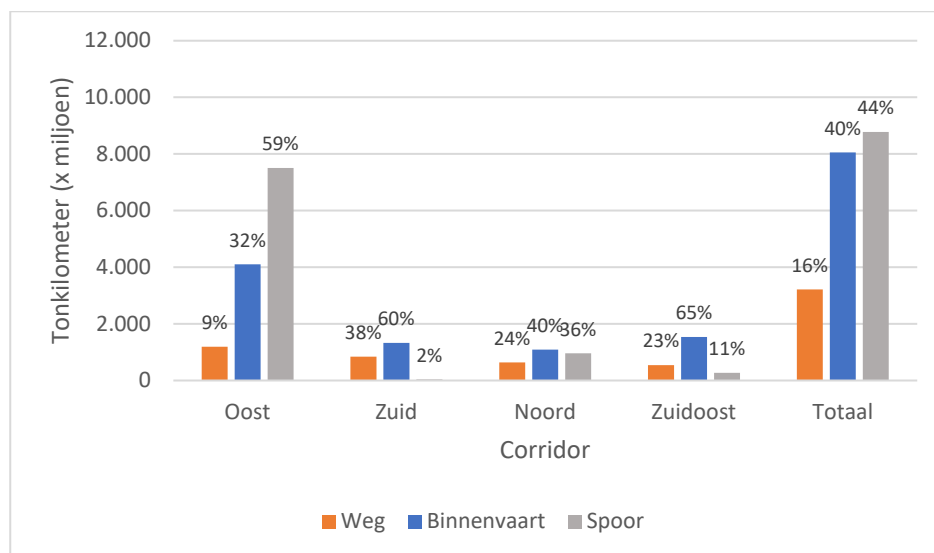
Corridor	Weg (referentie), ton x 10.000	Shift naar binnenvaart	Shift naar spoor	Deel MSP geaccommodeerd
Oost	341	25%	44%	100%
Zuid	673	2%	8%	100%
Noord	201	16%	65%	100%
Zuidoost	320	2%	27%	100%
Totaal	1.535	9%	27%	100%

De modal shift potentie in Tabel 3.4 vertaalt zich door naar een verandering van de vervoersprestatie van de drie vervoerwijzen. De figuren 3.2 en 3.3 presenteren die vervoersprestaties (in tonkm) in de referentiesituatie en in de alternatieve situatie na de shift. De percentages tonen de modal split per corridor en van het totaal van de vier corridors. De vervoerprestatie is geleverd op Nederlands grondgebied en op buitenlands grondgebied samen. Het valt op dat de gezamenlijke vervoersprestatie van weg, binnenvaart en spoor het grootste is op de corridor Oost. Op deze corridor vervoeren de binnenvaart (de Waal) en spoor (de Betuweroute) goederen in containers gemiddeld genomen in grotere hoeveelheden en/of over langere afstanden dan op de andere corridors.<sup>11</sup> Verder valt op dat het aandeel weg in de modal split op de corridors klein is (16% in de referentie situatie) vergeleken bij het

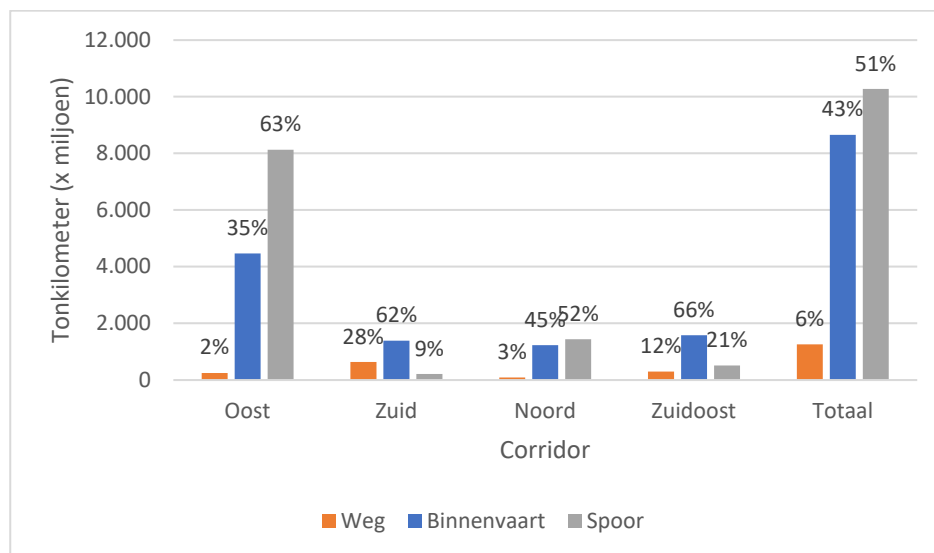
<sup>11</sup> In de referentie situatie is de vervoersprestatie op de corridor oost (1.192 (weg) + 4.100 (spoor) + 7.504 (binnenvaart) =) 12.796 tonkm. Van alle vier de corridors samen (Totaal) is dat 20.036 tonkm. De corridor oost neemt daarmee 68% van de vervoersprestatie voor containers van alle corridors voor haar rekening.

aandeel van 54%<sup>12</sup> voor heel Nederland in 2016 (Jonkeren, 2020). Dat komt doordat op de corridors het spoor en de binnenvaart betere alternatieven zijn voor de weg dan buiten die corridors. De 'Totaal' staven laten zien dat de vervoersprestatie op de weg door de MSP's op de vier corridors met 10 procentpunten daalt.

**Figuur 3.2 Vervoersprestatie op corridors containers 2018, referentie**



**Figuur 3.3 Vervoersprestatie op corridors containers 2018, na de shift**



Tabel 3.5 laat tot slot de verandering van de vervoersprestatie zien die het gevolg is van de modal shift, zowel absoluut als in procenten. Op iedere corridor is de toename van de vervoersprestatie van spoor en binnenvaart samen iets groter dan de afname van de vervoersprestatie van de weg. Dat komt doordat de lading die wordt geshift per spoor en binnenvaart gemiddeld een langere afstand aflegt dan

<sup>12</sup> Die 54% is wel op basis van TEU in plaats van tonkm.

over de weg. De toename van de totale vervoersprestatie (van weg, spoor en binnenvaart samen) is met 2,2%<sup>13</sup> het grootste voor de corridor Noord.

**Tabel 3.5 Verandering vervoersprestatie door modal shift, containers, 2018**

Corridor	Tonkm (x miljoen)			Procenten
	Weg	Binnenvaart	Spoor	Verandering totale vervoersprestatie
Oost	-946	363	619	0,3%
Zuid	-207	57	170	0,9%
Noord	-554	141	473	2,2%
Zuidoost	-250	42	239	1,3%
Totaal	-1.957	602	1.501	0,7%

### 3.4.2 Niet-containervervoer

De tabellen en grafieken in deze paragraaf zijn qua opzet identiek aan die in de vorige paragraaf over het containervervoer. Afgaande op de tabellen 3.4 en 3.6, is de omvang van het vervoerd gewicht over de weg in de niet-containermarkt op de corridors ongeveer viermaal zo groot als in de containermarkt.<sup>14</sup> Net als bij het containervervoer liggen de grootste modal shift potenties bij de corridors Oost (89%) en Noord (80%)<sup>15</sup> en vindt de kleinste relatieve shift plaats op de corridor met het hoogste vervoerde gewicht over de weg (Zuid). Op alle corridors verschuift er meer lading naar de binnenvaart dan naar het spoor. Hieruit maken we op dat de MSP vooral ligt bij herkomst-bestemmingscombinaties op de middellange afstanden. Daarop is de binnenvaart gemiddeld genomen goedkoper dan het spoor. Tot slot observeren we dat op alle corridors samen de MSP iets minder dan de helft (42% + 5%) van het vervoerd gewicht over de weg is.

**Tabel 3.6 Modal shift vervoerd gewicht, niet-containers 2018**

Corridor	Weg (referentie), ton x 10.000	Shift naar binnenvaart	Shift naar spoor	Deel MSP geacommodeerd
Oost	697	67%	22%	100%
Zuid	3.164	24%	3%	100%
Noord	1.583	75%	5%	100%
Zuidoost	1.118	27%	2%	100%
Totaal	6.562	42%	5%	100%

Toelichting: de kolom 'Weg' geeft het vervoerd gewicht over de weg in de referentie situatie. De kolommen 'Shift naar binnenvaart' en 'Shift naar spoor' presenteren de MSP van deze vervoerwijzen. De kolom 'Deel MSP geacommodeerd' laat zien welk deel van de MSP door de spoor- en binnenvaartnetwerken, en de terminals kan worden verwerkt.

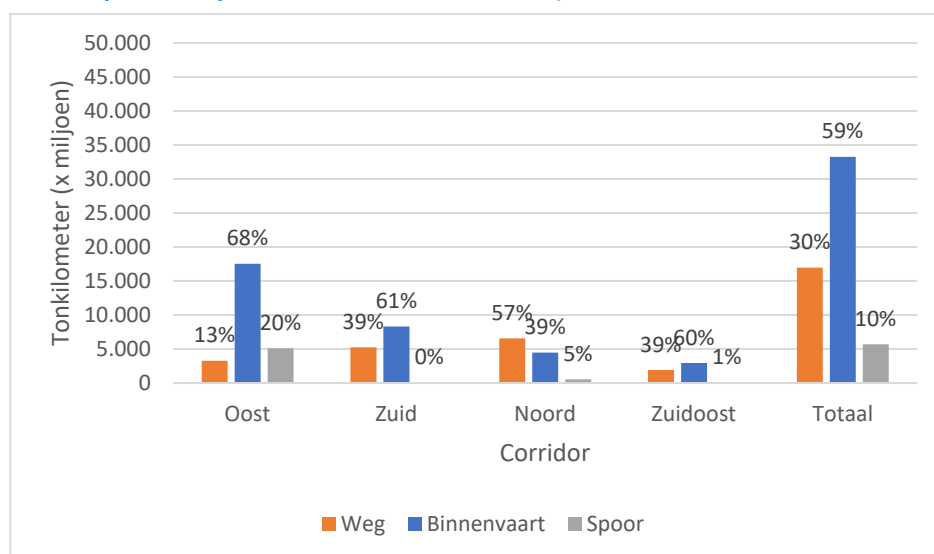
<sup>13</sup> De toename van de vervoersprestatie op de corridor Noord door de shift is 60 miljoen tonkm (verschil tussen -554 en 141 + 473 in tabel 3.5). In de referentiesituatie was de vervoersprestatie op die corridor 2689 miljoen tonkm (639 + 1088 + 961 in figuur 4.2).  $(60/2689) \times 100\% = 2,2\%$ .

<sup>14</sup> 65.620.000 om 15.350.000 ton.

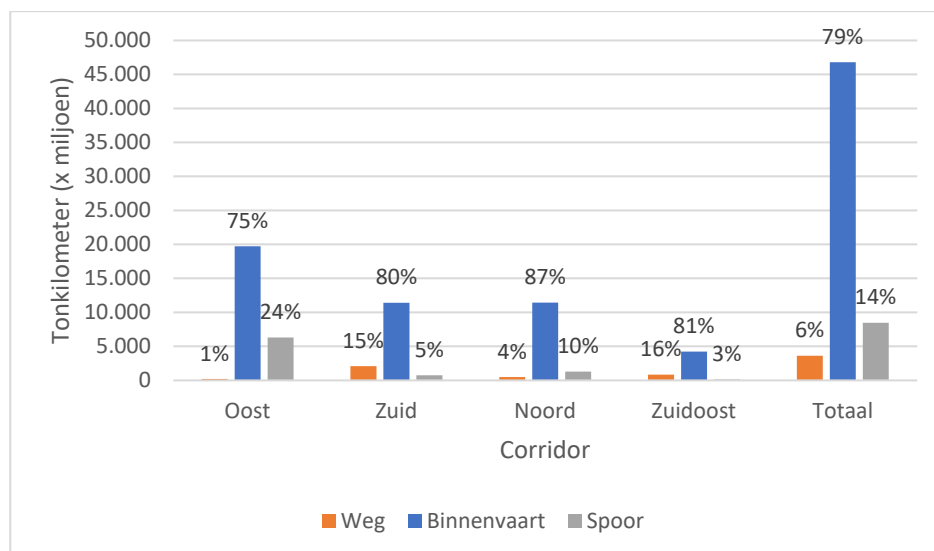
<sup>15</sup> Dit roept de vraag op waarom juist op deze corridors er veel minder lading met de trein en binnenvaart wordt vervoerd, dan vanuit kostenogpunt mogelijk is.

De omvang van de vervoersprestatie van het niet-containervervoer op de corridors (alle vervoerwijzen) is bijna drie keer zo groot als de omvang van de vervoersprestatie van het containervervoer.<sup>16</sup> De gezamenlijke vervoersprestatie van weg, binnenvaart en spoor is het grootste op de corridor Oost (zie fig. 3.4). Het aandeel van de corridor Oost in het totaal is met 46% wel kleiner dan bij het containervervoer, waar het 68% is.<sup>17</sup> Het aandeel weg in de modal split op basis van de vervoersprestatie zakt door de ingeschatte MSP voor het 'Totaal' van 30% naar 6%.

**Figuur 3.4 Vervoersprestatie op corridors niet-containers 2018, referentie**



**Figuur 3.5 Vervoersprestatie op corridors niet-containers 2018, na de shift**



<sup>16</sup> In de referentiesituatie: 20.036 miljoen tonkm voor het containervervoer en 55.877 miljoen tonkm voor het niet-containervervoer.

<sup>17</sup> In de referentie situatie is de vervoersprestatie op de corridor oost (3.259 (weg) + 17.530 (spoor) + 5.100 (binnenvaart) =) 25.888 tonkm. Van alle vier de corridors samen (Totaal) is dat 55.887 tonkm. Het aandeel van de corridor oost is dan 46% voor het niet-containervervoer.



De afname van de vervoersprestatie over de weg (tabel 3.7) is bij het niet-containervervoer bijna zevenmaal groter dan bij het containervervoer.<sup>18</sup> Met name op de corridor Noord is de MSP groot. De verschuiving leidt op deze corridor tot een forse toename (14%) van de vervoersprestatie.<sup>19</sup> Dus ondanks een relatief grote toename van de vervoersafstand door modal shift op de corridor Noord, zijn spoor en binnenvaart voor bepaalde herkomst-bestemmingscombinaties toch meer dan 10% goedkoper.

**Tabel 3.7 Verandering vervoersprestatie door modal shift, niet-containers, 2018**

Corridor	Tonkm (x miljoen)			Procenten
	Weg	Binnenvaart	Spoor	
				Verandering totale vervoersprestatie
Oost	-3.048	2.191	1.190	1,3%
Zuid	-3.159	3.095	732	4,9%
Noord	-6.063	6.969	757	14,4%
Zuidoost	-1.066	1.295	108	6,9%
Totaal	-13.336	13.550	2.787	5,4%

### 3.4.3 Modal shift potentie per goederensoort

Tabel 3.8 geeft een inzicht in de MSP's van de verschillende goederengroepen voor alle vier de corridors gezamenlijk. Bij het containervervoer zien we dat er voor de goederengroepen 2-6 niet of nauwelijks wegvervoer is. Deze goederensoorten zijn moeilijk containeriseerbaar. De modal shift potentie ligt vooral bij goederengroepen 11, 12, en 13, en ook wel bij 1 en 7.

Bij het niet-containervervoer observeren we nauwelijks wegvervoer voor de droge- en natte bulkgoederen van de groepen 2-4. Deze goederen gaan allemaal al met de binnenvaart of het spoor. De shift potentie zit bij goederengroep 11, en daarna bij 1, 13, 7, en 9. Dit zijn waarschijnlijk vooral stukgoederen, die als losse items of op pallets in vrachtwagentrailers worden vervoerd in de referentiesituatie.

<sup>18</sup> -13.336 tonkm (niet-containers) om -1.959 tonkm (containers).

<sup>19</sup> Dit kan worden verklaard doordat op deze corridors spoorwegen en vaarwegen minder goed parallel aan de snelwegen liggen. Bij de corridor oost bijvoorbeeld is dat met de A12/A15, Betuweroute en Waal wel het geval. De toename van het aantal tonkm op die corridor is dan ook 'slechts' 1,3%.

**Tabel 3.8 Modal shift vervoerd gewicht per goederengroep, alle corridors, 2018 (ton x 10.000)**

Goederengroep	Container			Niet-container		
	Weg	Binnenvaart	Spoor	Weg	Binnenvaart	Spoor
1 Landbouw-, bosbouw- en visserijproducten	200	26	31	1096	515	80
2 Steenkool, bruinkool en cokes	0	0	0	8	5	1
3 Ruwe aardolie en aardgas	0	0	0	1	0	0
4 Ertsen	2	0	0	0	0	0
5 Zout, zand, grind, klei	28	1	7	252	56	5
6 Aardolieproducten	9	0	4	133	26	1
7 Chemische producten	208	0	69	731	302	27
8 Kunststoffen/rubber	104	11	0	205	114	18
9 Basismetalen en metaalproducten	91	1	32	464	236	30
10 Overige minerale producten	53	1	13	779	237	24
11 Voedings- en genotsmiddelen	382	23	126	1442	650	100
12 Machines, elektronica en transportmiddelen	169	0	77	415	141	19
13 Overige goederen	288	73	60	1036	447	38
Totaal	1535	137	420	6562	2730	342

Toelichting: de kolom 'Weg' geeft het vervoerd gewicht over de weg in de referentie situatie. De kolommen 'Binnenvaart' en 'Spoor' presenteren de MSP naar die vervoerwijzen.

### 3.5 Resultaten modal shift potentie zichtjaar 2050 Hoog

In deze paragraaf presenteren we de MSP resultaten voor het zichtjaar 2050 Hoog, en zetten we ze af tegen die van 2018. De detailresultaten voor 2050 Laag tonen we niet omdat we dan twee vergelijkbare verhalen krijgen, maar met andere getallen. Die resultaten zijn beschikbaar op aanvraag.

#### 3.5.1 Containervervoer

De omvang van het vervoerd gewicht over de weg is in het zichtjaar 2050 Hoog groter dan in 2018. De corridor Zuid neemt het grootste deel van die toename voor haar rekening. Tegelijkertijd is de MSP op die corridor beperkt tot 68% door capaciteitsrestricties op het spoornetwerk, en op de terminals (zie tabel 3.9). Voor het totaal is sprake van een beperkte shift richting de binnenvaart. Op alle corridors is de shift potentie naar spoor groter dan naar de binnenvaart. De grootste shift

potenties zijn op de corridors Oost en Noord te vinden. Gemiddeld over alle corridors heen is de MSP iets meer dan een derde (3% + 32%) van het totaal vervoerd gewicht in containers over de weg. Ten opzichte van 2018 is de absolute omvang van de MSP in 2050 Hoog groter.<sup>20</sup>

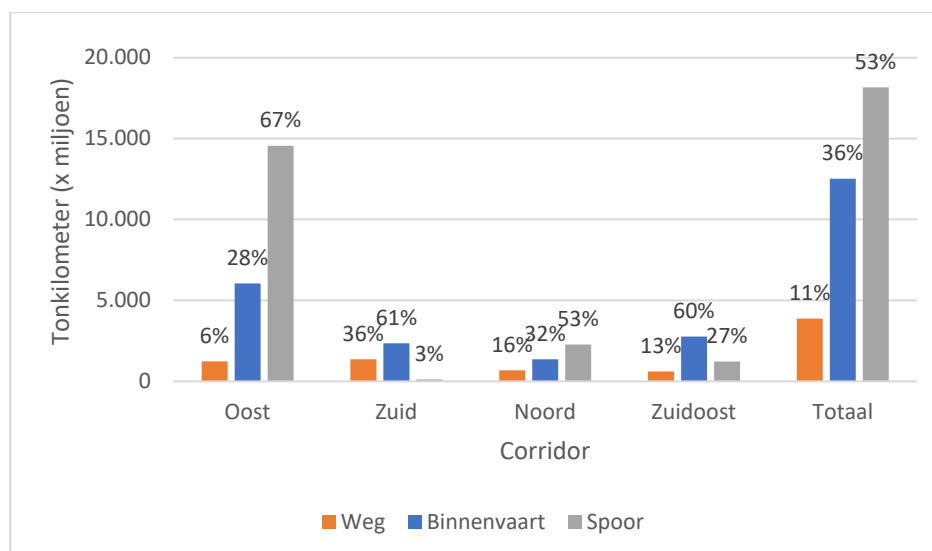
**Tabel 3.9** Modal shift vervoerd gewicht, containers 2050 Hoog

Corridor	Weg (referentie), ton x 10.000	Shift naar binnenvaart	Shift naar spoor	Deel MSP geacommodeerd
Oost	336	15%	68%	100%
Zuid	1.110	0%	8%	68%
Noord	210	6%	79%	100%
Zuidoost	353	1%	44%	100%
Totaal	2.009	3%	32%	95%

Toelichting: de kolom 'Weg' geeft het vervoerd gewicht over de weg in de referentie situatie. De kolommen 'Shift naar binnenvaart' en 'Shift naar spoor' presenteren de MSP van deze vervoerwijzen. De kolom 'Deel MSP geacommodeerd' laat zien welk deel van de MSP door de spoor- en binnenvaartnetwerken, en de terminals kan worden verwerkt.

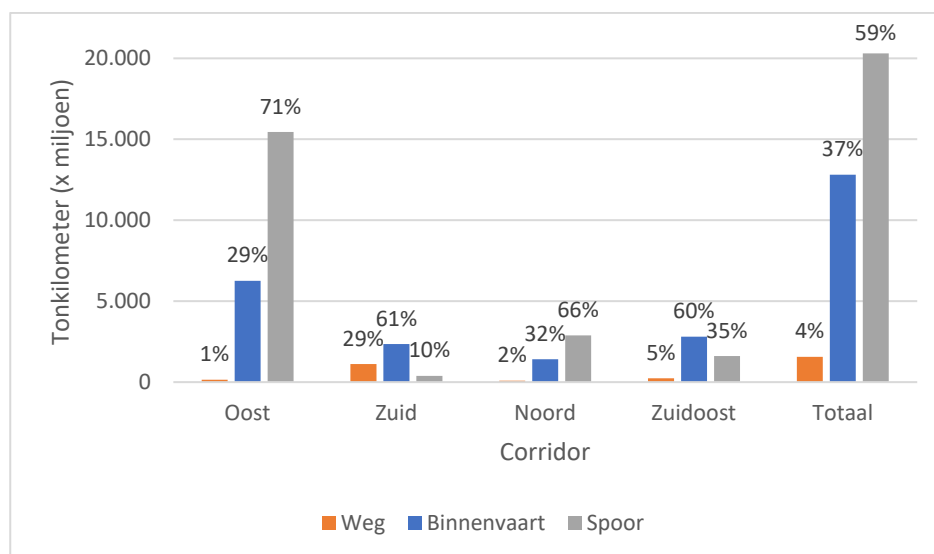
Uit de figuren 3.6 en 3.7 (op basis van vervoersprestatie) blijkt dat ook in 2050 Hoog, de corridor Oost de grootste corridor is. Het aandeel weg in de modal split van het Totaal daalt van 11% naar 4%.<sup>21</sup> Alleen op de corridor Zuid is na de shift nog sprake van een substantieel aandeel weg in het containervervoer.

**Figuur 3.6** Vervoersprestatie op corridors containers 2050 Hoog, referentie



<sup>20</sup> 2018: 36% van 15.350.000 = 5.526.000. 2050 Hoog: 35% van 20.090.000 = 7.030.000 ton.

<sup>21</sup> In het jaar 2018 was dat van 16% naar 6%.

**Figuur 3.7 Vervoersprestatie op corridors containers 2050 Hoog, na de shift**

In Tabel 3.10 observeren we op iedere corridor een grotere toename van de vervoersprestatie van spoor en binnenvaart gezamenlijk dan de afname van de vervoersprestatie van de weg. Op de corridor Noord is dit verschil het grootste. Dit wordt veroorzaakt door een langere vervoersafstand via spoor en binnenvaart dan over de weg.

**Tabel 3.10 Verandering vervoersprestatie door modal shift, containers, 2050 Hoog**

Corridor	Tonkm (x miljoen)			Procenten
	Weg	Binnenvaart	Spoor	Verandering totale vervoersprestatie
Oost	-1.095	213	903	0,1%
Zuid	-250	3	260	0,3%
Noord	-592	46	606	1,4%
Zuidoost	-378	32	382	0,8%
Totaal	-2.315	294	2.152	0,4%

### 3.5.2 Niet-containervervoer

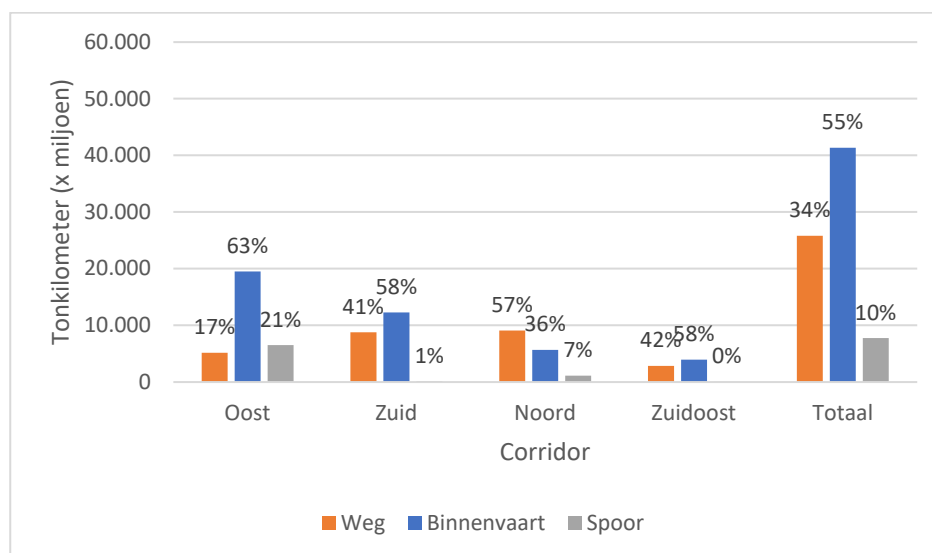
Het totaal vervoerd gewicht over de weg is in het zichtjaar 2050 Hoog in de referentiesituatie ruim anderhalf keer groter dan in 2018. De corridor Zuid neemt ongeveer de helft van dat totaal voor haar rekening (zie tabel 3.11). Tegelijkertijd heeft deze corridor de kleinste MSP, met 25%. De grootste MSP's liggen bij de corridors Oost en Noord. In totaal (over alle corridors heen) ligt de MSP voor het niet-container vervoer op 47% (39% + 8%). Op de corridors Zuid en Noord is sprake van een kleine beperking van de MSP door capaciteitsbeperkingen op de netwerken van spoor en binnenvaart, en op de terminals. De shift potentie is voor de binnenvaart groter dan voor het spoor.

**Tabel 3.11** Modal shift vervoerd gewicht, niet-containers 2050 Hoog

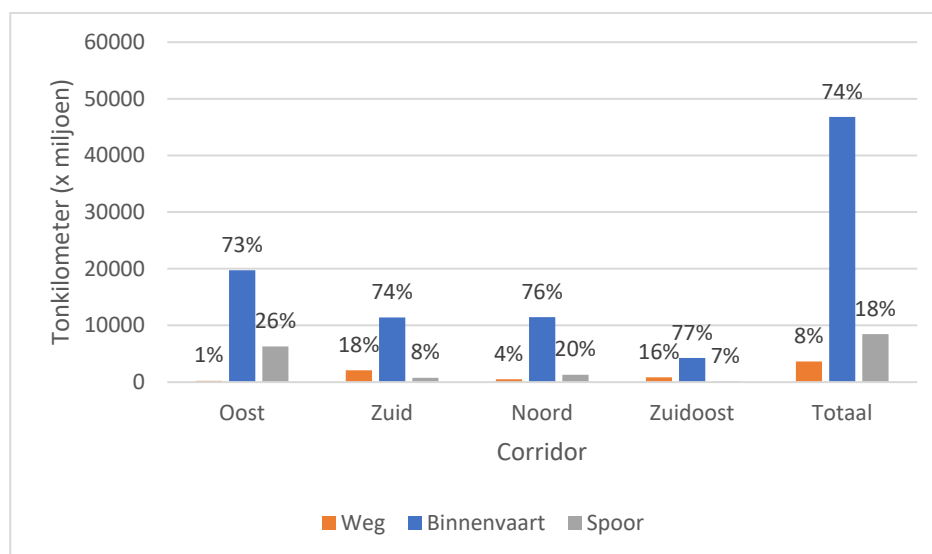
Corridor	Weg (referentie), ton x 10.000	Shift naar binnenvaart	Shift naar spoor	Deel MSP geacommodeerd
Oost	1.277	73%	18%	100%
Zuid	5.089	21%	4%	89%
Noord	2.246	69%	12%	98%
Zuidoost	1.601	29%	4%	100%
Totaal	10.213	39%	8%	96%

Toelichting: de kolom 'Weg' geeft het vervoerd gewicht over de weg in de referentie situatie. De kolommen 'Shift naar binnenvaart' en 'Shift naar spoor' presenteren de MSP van deze vervoerwijzen. De kolom 'Deel MSP geacommodeerd' laat zien welk deel van de MSP door de spoor- en binnenvaartnetwerken, en de terminals kan worden verwerkt.

De omvang van de vervoersprestatie van het niet-containervervoer (alle vervoerwijzen, alle corridors) in de referentiesituatie in het zichtjaar 2050 Hoog is 34% groter dan in 2018.<sup>22</sup> Het aandeel weg in de modal split op basis van de vervoersprestatie zakt door de ingeschatte modal shift potentie voor het 'Totaal' van 34% naar 8% (zie de figuren 3.8 en 3.9). De grootste daling van het aandeel weg in procentpunten observeren we op de corridor Noord. Voor het totaal vertoont de binnenvaart de grootste toename in procentpunten (19 procentpunten), maar zit de grootste procentuele toename bij het spoor (van 10% naar 18% is een 80% toename).

**Figuur 3.8** Vervoersprestatie op corridors niet-containers 2050 Hoog, referentie

<sup>22</sup> In totaal 74.864 miljoen tonkm in 2050 Hoog en 55.887 miljoen tonkm in 2018.

**Figuur 3.9** Vervoersprestatie op corridors niet-containers 2050 Hoog, na de shift

De afname van de vervoersprestatie over de weg (tabel 3.12) is bij het niet-containervervoer ongeveer 8 maal groter dan bij het containervervoer.<sup>23</sup> De verschuiving leidt op de corridor Noord tot een forse toename (10%) van de vervoersprestatie.

**Tabel 3.12** Verandering vervoersprestatie door modal shift, niet-containers, 2050 Hoog

Corridor	Tonkm (x miljoen)			Procenten
	Weg	Binnenvaart	Spoor	Verandering totale vervoersprestatie
Oost	-4.836	3.580	1.700	1,4%
Zuid	-4.879	4.122	1.616	4,1%
Noord	-8.370	7.609	2.418	10,5%
Zuidoost	-1.689	1.550	502	5,4%
Totaal	-19.774	16.861	6.236	4,4%

### 3.5.3 Modal shift potentie per goederensoort

Tabel 3.13 geeft een inzicht in de modal shift potenties van de verschillende goederengroepen voor alle vier de corridors gezamenlijk. Het beeld lijkt sterk op dat van het jaar 2018. Bij het containervervoer zien we dat er voor de goederengroepen 2-6 niet of nauwelijks wegvervoer is. Deze goederensoorten zijn ook moeilijk containeriseerbaar. De modal shift potentie ligt vooral bij goederengroepen 1, 7, 11, 12, en 13.

Bij het niet-containervervoer observeren we nauwelijks wegvervoer voor de droge- en natte bulkgoederen van de groepen 2-4. Deze goederen gaan allemaal al met de binnenvaart of het spoor. De grote shift potentie zit bij goederengroep 1, en daarna bij 11, 13, 7, en 10. Het is waarschijnlijk dat dit vooral stukgoederen zijn, die als losse items of op pallets in vrachtwagentrailers worden vervoerd in de referentiesituatie.

<sup>23</sup> -19.774 miljoen tonkm (niet-containers) om -2.315 miljoen tonkm (containers).

**Tabel 3.13 Modal shift vervoerd gewicht per goederengroep, alle corridors, 2050 Hoog (ton x 10.000)**

Goederengroep	Container			Niet-container		
	Weg	Binnenvaart	Spoor	Weg	Binnenvaart	Spoor
1 Landbouw-, bosbouw- en visserijproducten	340	9	73	1893	894	179
2 Steenkool, bruinkool en cokes	0	0	0	6	2	2
3 Ruwe aardolie en aardgas	0	0	0	1	0	0
4 Ertsen	2	0	0	0	0	0
5 Zout, zand, grind, klei	36	0	8	259	46	6
6 Aardolieproducten	9	0	3	189	23	1
7 Chemische producten	356	0	145	1380	475	103
8 Kunststoffen/rubber	135	7	0	347	156	60
9 Basismetalen en metaalproducten	107	0	36	628	309	75
10 Overige minerale producten	60	0	17	1339	498	30
11 Voedings- en genotsmiddelen	420	5	166	2004	762	251
12 Machines, elektronica en transportmiddelen	208	0	92	659	190	22
13 Overige goederen	335	46	94	1507	660	50
<b>Totaal</b>	<b>2009</b>	<b>69</b>	<b>634</b>	<b>10213</b>	<b>4015</b>	<b>781</b>

Toelichting: de kolom 'Weg' geeft het vervoerd gewicht over de weg in de referentie situatie. De kolommen 'Binnenvaart' en 'Spoor' presenteren de MSP naar die vervoerwijzen.

## 4 Externe kosten en infrastructuurkosten goederenvervoer

In dit hoofdstuk maken we de externe kosten en de infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie van goederenvervoer op de goederencorridors inzichtelijk voor de vervoerwijzen weg, spoor, en binnenvaart. Dit betreft stap 2 van het onderzoek (zie figuur 1.1).

### 4.1 Afbakening externe kosten van goederenvervoer

Het goederenvervoer veroorzaakt verschillende externe effecten. De voor dit onderzoek relevante typen externe effecten waarvan we de kosten meenemen zijn:

1. Verkeersongevallen: de kosten die voortvloeien uit lichtgewonden, zwaargewonden, en dodelijke slachtoffers. Kostencomponenten: menselijk lijden, medische kosten, afhandelingskosten, productieverliezen, materiele schade.
2. Luchtvervuilende emissies (tank-to-wheel): Fijnstof: PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub>, Stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), en Zwaveloxide (SO<sub>2</sub>). Kostencomponenten: gezondheid van mensen, schade aan gewassen, schade aan gebouwen, impact op biodiversiteit en ecosystemen.
3. Broeikasgasemissies (tank-to-wheel): Koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), lachgas (N<sub>2</sub>O), methaan (CH<sub>4</sub>). Kostencomponenten: alle negatieve effecten als gevolg van de opwarming van de aarde zoals zeespiegelstijging, verlies aan biodiversiteit, problemen met water management, vaker voorkomen van weersextremen, schade aan gewassen.
4. Geluid: de kosten van verkeersgeluid. Kostencomponenten: overlastkosten en gezondheidskosten.
5. Congestie: de toename van de gegeneraliseerde gebruikskosten wanneer de wegcapaciteit schaarser wordt. Kostencomponenten: reistijdverliezen, onbetrouwbare reistijden, plankosten, indirecte kosten. Het gaat hier niet om de kosten voor de veroorzaker (vrachtauto) maar om de kosten veroorzaakt door die vrachtauto voor de overige weggebruikers ten opzichte van het economisch optimale niveau van congestie.
6. Broeikasgasemissies en luchtvervuilende emissies van de productie van brandstof- en elektriciteit voor voertuigen (well-to-tank emissies): de kosten door emissies die vrijkomen bij brandstof- en elektriciteitsproductie ten behoeve van het goederenvervoer. Het gaat om de emissies zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>), stikstofoxide (NO<sub>x</sub>), en fijnstof (PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub>), koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), lachgas (N<sub>2</sub>O), en methaan (CH<sub>4</sub>). Kostencomponenten: dezelfde als genoemd bij luchtvervuilende emissies (tank-to-wheel) en broeikasgasemissies (tank-to-wheel).

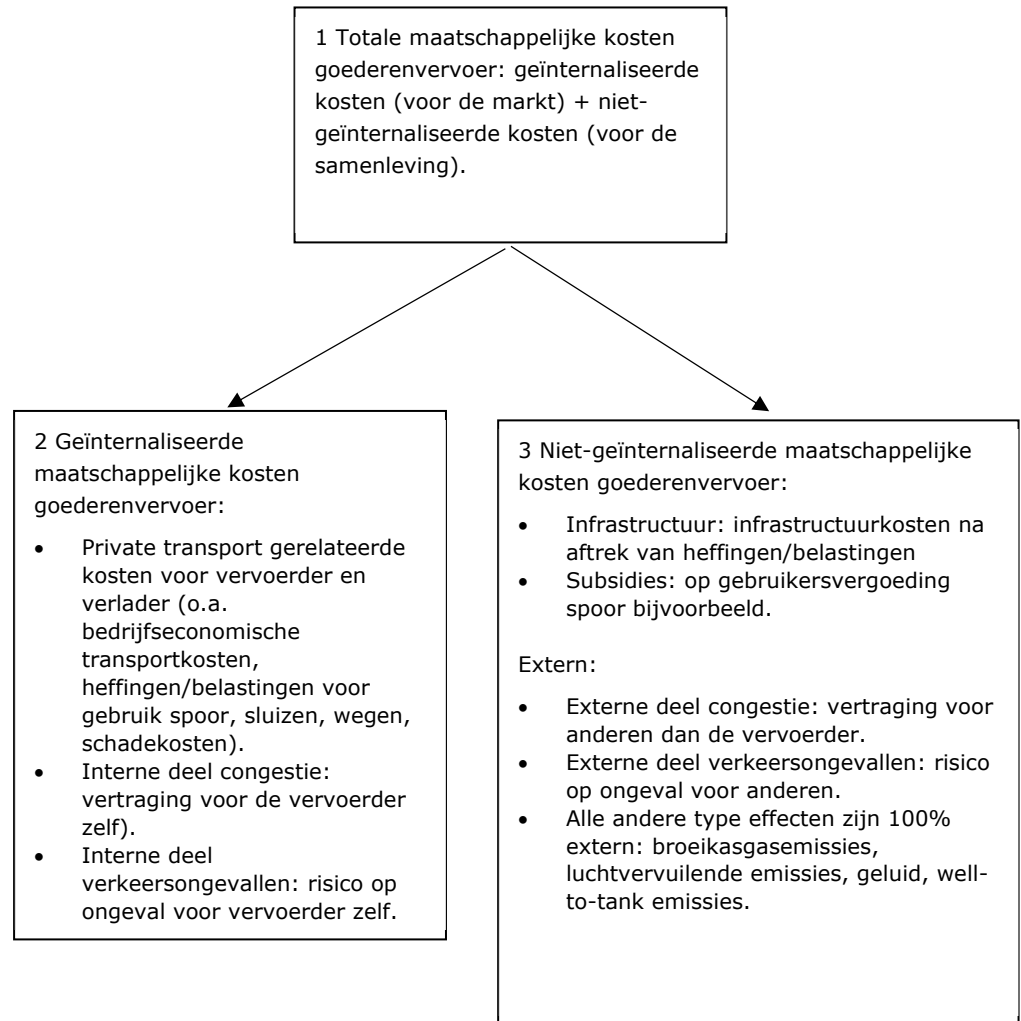
### 4.2 Maatschappelijke kosten van goederenvervoer

Voor een juiste interpretatie van de externe kosten en de infrastructuurkosten voor de overheid positioneren we ze eerst in de bredere context van maatschappelijke kosten.



Onder maatschappelijke kosten verstaan we kosten voor de samenleving als geheel, voor bedrijven, overheden, en burgers. De totale maatschappelijke kosten van goederenvervoer zijn onderverdeeld in een geïnternaliseerd deel, en een niet-geïnternaliseerd deel.

**Figuur 4.1** Maatschappelijke kosten van het goederenvervoer



Opmerking: de opdeling van de kosten van congestie en verkeersongevallen in een intern en een extern deel is gebaseerd op CE Delft (2022a)

De geïnternaliseerde maatschappelijke kosten van goederenvervoer worden gevormd door de bedrijfseconomische transportkosten vermeerderd met het geïnternaliseerde deel van de maatschappelijke kosten. De bedrijfseconomische transportkosten omvatten de kosten voor de vervoerder (brandstof, loonkosten, heffingen voor gebruik infrastructuur, etc.) plus de kosten van reistijd, onbetrouwbaarheid, kans op schade en diefstal, etc. voor de verlader. De niet-geïnternaliseerde kosten van het goederenvervoer zijn de kosten die ten laste komen van overheden en burgers (Boneschansker en t' Hoen, 1992, p. 21/22). Dat zijn de infrastructuurkosten, voor zover die niet worden doorberekend met infrastructuurheffingen aan de vervoerders, de externe kosten, en eventuele

subsidies aan de vervoerder. Ter verduidelijking van deze uitleg is het onderscheid tussen de verschillende soorten kosten weergegeven in Figuur 4.1 hierboven.

De tweede onderzoeksvraag heeft betrekking op alleen de kosten in blok 3 in Figuur 4.1.

### **4.3 Aanpak bepalen relevante externe kosten en infrastructuurkosten overheid op goederenvervoercorridors**

Nu de plek van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid in de context van de totale maatschappelijke kosten helder is, bepalen we welke kosten het beste passen bij de situatie op de goederenvervoercorridors, gemiddelde of marginale kosten.

#### *4.3.1 Gemiddelde en marginale externe kosten*

De gemiddelde externe kosten per vervoersprestatie (tonkm) zijn de totale externe kosten gedeeld door de vervoersprestatie (aantal tonkm). De marginale externe kosten zijn de extra externe kosten als gevolg van een extra eenheid goederenvervoer (tonkm). Voor sommige externe effecten zijn de marginale externe kosten (ongeveer) gelijk aan de gemiddelde externe kosten. Dit gaat op voor broeikasgasemissies, luchtvervuilende emissies, en well-to-tank emissies (CE Delft, 2022a, p.62, 72, 83) voor alle vervoerwijzen, en voor verkeersongevallen voor de niet-wegmodaliteiten. Voor broeikasgasemissies, luchtvervuilende emissies en well-to-tank emissies stijgt de schade (aan gezondheid, ecosystemen, gewassen, etc.) lineair met een stijging van het goederenvervoer met een extra eenheid. In het geval van verkeersongevallen hangt de ongevals kans voor spoor en binnenvaart niet (sterk) samen met de verkeersstroom.

Voor de externe effecten congestie, geluid, en voor verkeersongevallen voor het wegvervoer zijn de marginale kosten niet gelijk aan de gemiddelde kosten. De extra externe kosten als gevolg van een extra eenheid goederenvervoer variëren met de al bestaande hoeveelheid goederenvervoer. Voor geluid is het bijvoorbeeld zo dat op plekken met veel verkeer (en dus al veel geluid) een extra eenheid goederenvervoer tot disproportioneel minder geluidsoverlast leidt dan op een plek met weinig verkeer (CE Delft e.a., 2019a, p.82). Voor de marginale externe congestiekosten geldt het omgekeerde: een extra eenheid goederenvervoer op een al drukke weg veroorzaakt disproportioneel meer vertraging voor andere weggebruikers dan op een lege weg.

#### *4.3.2 Gemiddelde en marginale infrastructuurkosten*

De gemiddelde infrastructuurkosten zijn de vaste en variabele infrastructuurkosten gedeeld door de vervoersprestatie. De marginale infrastructuurkosten zijn de extra infrastructuurkosten als gevolg van een extra eenheid (tonkm) goederenvervoer. De marginale infrastructuurkosten zijn daarmee gelijk aan (alleen) de variabele infrastructuurkosten, de gebruiksafhankelijke onderhouds- en vernieuwingskosten (CE Delft, 2022a, p.44). De marginale infrastructuurkosten *voor de overheid* zijn

gelijk aan het variabele deel van de gemiddelde infrastructuurkosten minus de gemiddelde infrastructuurheffingen.<sup>24</sup>

#### 4.3.3 Keuze voor marginale of gemiddelde kosten

Omdat maatregelen ten behoeve van modal shift leiden tot veranderingen in bestaande verkeersstromen (en daarmee tot veranderingen in de omvang van de externe effecten) ligt gebruik van de marginale kosten in eerste instantie het meest voor de hand (CE Delft, 2022a, p.14). Het gaat bij de marginale kosten immers om de kosten die ontstaan (verdwijnen) als er extra voertuigen worden toegevoegd aan (weggenomen uit) een bestaande verkeersstroom.<sup>25</sup> Toch valt een keuze voor gemiddelde kosten in een enkel geval ook te beargumenteren. Bij de beantwoording van vraag 2 bekijken we per extern effect welk type kosten (gemiddeld of marginaal) het beste past bij de situatie op de vier goederenvervoercorridors:

Voor de externe effecten broeikasgasemissies (tank-to-wheel), luchtvervuilende emissies (tank-to-wheel), well-to-tank emissies van broeikasgassen en luchtvervuiling, en voor verkeersongevallen voor de vervoerwijzen spoor en binnenvaart zijn de gemiddelde kosten gelijk aan de marginale kosten en hoeven we de keuze niet te maken.

Verkeersongevallen (wegvervoer): we kiezen de marginale kosten voor de situatie 'snelweg' omdat het goederenvervoer op de corridors voornamelijk op snelwegen plaatsvindt.

Geluid: we kiezen voor gewogen gemiddelde marginale kosten voor goederenvervoer door landelijk en stedelijk gebied, gedurende de dag en de nacht, en op drukke en rustige momenten omdat al deze situaties van tijd tot tijd van toepassing zijn op de goederenvervoercorridors.

Congestie: marginale externe congestiekosten zijn in CE Delft (2022a) beschikbaar voor drie niveaus van drukte en voor verschillende typen wegen. Gedurende het grootste deel van de tijd is echter geen sprake van drukte op de wegen van de goederencorridors. Een extra wegvoertuig zorgt dan niet voor extra congestie (de marginale congestiekosten zijn gelijk aan nul). Om deze reden kiezen we niet voor een van de mogelijke *marginale* externe congestiekosten. Omdat het goederenvervoer op de corridors voornamelijk op snelwegen plaatsvindt kiezen we het kengetal voor de *gemiddelde* externe congestiekosten op snelwegen. We kiezen voor de externe congestiekosten volgens het 'deadweight loss' concept.<sup>26</sup>

---

<sup>24</sup> Het variabele deel van de gemiddelde infrastructuurkosten is voor het goederenvervoer over de weg groter dan voor spoor en binnenvaart: voor het wegvervoer bedraagt het ongeveer 36% (CE Delft 2019c, fig. 12 en 17, p.46 en 50). Voor het spoor ongeveer 15% (CE Delft 2019c, fig. 29 en 31, p.68 en 69), en voor de binnenvaart ongeveer 7% (CE Delft 2019c, fig. 40 en 42, p.82 en 84). De marginale infrastructuurkosten per tonkm zijn daardoor voor spoor en binnenvaart lager dan voor de weg.

De infrastructuurheffingen omvatten, voor zover van toepassing, voor (1) weg: tol (per km infrastructuur, of voor specifieke onderdelen van de infrastructuur zoals bruggen/tunnels), vignetten, stedelijke heffingen (2) spoor: gebruiksvergoeding (rail access charges), heffingen op specifieke trajecten, (3) binnenvaart: havengelden (port charges), vaarwegheffingen (fairway dues), brug- en sluisgelden. Zie CE Delft (2019b, p.25, 79, 98 en bijbehorend Excel-bestand 4K83\_Overview-of-transport-taxes-and-charges-PPS-adjusted voor welke van die heffingen van toepassing zijn op Nederland.

<sup>25</sup> Bij maatregelen die leiden tot nieuwe verkeersstromen, of het verdwijnen van bestaande verkeersstromen ligt gebruik van de gemiddelde kosten meer voor de hand.

<sup>26</sup> Dit concept geeft de externe congestiekosten ten opzichte van het economisch optimale niveau van congestie, in plaats van een situatie zonder congestie (CE Delft, 2022a, p.99). Een gevolg is dat niet alle externe congestiekosten in beeld zijn. We kiezen voor externe

Voor de infrastructuurkosten voor de overheid gaan we uit van het variabele deel van de gemiddelde infrastructuurkosten (oftewel de marginale infrastructuurkosten) minus de variabele infrastructuurheffingen. 'Variabel' betekent dat deze kosten en heffingen gebruiksafhankelijk zijn. Voor het goederenwegvervoer kiezen we voor de kengetallen die van toepassing zijn op snelwegen.

#### 4.4 Resultaten externe kosten en infrastructuurkosten 2018

Tabel 4.1 geeft het resultaat van de sommatie van de externe kosten (van de verschillende typen externe effecten) en de infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie in 2018. De waarden in de tabel zijn een momentopname en kunnen veranderen over de tijd. In paragraaf 4.5 gaan we hier op in. In de vorige paragraaf gaven we aan dat we voor ieder extern effect de (marginale) externe kosten kiezen die het beste passen bij de context van de goederencorridors.

De getallen voor Nederland zijn van toepassing op het Nederlandse deel van de goederenvervoercorridors. Voor het niet-Nederlandse deel van de goederenvervoercorridors gebruiken we de getallen voor de EU28. Door beperkingen van de output van de MSP-analyses kunnen we geen gewogen gemiddelde kengetallen voor externe kosten en infrastructuurkosten bepalen voor het buitenlandse deel van de goederenvervoercorridors.<sup>27</sup> We beschouwen de getallen in tabel 4.1 als de beste benadering van (marginale) externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid van goederenvervoer op de goederenvervoercorridors binnen Nederland en buiten Nederland.

**Tabel 4.1 Marginale externe kosten + marginale infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (€-cent per tonkm, 2018)**

Land	Weg	Spoor elektrisch	Spoor diesel	Binnenvaart
Nederland	3,84	0,20	1,28	1,95
Lage waarde	2,41	0,11	0,83	1,22
Hoge waarde	5,72	0,31	1,98	3,07
EU-28	3,03	0,61	1,25	1,68
Lage waarde	1,97	0,37	0,70	1,01
Hoge waarde	4,34	0,88	2,05	2,71

Bron: CE Delft (2022a; 2019a;b;c) en eigen bewerkingen.

congestiekosten op basis van het deadweight loss concept omdat het alternatief, congestiekosten op basis van het 'vertragskosten' concept, een overschatting geeft van de totale externe congestiekosten. Een deel van de congestiekosten is dan intern van aard. We willen dat dit onderzoek alleen betrekking heeft op externe kosten.

<sup>27</sup> De output van de MSP analyses geeft per corridor en per vervoerwijze weer welk deel van de vervoersprestatie in Nederland en welk deel in het buitenland wordt geleverd. Een verdere onderverdeling van de vervoersprestatie in het buitenland naar de specifieke landen waar de corridors doorheen lopen is echter niet mogelijk. Daardoor weten we niet welke weging we moeten meegeven aan de land-specifieke kosten voor de externe effecten en voor de infrastructuur. Omdat het goederenvervoer op de corridors buiten Nederland zich concentreert in een beperkt aantal EU-landen introduceert het werken met kengetallen voor de EU-28 een onnauwkeurigheid in de analyses. Aan de andere kant wegen de externe kosten van goederenvervoer in grote landen (zoals Duitsland en Frankrijk) zwaarder mee in het EU-gemiddelde dan de externe kosten van goederenvervoer van kleine landen. Het goederenvervoer op de corridors gaat vooral over het grondgebied van die grotere landen, vooral bij goederenvervoer per binnenvaart.

**Tabel 4.2 Verandering marginale externe kosten + marginale infrastructuurkosten voor de overheid per verschoven tonkm voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (in €-cent, 2018)**

Land	Weg-spoor elektrisch		Weg-spoor diesel		Weg-binnenvaart	
	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm
Nederland	-3,64	-95%	-2,57	-67%	-1,89	-49%
Lage waarde	-2,30	-96%	-1,58	-65%	-1,19	-49%
Hoge waarde	-5,41	-95%	-3,72	-65%	-2,65	-46%
EU-28	-2,42	-80%	-1,77	-59%	-1,35	-44%
Lage waarde	-1,61	-81%	-1,28	-65%	-0,96	-49%
Hoge waarde	-3,46	-80%	-2,29	-53%	-1,62	-37%

Bron: CE Delft (2022; 2019a;b;c) en eigen bewerkingen

Tabel 4.2 is afgeleid van tabel 4.1, en laat zien dat voor zowel Nederland als de EU-28 gemiddeld, de daling van de externe kosten plus de infrastructuurkosten voor de overheid in 2018 het grootst is voor een shift van weg naar spoor-elektrisch, gevolgd door een shift van weg naar spoor-diesel, en tenslotte een shift van weg naar binnenvaart. Kijken we naar alleen de externe kosten (Tabellen D2.1 en D2.2), dan blijft de volgorde onveranderd.

Enkele opvallende resultaten:

- Voor de EU-28 gemiddeld zijn de marginale infrastructuurkosten voor de overheid negatief voor spoor-diesel en de binnenvaart. Dat komt doordat daar volgens CE Delft (2022b; c) de marginale infrastructuurheffingen hoger zijn dan de marginale infrastructuurkosten voor spoor en binnenvaart. Zie de Tabellen D1.1 en D1.2.
- Voor het externe effect luchtvervuilende emissies (Tabellen D4.1 en D4.2) is sprake van een stijging van de kosten van een shift van weg naar binnenvaart voor Nederland (+27%) en voor de EU-28 (+70%) per vervoersprestatie. Dat komt doordat het wegvervoer (op de goederencorridors) gemiddeld per vervoersprestatie schoner is dan de binnenvaart. De daling van externe kosten van een shift van weg naar spoor-diesel is klein, met 7% (Nederland) en 11% (EU-28) reductie van de externe kosten.
- Een shift van weg naar spoor leidt voor de EU-28 gemiddeld nauwelijks tot een kostendaling op het externe effect geluid. Zie de Tabellen D6.1 en D6.2.

#### 4.4.1 Verschillende bronnen

We gebruiken verschillende bronnen voor kengetallen van externe kosten en infrastructuurkosten per vervoersprestatie. Voor Nederland is voor de zes externe effecten een recentere bron beschikbaar (CE Delft 2022a) dan voor de EU-28 (CE Delft, 2019a). CE Delft (2022a) bevat ook kengetallen voor infrastructuurkosten voor Nederland maar niet voor infrastructuurheffingen terwijl we beide nodig

hebben om de infrastructuurkosten voor de overheid te bepalen. Voor de kengetallen voor infrastructuurkosten en heffingen maken we daarom gebruik van CE Delft (2019b;c) voor zowel Nederland als het buitenland. De tabellen met kostengetallen voor 2018 voor ieder extern effect afzonderlijk zijn te vinden in Bijlage D. De opmerking 'eigen bewerkingen' bij de tabellen in Bijlage D en bij tabel 4.1 en 4.2 heeft betrekking op het omrekenen van de 2016-waarden van CE Delft (2019;c) naar 2018-waarden met een inflatie-index. Voor het externe effect geluid zijn de kengetallen voor 'weg' een gewogen gemiddelde op basis van verschillende typen wegvoertuigen.

Tabel 4.2 toont de kostenverschillen tussen weg en spoor (elektrisch en diesel) en tussen weg en binnenvaart. Die kostenverschillen kunnen worden geïnterpreteerd als de opbrengst van één tonkm minder met het wegvervoer en één tonkm meer met het spoor of binnenvaart op de goederenvervoercorridors. Een deel van die opbrengst kan teniet worden gedaan doordat modal shift vaak gepaard gaat met inefficiënties zoals een langere vervoersafstand per spoor en binnenvaart dan over de weg tussen dezelfde herkomst en bestemming.

#### 4.4.2 Onzekerheid

Het bepalen van de externe kosten en de infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie wordt gekenmerkt door onzekerheid, die wordt veroorzaakt door onzekerheid in de gehanteerde waarderingsmethodieken, de gebruikte data en de gemaakte aannames (CE Delft en VU, 2014, p.36/37). Om deze reden zijn bandbreedtes gegeven in de tabellen 4.1 en 4.2. Die bandbreedtes hebben we afgeleid uit CE Delft en VU (2014) en CE Delft (2017). CE Delft (2019a; 2022a) halen deze eerdere studies regelmatig aan en CE Delft (2022a) verwijst op p.80 specifiek naar de onder- en bovenwaarden in CE Delft (2017).<sup>28</sup> Bijlage E bevat de getallen en bronnen voor de bandbreedtes. Voor detailinformatie over de robuustheid van de kengetallen voor externe kosten en de infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie verwijzen we naar de laatste paragraaf ('Robuustheid resultaten') van ieder hoofdstuk in CE Delft (2019a) en CE Delft (2022a).

Het effect van onzekerheid op de relatieve daling van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie door modal shift is beperkt. Dat komt doordat de onzekerheidsmarges weinig verschillen tussen de vervoerwijzen. Voor de externe effecten luchtvervuilende emissies en broeikasgasemissies zijn ze zelfs gelijk voor alle vervoerwijzen. Het effect van onzekerheid op de absolute daling van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie door modal shift is aanzienlijk. Dat komt door de soms grote onzekerheidsmarges.

---

<sup>28</sup> Een ander argument om een bandbreedte te berekenen op basis van eerdere studies van dezelfde organisatie is dat de gehanteerde waarderingsmethodieken, gebruikte data, en de gemaakte aannames mogelijk nauwkeuriger worden naarmate er meer onderzoek wordt gedaan. Met een bandbreedte op basis van studies uit het verleden zit je dan aan de 'veilige kant'.

## 4.5 Resultaten externe kosten en infrastructuurkosten 2050

Voor kengetallen voor externe kosten van goederenvervoer in 2050 baseren we ons op CE Delft (2022b). Hoe de externe kosten per vervoersprestatie zich ontwikkelen richting 2050 is onzeker. Dit behoeft enige toelichting.

### 4.5.1 Onzekerheid ontwikkeling externe kosten en infrastructuurkosten goederenvervoercorridors 2050

We drukken de externe- en infrastructuurkosten voor de overheid uit in €/tonkm. Die kosten per vervoersprestatie zijn het resultaat van de vermenigvuldiging van het aantal eenheden extern effect per vervoersprestatie (eenheden/tonkm) en de waardering per eenheid (€/eenheid). In formulevorm:

$$\text{€/tonkm} = \text{eenheden/tonkm} \times \text{€/eenheid}$$

De snelheid van verduurzaming (afname van aantal eenheden/tonkm) van de verschillende goederenvervoermethoden en de verandering van de waardering (€/eenheid) van de externe effecten naar de toekomst toe zijn beide onzeker. CE Delft (2022b) gaat hiermee om door de meest recente update van de beleidsarme Welvaart en Leefomgeving (WLO) scenario's Hoog en Laag als uitgangspunt te nemen (PBL en CPB, 2020). Omdat de WLO-scenario's beleidsarm zijn samengesteld, zijn de kengetallen voor externe- en infrastructuurkosten van toepassing op een beleidsarme toekomst. In Kader 2 leggen we uit hoe de beleidsarme WLO van invloed is op de kengetallen voor externe kosten van broeikasgasemissies.

### 4.5.2 Resultaten

Tabel 4.3 presenteert de sommatie van de externe kosten (van de verschillende typen externe effecten) en de infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie in 2050 voor Nederland. Voor de EU-28 zijn geen kengetallen voor externe kosten van goederenvervoer voor 2050 beschikbaar. CE Delft (2022b) geeft getallen voor gemiddelde kosten (die we gebruiken voor de externe effecten broeikasgasemissies (tank-to-wheel), luchtvervuilende emissies (tank-to-wheel), well-to-tank emissies van broeikasgassen en luchtvervuiling, verkeersongevallen voor spoor en binnenvaart, en congestie), maar niet voor marginale kosten (die we nodig hebben voor de externe effecten geluid en verkeersongevallen voor het goederenwegvervoer). We lossen dit op basis van de verandering van de gemiddelde kosten tussen 2018 (in CE Delft, 2022a) en 2050 (in CE Delft 2022b) factoren te berekenen. We passen die factoren vervolgens toe op de marginale kosten voor geluid en verkeersongevallen voor het goederenwegvervoer in CE Delft (2022a). Hiermee veronderstellen we dus dat voor deze externe effecten de relatieve verandering in marginale kosten gelijk is aan de relatieve verandering van de gemiddelde kosten. Voor de infrastructuurkosten voor de overheid doen we deze veronderstelling niet. Omdat in CE Delft (2022b) wordt verondersteld (in lijn met de WLO) dat er na 2030 geen nieuwe infrastructuur wordt aangelegd terwijl de vervoersvolumes wel toenemen, nemen de gemiddelde infrastructuurkosten voor de

meeste vervoerwijzen af (CE Delft, 2022b, p.60).<sup>29</sup> Het is niet realistisch om te veronderstellen dat de gebruiksfhankelijke infrastructuurkosten per vervoersprestatie (het variabele deel van de gemiddelde infrastructuurkosten) eenzelfde ontwikkeling doormaken. We nemen daarom aan dat de gebruiksfhankelijke infrastructuurkosten per vervoersprestatie gelijk zullen blijven tussen 2018 en 2050.<sup>30</sup> De kengetallen voor 2050 zijn uitgedrukt in 2018-waarden.

## **Kader 2 Scenario's Welvaart en Leefomgeving (WLO) en kengetallen voor externe kosten broeikasgasemissies**

Dat de WLO beleidsarm is, is van invloed op zowel het aantal eenheden extern effect per vervoersprestatie als de waardering. Neem bijvoorbeeld het externe effect broeikasgasemissies. Bij weinig klimaatbeleid gaat de verduurzaming van het goederenvervoer langzaam en zal in 2050 het aantal ton CO<sub>2</sub> per tonkm met de vrachtwagen, trein of binnenvaartschip hoger zijn dan bij veel klimaatbeleid. Ook de CO<sub>2</sub>-prijzen (waardering) verschillen tussen een toekomst met weinig en met veel klimaatbeleid. De CO<sub>2</sub>-prijzen zijn namelijk vastgesteld met de preventiekostenmethodiek. Preventiekosten geven de kosten weer van maatregelen die genomen moeten worden om een bepaalde beleidsdoelstelling voor een specifiek extern effect (bijvoorbeeld CO<sub>2</sub>-reductiedoelen) te halen (CE Delft, 2022b). Bij een ambitieus CO<sub>2</sub>-reductiedoel zijn de preventiekosten dus hoog en bij een niet-ambitieuze CO<sub>2</sub>-reductiedoel zijn de preventiekosten laag. De CO<sub>2</sub>-prijs per ton is bij veel klimaatbeleid daarom hoger dan bij weinig klimaatbeleid. Het Nederlandse klimaatakkoord, de Europese klimaatwet en 'Fit for 55', en het regeerakkoord Rutte IV zijn beleidsvoorstellen die niet (volledig) zijn meegenomen in de WLO-scenario's.

Voor de overige externe effecten wordt de schadekostenmethodiek gebruikt. Deze methode bepaalt de waardering voor een extern effect op basis van de schadekosten die optreden als gevolg van dat effect. Voor meer achtergrondinformatie over de totstandkoming van de kengetallen voor externe kosten (en infrastructuurkosten) voor de toekomst verwijzen we naar CE Delft (2022b).

<sup>29</sup> Geen nieuwe aanleg van infrastructuur na 2030 betekent (steeds) lagere jaarlijkse afschrijvings- en financieringskosten na 2030.

<sup>30</sup> Met andere woorden: we nemen aan voor iedere vervoerswijze dat de totale gebruiksfhankelijke kosten evenredig meestijgen met de vervoersprestatie.



**Tabel 4.3** Marginale externe kosten + marginale infrastructuurkosten<sup>31</sup> voor de overheid per vervoersprestatie voor goederenvervoer op de vier goederencorridors in 2050 (€-cent per tonkm)

Land	Weg	Spoor elektrisch	Spoor diesel	Binnenvaart
Nederland 2050 Hoog	6,75	0,12	3,22	2,68
Lage waarde	4,49	0,09	1,68	1,44
Hoge waarde	9,57	0,16	5,34	4,36
Nederland 2050 Laag	2,89	0,11	1,20	1,05
Lage waarde	1,94	0,08	0,70	0,64
Hoge waarde	4,07	0,14	1,93	1,63

Bron: CE Delft (2022a; 2022b) en eigen bewerkingen

De tabellen met de in deze studie gebruikte kostengetallen voor 2050 voor ieder extern effect afzonderlijk nemen we niet op in een bijlage (zoals wel gedaan voor 2018 in Bijlage D), maar zijn beschikbaar op aanvraag.

De belangrijkste observatie uit tabel 4.4 is dat, uitgaande van de WLO uitgangspunten, de reductie van externe kosten en infrastructuurkosten in 2050 het grootst is voor een shift van weg naar spoor-elektrisch, gevolgd door een shift naar binnenvaart, en vlak daarachter een shift naar spoor-diesel. Ten opzichte van het resultaat voor 2018 hebben de shifts naar spoor-diesel en binnenvaart stuivertje gewisseld.

**Tabel 4.4** Verandering marginale externe kosten + marginale infrastructuurkosten voor de overheid per verschoven tonkm voor goederenvervoer op de vier goederencorridors in 2050 (in €-cent)

Land	Weg-spoor elektrisch		Weg-spoor diesel		Weg-binnenvaart	
	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm
Nederland	-6,63	-98%	-3,53	-52%	-4,07	-60%
Lage waarde	-4,40	-98%	-2,81	-63%	-3,05	-68%
Hoge waarde	-9,41	-98%	-4,23	-44%	-5,22	-54%
EU-28	-2,78	-96%	-1,69	-58%	-1,84	-64%
Lage waarde	-1,86	-96%	-1,24	-64%	-1,30	-67%
Hoge waarde	-3,93	-97%	-2,14	-52%	-2,44	-60%

Bron: CE Delft (2022a; 2022b) en eigen bewerkingen

<sup>31</sup> CE Delft (2022b, p.56) voor spoorvervoer: "Naast deze uitgaven aan beheer en onderhoud wordt ook de gebruiksvergoeding aan Prorail meegerekend, aangezien die een vergoeding vormen voor het uitgevoerde beheer en onderhoud".

## 5 Verandering externe- en infrastructuur kosten bij realisatie MSP's

In dit hoofdstuk maken we de vertaalslag van de in hoofdstuk 3 besproken modal shift potenties op de vier corridors naar de verandering van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid op die corridors.

### 5.1 Aanpak vertaling MSP's naar verandering externe kosten en infrastructuurkosten overheid

We hebben een model ontwikkeld die eerst per vervoerwijze uitrekent wat het verschil in vervoersprestatie is tussen de referentie modal split en de alternatieve modal split. In hoofdstuk 3 staat uitgelegd hoe deze modal splits tot stand komen. In die alternatieve modal split is de vervoersprestatie voor de weg lager dan in de referentie modal split. Voor spoor en binnenvaart is de vervoersprestatie in de alternatieve modal split juist hoger dan in de referentie modal split. Voor iedere vervoerwijze vermenigvuldigen we vervolgens de verschillen in vervoersprestatie met de vervoerwijze-specifieke kengetallen voor externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid. Tot slot sommeren we de verandering van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid over de vervoerwijzen heen om de totale verandering van deze kosten te vinden. De modellering kunnen we ook beschrijven met formules:

$$\Delta tonkm_{weg} = tonkm_{ref_{weg}} - tonkm_{alt_{weg}} \quad (1)$$

$$\Delta tonkm_{spoor} = tonkm_{ref_{spoor}} - tonkm_{alt_{spoor}} \quad (2)$$

$$\Delta tonkm_{binnenvaart} = tonkm_{ref_{binnenvaart}} - tonkm_{alt_{binnenvaart}} \quad (3)$$

$$\Delta \epsilon_{weg} = \Delta tonkm_{weg} * (\sum_i \epsilon_{tonkm_{weg}_i}) \quad (4)$$

$$\Delta \epsilon_{spoor} = \Delta tonkm_{spoor} * (\sum_i \epsilon_{tonkm_{spoor}_i}) \quad (5)$$

$$\Delta \epsilon_{binnenvaart} = \Delta tonkm_{binnenvaart} * (\sum_i \epsilon_{tonkm_{binnenvaart}_i}) \quad (6)$$

$$\Delta \epsilon = \Delta \epsilon_{weg} + \Delta \epsilon_{spoor} + \Delta \epsilon_{binnenvaart} \quad (7)$$

**Tabel 5.1 Verklaring van symbolen in vergelijkingen (1)-(7)**

<b>Symbol</b>	<b>Beschrijving</b>
Δtonkm	Verandering vervoersprestatie
ref	Referentiesituatie
alt	Alternatieve situatie
Δ€	Verandering externe kosten
i	Type externe effect

Voor het jaar 2018 splitsen we die verandering van die kosten uit naar een deel voor Nederland en een deel voor het buitenland. We kunnen deze opsplitsing maken omdat we weten welk deel van de goederenvervoersprestatie op de corridors is geleverd op Nederlands grondgebied en welk deel daarbuiten. Een tweede uitsplitsing die we maken is die naar de verschillende (externe) effecten. Daarmee wordt duidelijk bij welk effect de grootste reductie van externe kosten is te behalen met de MSP's.

## 5.2 Verandering externe- en infrastructuurkosten bij MSP 2018

Voor de analyse van de verandering van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid zijn de kengetallen voor externe kosten gebruikt zoals ze gepresenteerd zijn in de tabellen in bijlage D. Voor de verdeling van de MSP van weg naar spoor over elektrisch spoor en diesel spoor baseren we ons op CE Delft (2020, Tabel 49) voor Nederland, en IRG Rail (2021, p.10) voor het buitenland (zie Tabel 5.2). Het aandeel spoor-elektrisch voor het buitenland is een gewogen gemiddelde van de aandelen elektrisch spoor in de landen Duitsland, België, Frankrijk, Zwitserland, Italië, Polen, Luxemburg, Tsjechië, en Slowakije. Dit zijn de landen waar de vier corridors doorheen lopen. De aandelen betreffen het deel van het spoornet wat is geëlektrificeerd. Dit is een benadering van het aandeel spoorgoederenvervoer over geëlektrificeerd spoor.<sup>32</sup>

**Tabel 5.2 Aandelen elektrisch en diesel spoor in Nederland en buitenland**

<b>Aandrijving</b>	<b>Nederland</b>	<b>Buitenland</b>
Elektrisch	73%	64%
Diesel	27%	36%

Bron: CE Delft (2020, Tabel 49) en IRG Rail (2021, p.10)

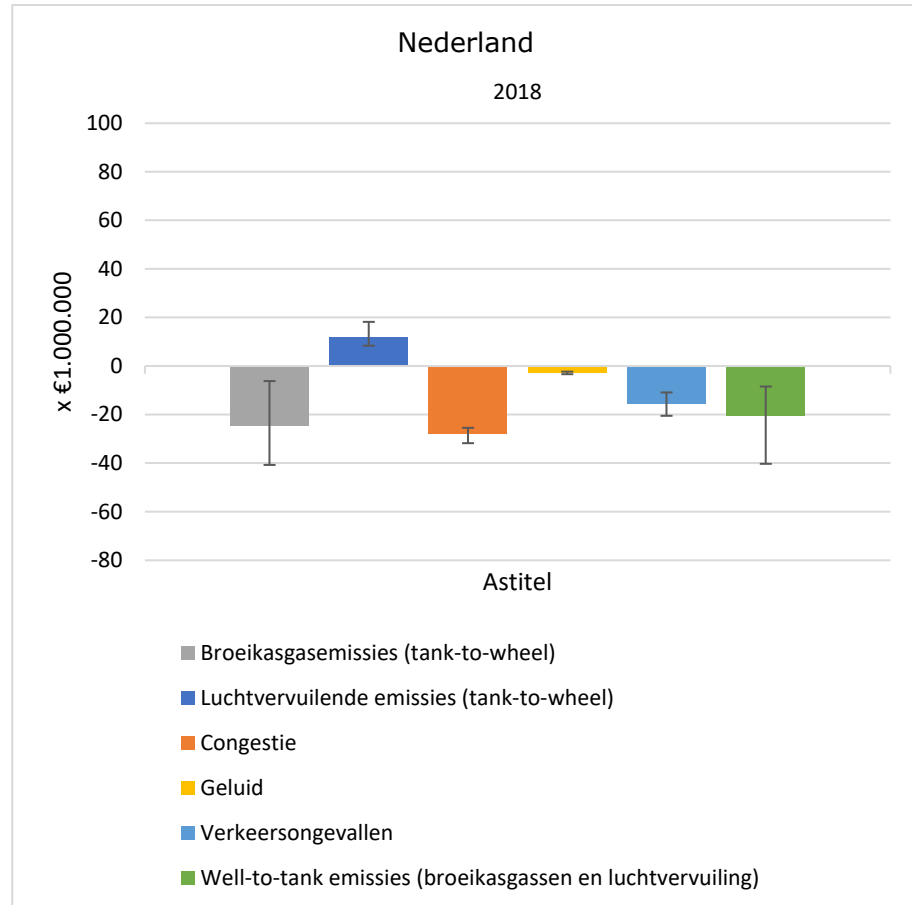
De in hoofdstuk 3 besproken MSP's op de goederenvervoercorridors voor 2018 vertalen zich naar een verandering van de externe kosten zoals gepresenteerd in de figuren 5.1 (Nederland) en 5.2 (buitenland). Voor Nederland worden de grootste kostenreducties gehaald bij de broeikasgasemissies en de congestie. Voor het externe effect luchtvervuilende emissies nemen de externe kosten licht toe. Dit komt doordat de externe kosten per vervoersprestatie door luchtvervuilende emissies voor de binnenvaart hoger zijn dan voor de weg (zie Tabel D4.1 in Bijlage D) en de MSP (totaal van container en niet-container segment) naar binnenvaart een factor vier groter is dan de MSP naar spoor.<sup>33</sup> De daling van de externe kosten

<sup>32</sup> Misschien gaan dikke goederenstromen vooral over geëlektrificeerd spoor en/of rijden er ook dieseltreinen over geëlektrificeerd spoor.

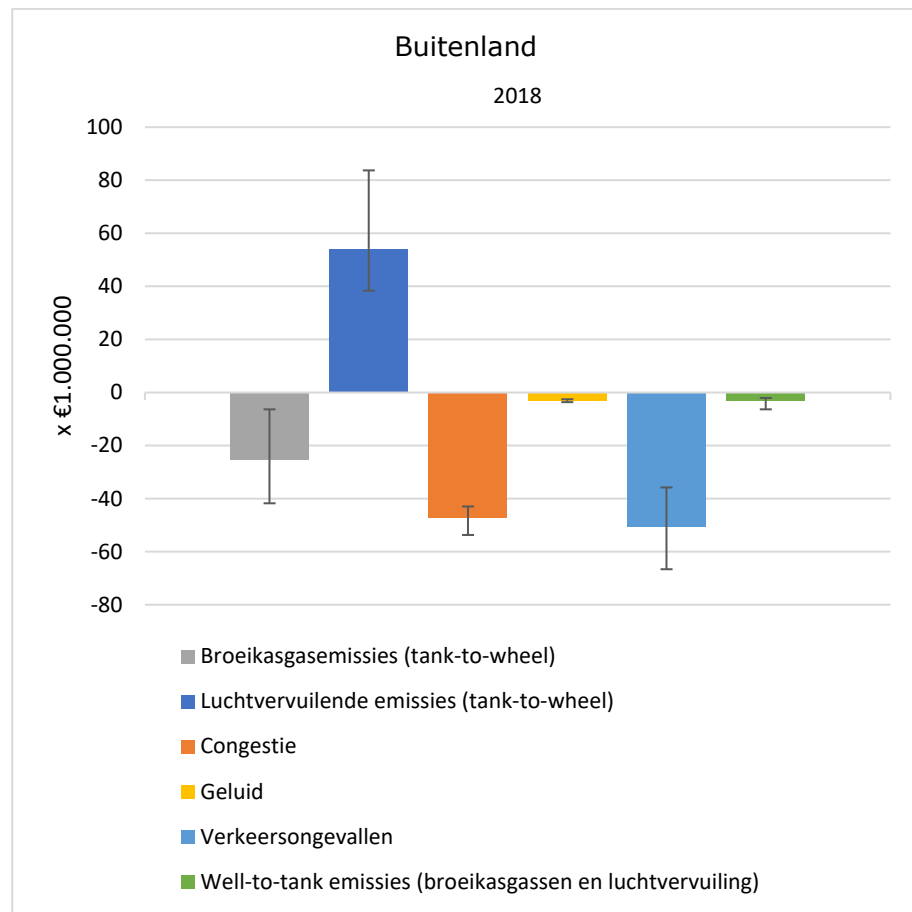
<sup>33</sup> MSP spoor:  $(0,27 * 1535) + (0,05 * 6562) = 742$  ton (x 10.000). MSP binnenvaart:  $(0,09 * 1535) + (0,42 * 6562) = 2894$  ton (x 10.000). Zie de tabellen 3.4 en 3.6.

van luchtvervuiling door de shift naar spoor wordt hierdoor meer dan teniet gedaan. De zogenaamde 'whiskers' (de lijnen met een horizontaal streepje aan de uiteinden) in de figuren 5.1 en 5.2 geven de onzekerheidsmarges als gevolg van onzekerheid in de gebruikte data, aannames, en waarderingsmethodieken voor de kengetallen weer. Vooral voor de broeikasgasemissies en well-to-tank emissies is die onzekerheid groot.

**Figuur 5.1** Verandering externe kosten bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors Nederland 2018



**Figuur 5.2 Verandering externe kosten bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors buitenland 2018**

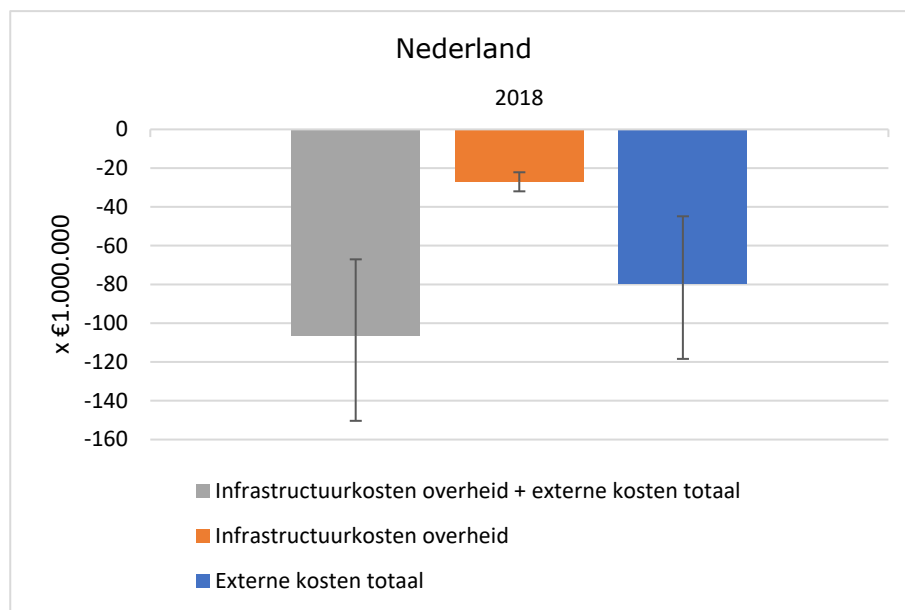


Op het buitenlandse deel van de goederenvervoercorridors worden de grootste kostenreducties gerealiseerd op de externe effecten congestie en verkeersongevallen. Vergeliken bij Nederland is de grotere kostentoeename op luchtvervuilende emissies opvallend. Dit heeft twee oorzaken. Ten eerste is de afname van de vervoersprestatie van de weg, en de toename van de vervoersprestatie van de binnenvaart op het buitenlandse deel van de goederenvervoercorridors groter dan op het Nederlandse deel. Ten tweede is het verschil in externe kosten per vervoersprestatie voor luchtvervuilende emissies tussen weg en binnenvaart voor het buitenland groter dan voor Nederland (zie Tabel D4.2).

Indien de gehele MSP gerealiseerd wordt is de bandbreedte van de daling van de totale externe kosten van het goederenvervoer per jaar op de vier corridors voor Nederland €45 miljoen tot €118 miljoen en voor het buitenland €51 miljoen tot €88 miljoen in 2018 (zie de blauwe balk in de figuren 5.3 en 5.4).

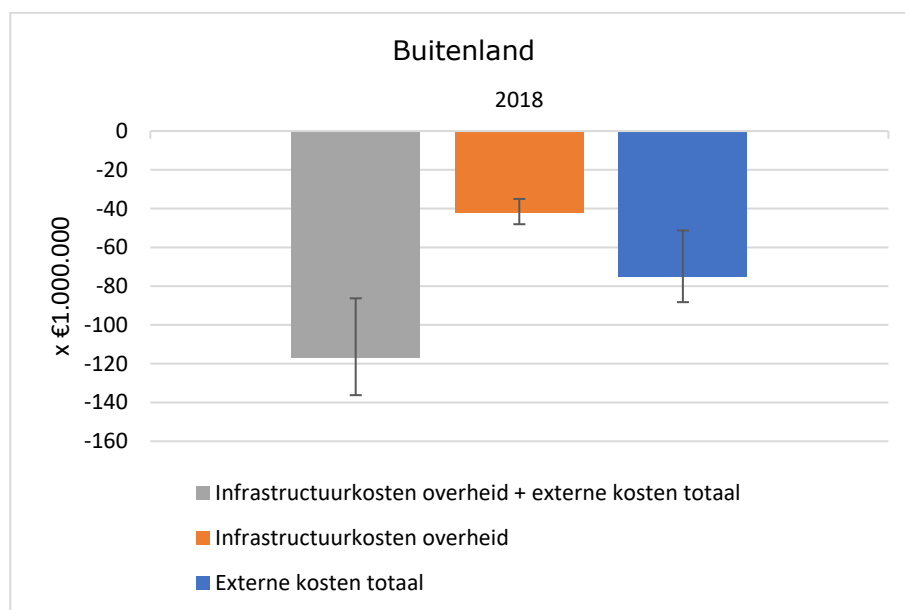
De oranje balk toont de verandering van de infrastructuurkosten voor de overheid. Op deze post is de kostenafname voor Nederland €22 miljoen tot €32 miljoen en voor het buitenland €35 miljoen tot €48 miljoen per jaar.

**Figuur 5.3** Verandering externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors Nederland 2018



Voor het totaal van de reductie van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid komen we uit op een bandbreedte van €67 miljoen tot €150 miljoen per jaar voor het Nederlandse deel van de goederenvervoercorridors. Voor het buitenlandse deel ligt het bedrag tussen de €86 miljoen en €136 miljoen per jaar. In dit totaal is het aandeel van de externe kosten groter dan het aandeel van de infrastructuurkosten voor de overheid.

**Figuur 5.4** Verandering externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors buitenland 2018



### 5.3 Verandering externe- en infrastructuurkosten bij MSP 2050

Naast een inschatting voor 2018 hebben we ook verkend wat de daling van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid op de vier goederenvervoercorridors behorende bij de MSP's voor 2050 is. Een aantal uitgangspunten zijn dan anders. Ten eerste gebruiken we de modal shift potenties voor 2050 voor WLO Hoog en Laag. Hiermee doen we recht aan onzekerheid op het gebied van economie en bevolking, en daarmee de goederenvervoerprestatie van iedere vervoerwijze in 2050.

Ten tweede, voor wat betreft de mate van verduurzaming van de goederenvervoerwijzen en van de verandering van de waardering van de externe effecten tussen 2018 en 2050 gaan we voor de kengetallen voor externe- en infrastructuurkosten per vervoersprestatie voor 2050 (zie ook paragraaf 4.5) uit van CE Delft (2022a; b), die zijn gebaseerd op de (beleidsarme) WLO scenario's.

In de analyses voor 2050 hebben we dus met meer onzekerheden te maken dan in de analyses voor 2018.<sup>34</sup>

Daarnaast gaan we uit van een afname van het aandeel dieseltreinen van 27% in 2018 naar 20% in 2050 (Dat.mobility en Districon, 2021, p.99) in beide WLO-scenario's. Tot slot voeren we de analyses voor 2050 alleen uit voor Nederland. Omdat CE Delft (2022b) geen kengetallen voor externe kosten voor andere landen of de EU bevat kunnen we geen analyse voor het buitenlandse deel van de goederenvervoercorridors uitvoeren.

De analyse voor 2050 die is gebaseerd op de hierboven genoemde WLO-uitgangspunten beschouwen we als de basissituatie voor 2050. In die situatie zijn geen forse beleidswijzigingen of transities vanaf 2018 verwerkt. In de basissituatie beschouwen we de vrachtwagenheffing niet als een infrastructuurheffing omdat is beoogd om de netto-opbrengst<sup>35</sup> terug te sluisen naar de sector voor investeringen in maatregelen ten behoeve van innovatie en verduurzaming. De netto-opbrengst wordt dan niet door de overheid gebruikt om weginfrastructuur mee te onderhouden, vernieuwen, of aan te leggen.

#### 5.3.1 Basissituatie 2050

Figuur 5.5 toont dat bij realisatie van de MSP's in WLO-Hoog als in WLO-Laal de grootste reductie van externe kosten ligt bij het externe effect congestie. Een tweede observatie is dat de verschillen in afname van de externe kosten tussen WLO-Hoog en WLO-Laal groot zijn. Dit geldt zeker voor de congestiekosten maar ook voor de kosten van broeikasgasemissies en well-to-tank emissies.

Voor het grote verschil in afname van de congestiekosten zijn meerdere oorzaken te noemen. Ten eerste wordt in het hoge scenario absoluut gezien een groter vervoerd gewicht verschoven van de weg naar spoor en binnenvaart. Ten tweede is

<sup>34</sup> 2018: onzekerheid in de gehanteerde waarderingmethodieken, de gebruikte data en de gemaakte aannames. 2050: onzekerheid in de gehanteerde waarderingmethodieken, de gebruikte data en de gemaakte aannames, onzekerheid op gebied van economie en bevolking, en onzekerheid in de mate van verduurzaming van het goederenvervoer en de waardering van externe effecten.

<sup>35</sup> De netto opbrengst van de vrachtwagenheffing is de opbrengst na aftrek van de systeemkosten en de gedeelde inkomsten door het verlagen van de motorrijtuigenbelasting, accijnsderiving op brandstof en het verdwijnen van het Eurovignet in Nederland (<https://www.vrachtwagenheffing.nl/veelgestelde-vragen>).

congestievorming sterk niet-lineair (CE Delft 2022b, p.104). Dat impliceert dat in het hoge scenario veel meer congestie op de weg wordt vermeden door modal shift dan in het lage scenario. Ten derde is de waardering van congestie afhankelijk van de economische situatie (CE Delft 2022b, p.104). Omdat in WLO-Hoog de inkomens hoger zijn dan in WLO-Laag worden de uren die door congestie niet productief zijn hoger gewaardeerd in WLO-Hoog (CE Delft 2022b, p.105). Gezamenlijk zorgen deze oorzaken in 2050 WLO-Hoog voor een factor 5 a 6 hogere externe congestiekosten dan in 2050 WLO-Laag.

Voor het verschil in de afname van de kosten door broeikasgasemissies tussen WLO-Hoog en WLO-Laag zijn ook meerdere oorzaken te noemen. Ook hier speelt de grotere omvang van de modal shift potentie in het hoge scenario ten opzichte van het lage scenario een rol. Daarnaast is de waardering (prijs) van een ton CO<sub>2</sub> in het hoge scenario hoger dan in het lage scenario (zie ook Kader 2). Tegelijkertijd stoten voertuigen in WLO Hoog (met relatief veel klimaatbeleid) waarschijnlijk minder broeikasgassen uit per vervoersprestatie dan in WLO Laag (doordat ze efficiënter worden, door elektrificatie, en door toenemend gebruik van hernieuwbare brandstoffen (CE Delft 2022, p. 72)). De eerste twee punten wegen zwaarder mee in het totaal effect van modal shift op de reductie van de kosten van broeikasgasemissies dan het laatst genoemde punt.

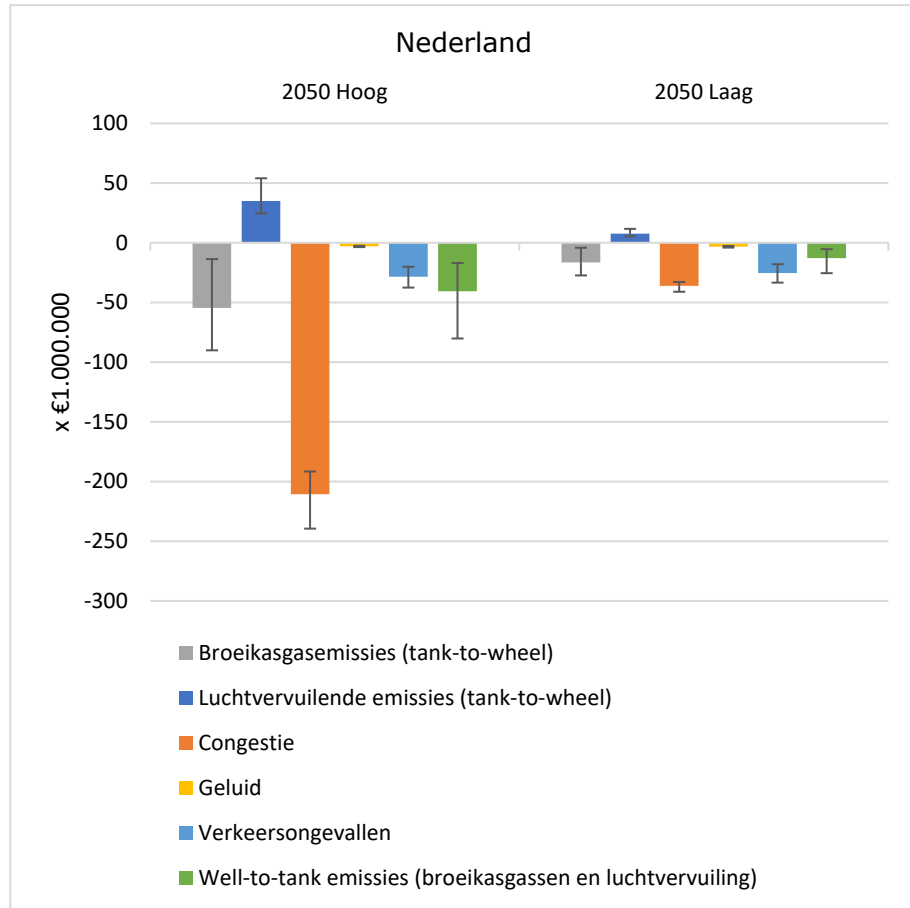
Een groot verschil tussen WLO-Hoog en WLO-Laag zien we ook bij de afname van de totale externe kosten in figuur 5.6. In WLO-Hoog heeft de afname van de externe congestiekosten hier een zeer groot aandeel in.

In WLO-Hoog is de afname van de infrastructuurkosten voor de overheid door de MSP's bescheiden vergeleken met de afname van de externe kosten. De kostenafname is in WLO-Hoog iets groter dan in WLO-Laag doordat in het hoge scenario een groter gewicht wordt verschoven.

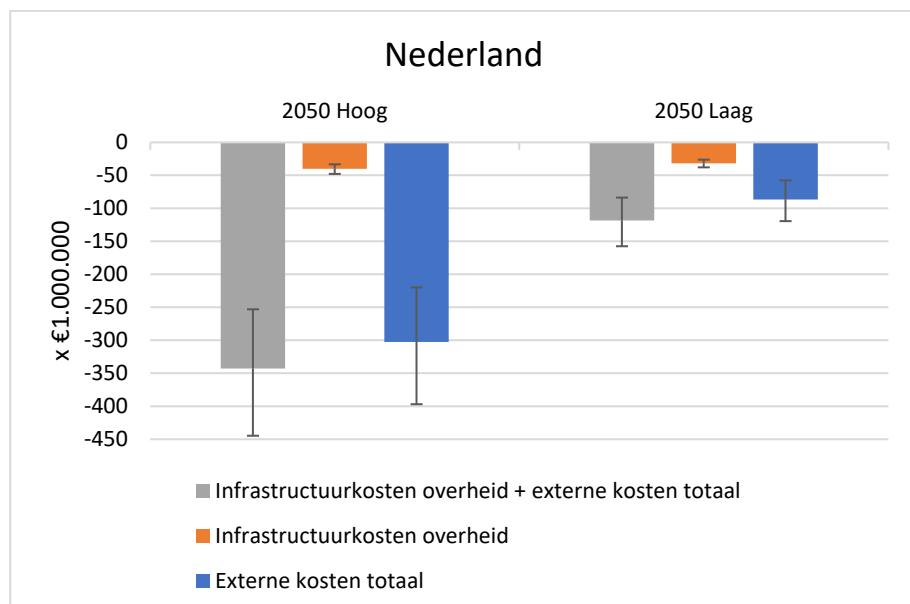
De totale bij de MSP behorende daling van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid per jaar heeft in WLO-Hoog een bandbreedte van €253 miljoen tot €444 miljoen. In WLO-Laag is dat €84 miljoen tot €157 miljoen. Deze uitkomsten laten zien dat de verschillen in uitgangspunten tussen WLO-Hoog en WLO-Laag van grote invloed zijn op de omvang van de reductie van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid van goederenvervoer op de goederenvervoercorridors in Nederland die kan worden behaald door realisatie van de eerder berekende MSP's.



**Figuur 5.5** Verandering externe kosten bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors Nederland 2050 (tegen 2018 prijzen)



**Figuur 5.6** Verandering externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors Nederland 2050 (tegen 2018 prijzen)

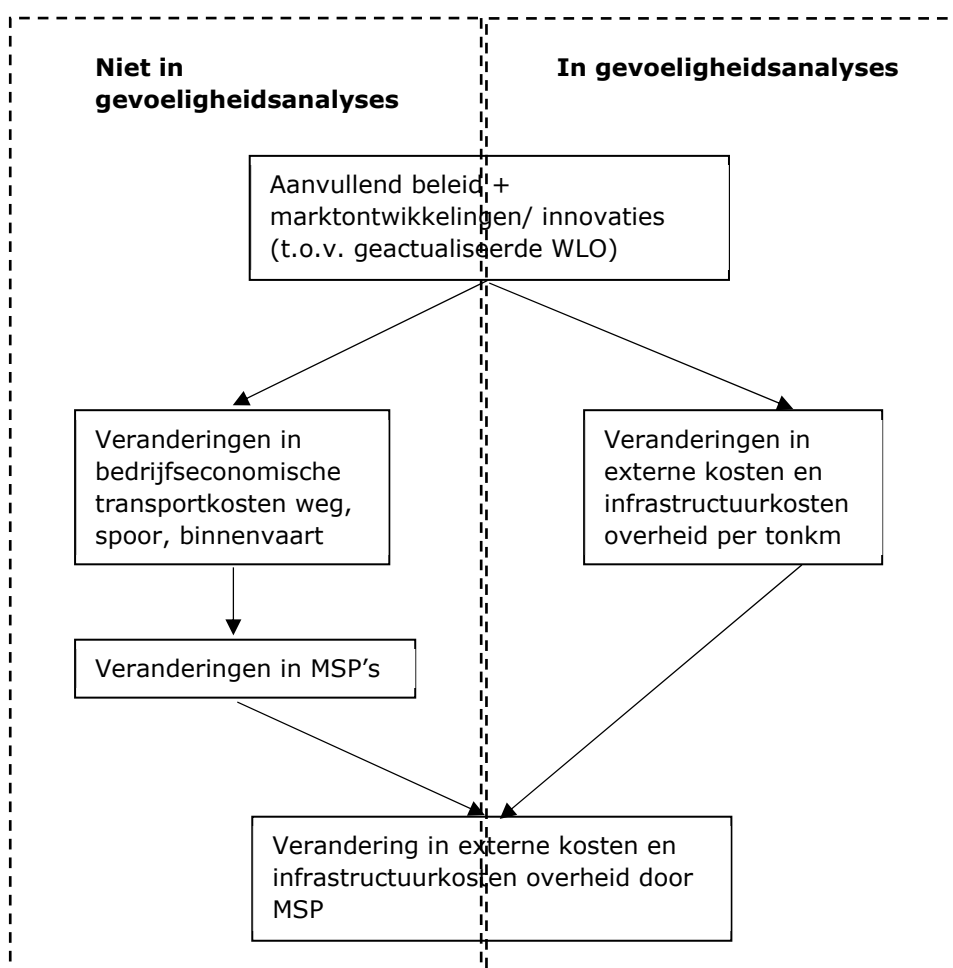


### 5.3.2 Gevoeligheidsanalyses

Naast de basissituatie hebben we alternatieve 'what-if situaties' doorgerekend in een aantal gevoeligheidsanalyses. De gevoeligheidsanalyses hebben tot doel om inzichtelijk te maken hoe gevoelig de uitkomsten in de basissituatie 2050 zijn voor afwijkingen ten opzichte van de WLO-uitgangspunten in die basissituatie.

Aanvullend beleid op, en ontwikkelingen in de goederenvervoermarkt anders dan in de WLO scenario's Hoog en Laag kunnen effect hebben op (1) de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie en (2) op de bedrijfseconomische transportkosten van de verschillende vervoerwijzen. Door (1) kunnen verschillen in de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie tussen vervoerwijzen groter of kleiner worden. Door (2) kunnen de MSP's groter of kleiner worden. Dit tweede effect kunnen we niet meenemen in de gevoeligheidsanalyses.

**Figuur 5.7 Routes voor effect aanvullend beleid en marktontwikkelingen op effect van modal shift op externe kosten en infrastructuurkosten overheid**



Dit is een belangrijke kanttekening bij de resultaten. De gevoeligheidsanalyses tonen dus alleen de gevoeligheid van de resultaten in de basissituatie voor veranderingen in de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie (door veranderingen in de waardering of in het aantal eenheden

extern effect per vervoersprestatie). Figuur 5.7 illustreert de twee verschillende routes waarlangs aanvullend beleid en marktontwikkelingen effect hebben op de verandering van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid door modal shift.

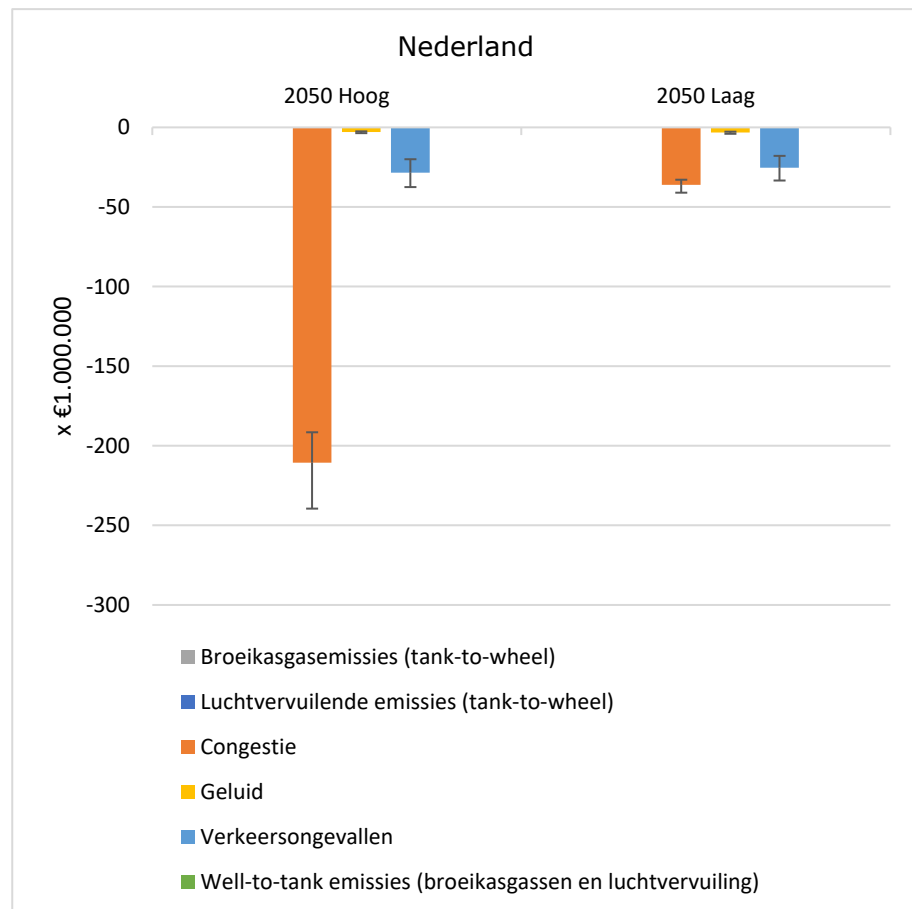
### 5.3.3 Gevoeligheidsanalyse 1: goederenvervoer is zero-emissie in 2050

Onder zero-emissie verstaan we een situatie waarin het goederenvervoer geen tank-to-wheel broeikasgasemissies, luchtvervuilende tank-to-wheel emissies (incl. emissies door slijtage van banden en remmen) en well-to-tank emissies meer genereert.<sup>36</sup> Als gevolg van een ambitieus klimaat- en milieubeleid zou deze situatie zich kunnen voordoen in de verdere toekomst. De kosten van de genoemde externe effecten van goederenvervoer op de vier goederenvervoercorridors zijn dan gelijk aan nul. Het verschuiven van lading verandert daar niets aan. De grijze, donkerblauwe en groene balken zijn daardoor niet zichtbaar in figuur 5.8. De omvang van de (op de MSP's gebaseerde) verandering van de kosten op de externe effecten congestie, geluid, en verkeersongevallen wordt niet beïnvloed door een situatie van zero-emissie, en blijft zoals in de basissituatie.

---

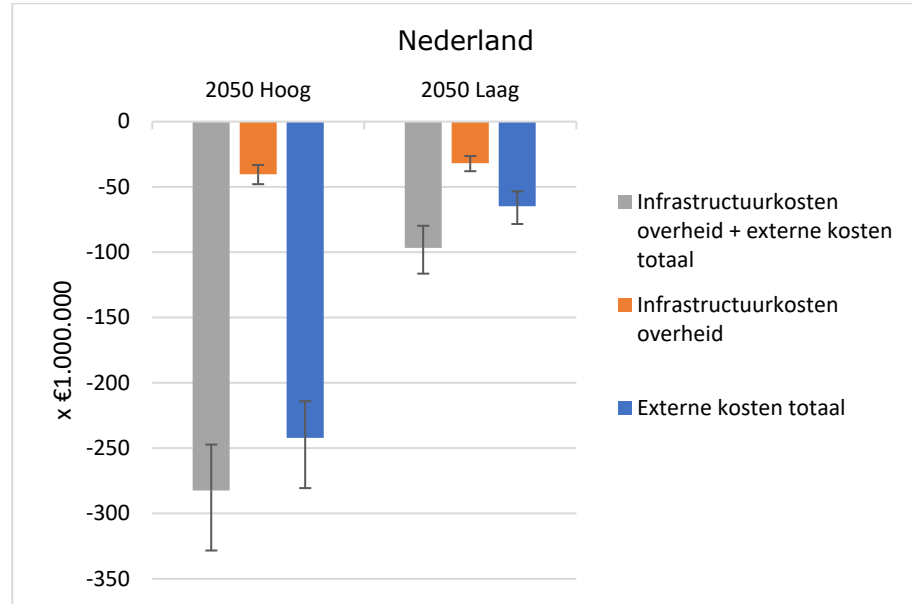
<sup>36</sup> De luchtvervuilende slijtage-emissies worden vooral veroorzaakt door het wegvervoer, en zijn afkomstig van banden en remmen. Deze emissies worden niet beïnvloed door een overgang naar niet-fossiele brandstoffen in het goederenvervoer. In deze 'zero-emissie' analyse doen we alsof ze er niet zijn in 2050. Omdat het doel van deze analyse is het aantonen van de gevoeligheid van de uitkomsten van de basissituatie (en niet het zo nauwkeurig mogelijk modelleren van een zero-emissie situatie) zien we het negeren van de slijtage-emissies in 2050 niet als een grote tekortkoming. Als we ze mee hadden kunnen nemen in de analyse dan was de daling van de totale externe kosten wat groter geweest.

**Figuur 5.8** Verandering externe kosten bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors Nederland 2050 bij zero-emissie van het goederenvervoer (tegen 2018 prijzen)



Ook de omvang van de reductie van de infrastructuurkosten voor de overheid is in deze gevoeligheidsanalyse hetzelfde als in de analyse voor de basissituatie (zie figuur 5.9). De daling van het totaal van externe kosten en infrastructuurkosten bedraagt in WLO-Hoog €247 miljoen tot €328 miljoen per jaar. De bandbreedte in WLO-Laag is €79 miljoen tot €116 miljoen.

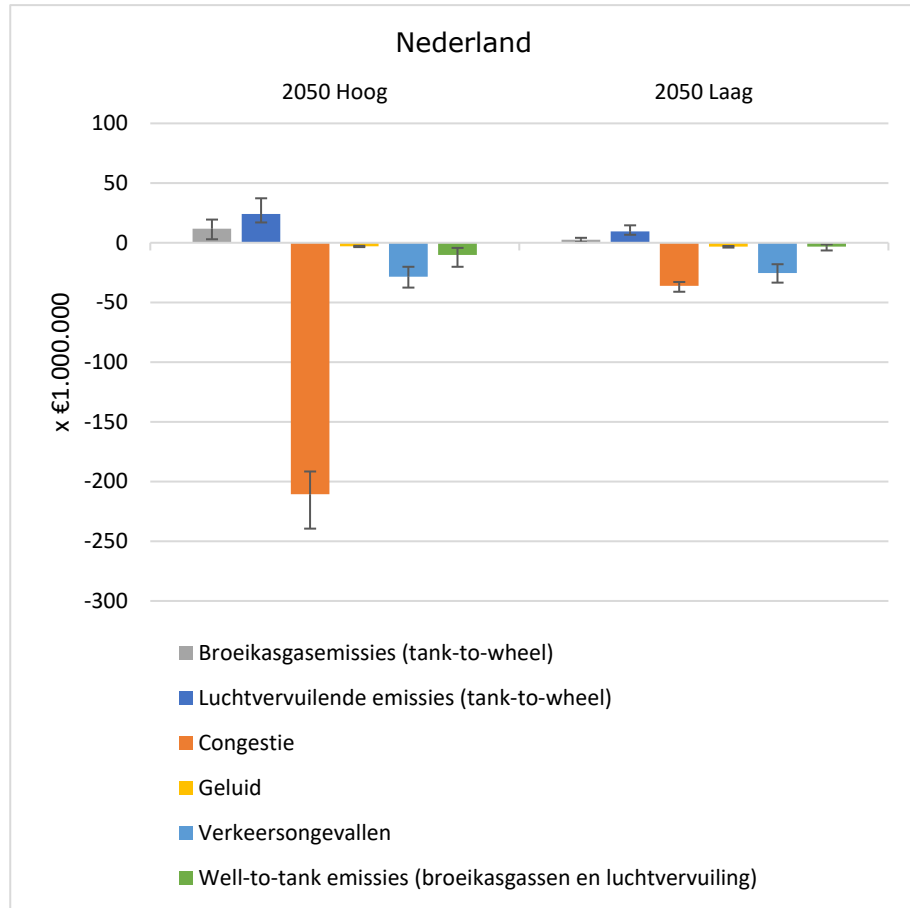
**Figuur 5.9** Verandering externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors Nederland 2050 bij zero emissie van het goederenvervoer (tegen 2018 prijzen)



*5.3.4 Gevoeligheidsanalyse 2: binnenvaart verduurzaamt langzamer dan de weg en nog 25% well-to-tank emissies*

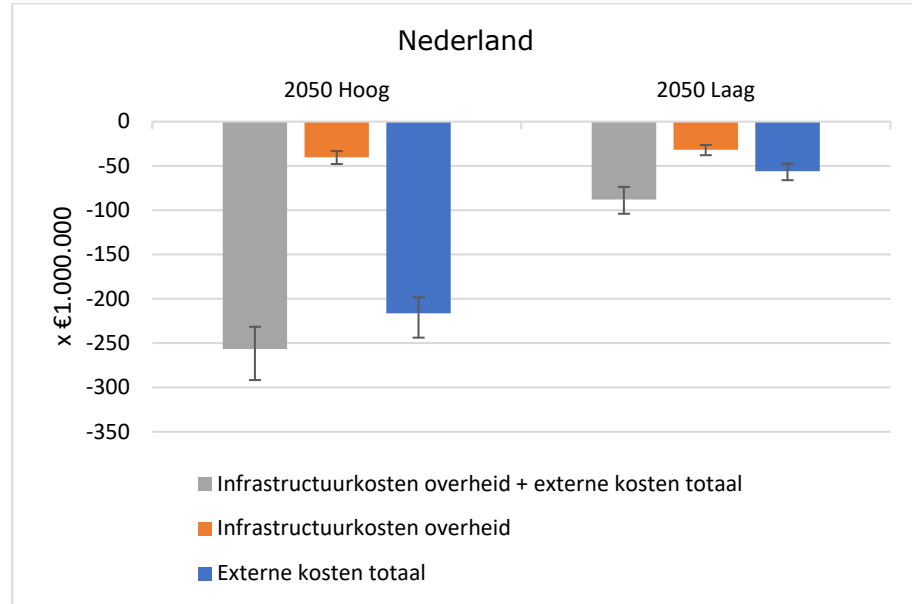
Deze gevoeligheidsanalyse haakt in op berichtgeving over de relatief trage verduurzaming van de binnenvaartsector. Zie bijvoorbeeld Financieel Dagblad (2021) en De Correspondent (2021). Het uitgangspunt in deze what-if situatie is dat de binnenvaart in 2050 per vervoersprestatie (tonkm) nog 25% van de broeikasgas- en luchtverontreinigende emissies uitstoot vergeleken met de basissituatie. De weg en het spoor stoten geen luchtvervuilende- en broeikasgasemissies (tank-to-wheel) meer uit. Voor alle vervoerwijzen zijn de emissies van brandstof- en elektriciteitsproductie nog 25% vergeleken met het basisscenario. Doordat in deze what-if situatie iedere tonkm minder per vrachtauto, en meer per binnenvaartschip resulteert in een toename van de uitstoot van broeikasgassen en luchtvervuilende emissies zien we in figuur 5.10 een toename van de kosten van deze externe effecten (de grijze en donkerblauwe balken). In WLO-Hoog is deze toename sterker dan in WLO-Laal. De afname van de externe congestie- en verkeersongevalskosten door modal shift zorgen er echter voor dat er nog steeds sprake is van een afname van de totale externe kosten, vooral in WLO-Hoog (zie figuur 5.11). Daar komt de afname van de infrastructuurkosten voor de overheid dan nog bij.

**Figuur 5.10** Verandering externe kosten bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors Nederland MSP bij relatief trage verduurzaming binnenvaart (tegen 2018 prijzen)



De daling van de externe kosten en infrastructuurkosten samen per jaar bij realisatie van de volledige MSP heeft in WLO-Hoog een bandbreedte van €231 miljoen tot €291 miljoen. In WLO-Laag is dat €74 miljoen tot €103 miljoen.

**Figuur 5.11** Verandering externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors Nederland 2050 bij relatief trage verduurzaming binnenvaart (tegen 2018 prijzen)

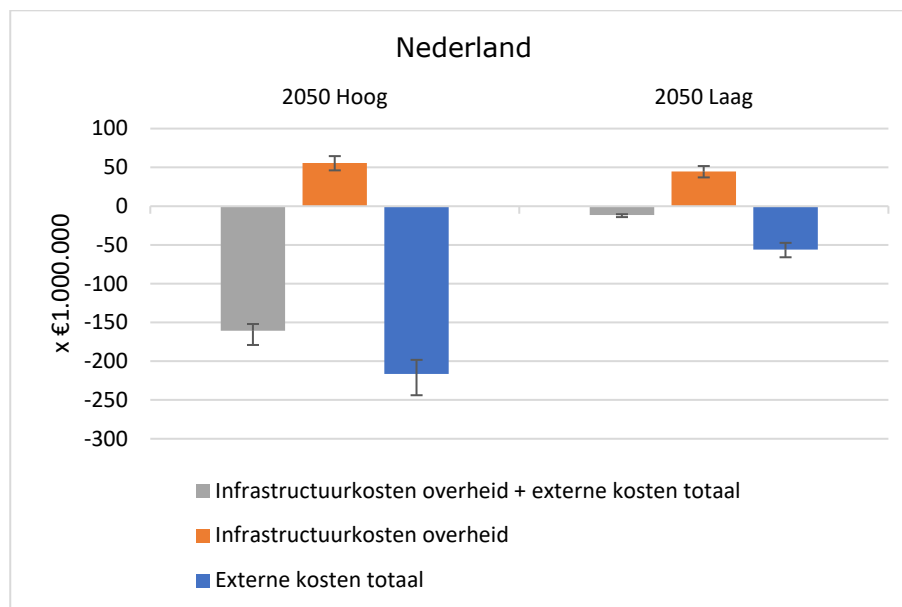


*5.3.5 Gevoeligheidsanalyse 3: binnenvaart verduurzaamt langzamer dan de weg en 25% well-to-tank emissies en infrastructuurheffing voor de weg*

In deze laatste gevoeligheidsanalyse veronderstellen we in aanvulling op de situatie zoals in gevoeligheidsanalyse 2 dat in 2050 de opbrengst van de vrachtwagenheffing niet meer in innovatie en verduurzaming van de wegvervoersector hoeft te worden gestopt, maar het label van een infrastructuurheffing heeft. We gaan uit van het 'midden tarief' van de vrachtwagenheffing van €0,15 per km uit MuConsult (2018). We hebben berekend hoe een tarief van €0,15 per km zich vertaalt naar een bedrag per tonkm voor een gemiddeld voertuig voor het goederenvervoer over de weg. Ook houden we rekening met de afschaffing van de motorrijtuigenbelasting en het Eurovignet. In Bijlage F tonen we de achterliggende berekeningen.

In deze situatie leiden de MSP's van weg naar spoor en binnenvaart tot een toename van de infrastructuurkosten voor de overheid en van de externe effecten broeikasgasemissies en luchtvervuilende emissies.

**Figuur 5.12** Verandering externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid bij realisatie MSP op goederenvervoercorridors Nederland 2050 bij relatief trage verduurzaming binnenvaart en infrastructuurheffing wegvervoer (tegen 2018 prijzen)



In het scenario WLO-Hoog zorgt de forse reductie van de externe congestiekosten er voor dat ook in deze what-if situatie nog sprake is van een aanzienlijke afname van het totaal van infrastructuurkosten voor de overheid en externe kosten van €152 miljoen tot €178 miljoen (zie figuur 5.12). In geval van WLO-Laal is de afname van de externe congestiekosten beperkt, waardoor de bandbreedte van de afname van het totaal van infrastructuurkosten voor de overheid en externe kosten nog slechts ongeveer €11 miljoen tot €14 miljoen per jaar bedraagt.

### 5.3.6 Conclusie basis- en gevoeligheidsanalyses 2050

In Figuur 5.13 staan de resultaten van alle analyses naast elkaar. Een eerste observatie is dat de daling van externe kosten bij realisatie van de MSP's sterk gevoelig is voor onzekerheid op het gebied van economie en bevolking. In de basissituatie in het scenario WLO-Hoog is de afname van de totale externe kosten namelijk ongeveer drie keer groter dan in het scenario WLO-Laal. Dat verschil wordt veroorzaakt doordat de reductie van de externe congestiekosten bij realisatie van de MSP in WLO-Hoog veel groter is dan in WLO-Laal. Een tweede observatie is dat de resultaten in de basissituatie gevoelig zijn voor beleid en innovaties vanuit de goederenvervoermarkt die niet zijn meegenomen in de WLO scenario's. Zo is in een toekomstige situatie met gelijkblijvende MSP's<sup>37</sup> waarin het goederenvervoer sterk is verduurzaamd<sup>38</sup> de afname van de som van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid per jaar door realisatie van de MSP's op de vier goederenvervoercorridors tussen de €74 miljoen en €328 miljoen, versus €84 miljoen tot €444 miljoen in de basissituatie. Als daarnaast de vrachtwagenheffing in 2050 het label van een infrastructuurheffing heeft, en sprake is van het op dit

<sup>37</sup> Oftewel: de verschillen in bedrijfseconomische transportkosten tussen de vervoerwijzen veranderen niet door dat aanvullende klimaatbeleid.

<sup>38</sup> Sterk verduurzaamd: een situatie met zero-emissie op broeikasgasemissies, luchtvervuilende emissies, en emissies door brandstof- en elektriciteitsproductie voor alle vervoerwijzen, of een situatie waarin de binnenvaart op de eerste twee typen emissies een achterstand heeft ten opzichte van weg en spoor.



moment voorziene heffingstarief, dan resulteert modal shift in een stijging van de infrastructuurkosten voor de overheid, maar nog wel in een daling van de som van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid.

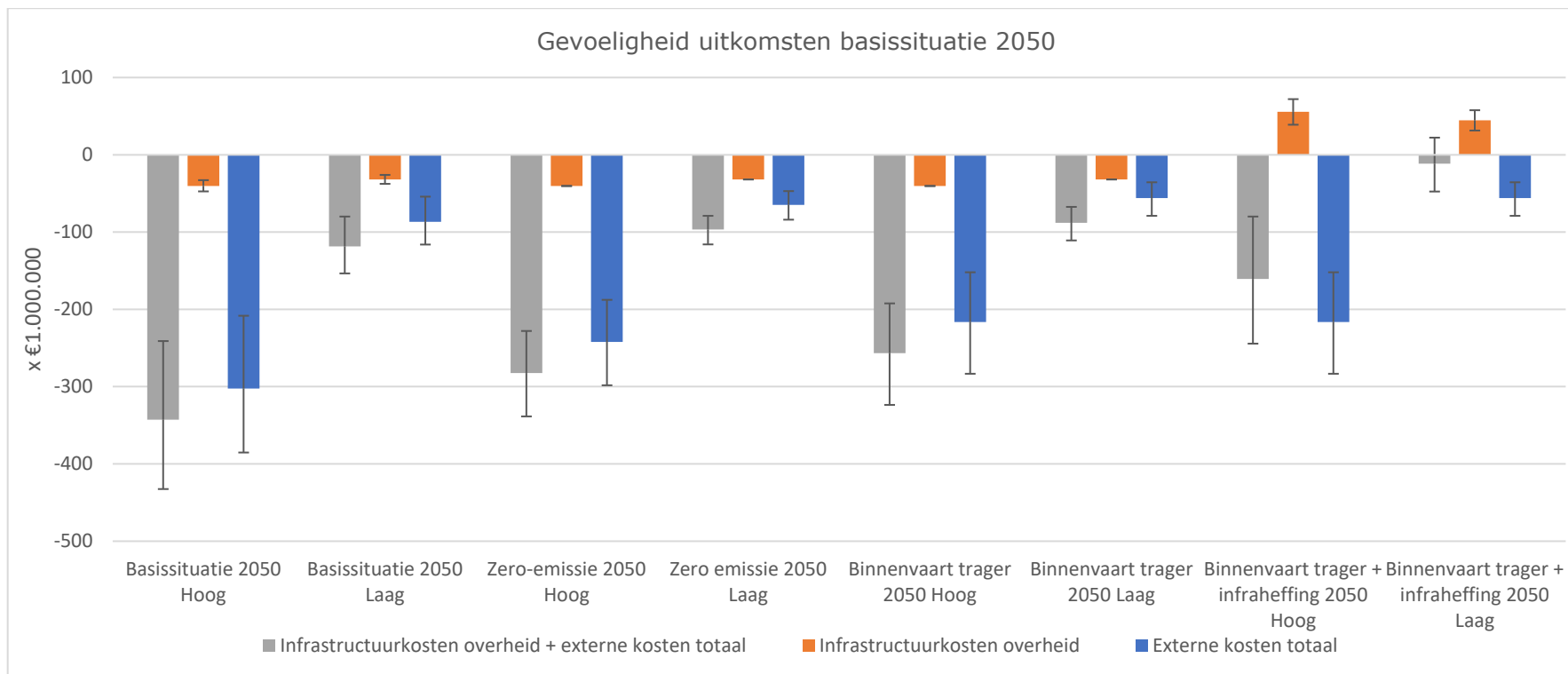
Dat komt doordat op de externe *congestiekosten* in alle gevoeligheidsanalyses een relatief grote reductie is te behalen. Aanvullend beleid dat tot doel heeft om de congestie op de weg (sterk) te reduceren kan ervoor zorgen dat modal shift op de goederenvervoercorridors niet meer resulteert in een daling van de som van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid. Als in gevoeligheidsanalyse 1 bijvoorbeeld door aanvullend beleid op het gebied van bereikbaarheid de externe congestiekosten (de oranje balken in figuur 5.8) geheel verdwijnen, dan is de daling van het totaal van externe kosten en infrastructuurkosten bij realisatie van de MSP's nog €55 miljoen tot €88 miljoen per jaar in WLO Hoog, en nog €46 miljoen tot €74 miljoen in WLO Laag. En in gevoeligheidsanalyse 3 is dan sprake van een stijging van de som van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid van €39 miljoen tot €60 miljoen per jaar in WLO Hoog en €22 miljoen tot €27 miljoen in WLO Laag.

Figuur 5.13 toont weliswaar alleen situaties voor 2050 waarin de MSP's resulteren in een daling van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid. Maar door onzekerheid over toekomstig aanvullend beleid en over ontwikkelingen in de goederenvervoermarkt (ten opzichte van de WLO scenario's 2050), en het effect daarvan op de bedrijfseconomische transportkosten en de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie (anders dan meegenomen in de gevoeligheidsanalyses), concluderen we dat het onzeker is of in 2050 modal shift resulteert in een daling van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid.

Deze conclusie geldt ook voor tussenliggende jaren die verder weg liggen (2040 bijvoorbeeld) omdat we voor die jaren geen analyses hebben gedaan.

Verandering in externe kosten en infrastructuurkosten van het goederenvervoer door modal shift

**Figuur 5.13** Uitkomsten basissituatie (de twee situaties links) en gevoeligheidsanalyses 2050



## 6 Conclusie

Modal shift in het goederenvervoer heeft in dit onderzoek betrekking op het verschuiven van ladingstromen van de weg naar spoor en binnenvaart en is al decennia onder de aandacht van beleid. Modal shift is geen doel op zich, maar dient een hoger doel, namelijk het verminderen van de negatieve externe effecten van het goederenvervoer. Voorbeelden daarvan zijn broeikasgasemissies, congestie, verkeersongevallen, en slijtage aan infrastructuur. Als dat lukt is beleidsinzet op modal shift effectief. In dit onderzoek gaan we hierop in door de volgende onderzoeksvragen te beantwoorden:

1. In welke segmenten van het goederenvervoer door, op, van, en naar Nederlands grondgebied is een modal shift mogelijk, nu en in de toekomst, en wat is de omvang van die potentiële shifts?
2. Hoe groot zijn de verschillen in externe kosten en in infrastructuurkosten voor de overheid tussen de vervoerwijzen per vervoersprestatie (tonkm) in die segmenten, nu en in de toekomst (2050)?
3. Wat is de met de in onderzoeksstap 1 berekende shifts gepaard gaande jaarlijkse reductie van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid nu en in de toekomst (2050)?

In dit hoofdstuk beantwoorden we de onderzoeksvragen, reflecteren we op de resultaten, en gaan we in op de beperkingen van het onderzoek, de inzichten voor beleid en de mogelijkheden voor vervolgonderzoek.

### 6.1 Bevindingen

Onderzoeksvraag 1:

Qua segmenten richten we ons op de vier internationale goederenvervoercorridors oost, zuidoost, zuid, en noord. De vervoerprestatie (tonkm) van het goederenwegvervoer op het Nederlandse deel van die corridors is ongeveer 15% van de totale vervoersprestatie van het goederenwegvervoer in Nederland. Gemeten in vervoerd gewicht (ton) is dat aandeel ongeveer 10%. Buiten de corridors zijn spoor- en binnenvaartverbindingen minder goed ontwikkeld waardoor de mogelijkheden voor modal shift daar over het algemeen beperkter zijn.

Voor iedere corridor bepalen we de zogenaamde Modal Shift Potentie (MSP). De MSP is het (aandeel van het) vervoerd gewicht over de weg dat per spoor of binnenvaart tegen minimaal 10% lagere bedrijfseconomische kosten vervoerd kan worden. We schatten de MSP in voor 2018 en 2050. Voor 2050 maken we onderscheid naar de scenario's Hoog en Laag van de Welvaart en Leefomgeving (WLO) toekomstverkenning. Tabel 6.1 toont de over de vier corridors gesommeerde MSP's voor de genoemde jaren met een uitsplitsing naar containervervoer en niet-containervervoer. Die liggen in de orde van grootte van 36%-54%. De omvang van de maximaal haalbare modal shifts op basis van het transportkostencriterium zijn daarmee fors te noemen.

**Tabel 6.1**      **Overzicht MSP van weg naar spoor en binnenvaart vervoerd gewicht op de goederenvervoercorridors**

Zichtjaar	Container	Niet-container
2018	36% (27% spoor en 9% binnenvaart)	47% (5% spoor en 42% binnenvaart)
2050 Laag	43% (33% spoor en 10% binnenvaart)	54% (7% spoor en 47% binnenvaart)
2050 Hoog	35% (32% spoor en 3% binnenvaart)	47% (8% spoor en 39% binnenvaart)

#### Onderzoeksvraag 2:

We beantwoorden de tweede onderzoeksvraag door bestaande kengetallen voor externe kosten en infrastructuurkosten en heffingen van weg, spoor, en binnenvaart per vervoersprestatie in Nederland en in het buitenland met elkaar te vergelijken. We onderzoeken de kosten van de volgende externe effecten: verkeersongevallen, luchtvervuilende emissies (tank-to-wheel), tank-to-wheel broeikasgasemissies, geluid, congestie, en broeikasgasemissies en luchtvervuilende emissies van de productie van brandstof- en elektriciteit voor voertuigen (well-to-tank emissies). Daarnaast nemen we de gebruiksafhankelijke infrastructuurkosten voor de overheid mee.<sup>39</sup> Dan blijkt dat een tonkm elektrisch spoorvervoer in plaats van een tonkm wegvervoer momenteel (uitgaande van kostenniveau 2018) de grootste kostenreductie oplevert. De afname van de kosten van alle genoemde effecten samen is dan in de orde van grootte van 95% per vervoersprestatie (tonkm) voor Nederland. Voor een verschuiving van de weg naar het spoor-diesel is dat 65% en naar de binnenvaart 50%. In 2050 is, op basis van de uitgangspunten van de scenario's Hoog en Laag van de WLO, de afname van de som van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid het grootst voor een shift van weg naar spoor-elektrisch (WLO Hoog 98%, WLO Laag 96%), gevolgd door een shift naar binnenvaart (WLO Hoog 60%, WLO Laag 64%), en vlak daarachter een shift naar spoor-diesel (WLO Hoog 52%, WLO Laag 58%). De verschillen tussen WLO Hoog en Laag zijn klein.

#### Onderzoeksvraag 3:

De bandbreedte van de met de modal shift potentie gepaard gaande jaarlijkse besparing op externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid voor het basisjaar 2018 (welke we representatief beschouwen voor het heden) op de goederenvervoercorridors is voor Nederland €67 miljoen tot €150 miljoen en voor het buitenland €87 miljoen tot €136 miljoen. Voor 2050 kunnen we deze inschatting wegens een gebrek aan data alleen maken voor Nederland. De totale bij de MSP behorende daling van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid samen heeft in 2050 WLO-Hoog een bandbreedte van €253 miljoen tot €444 miljoen. In 2050 WLO-Laag is dat €84 miljoen tot 157 miljoen. Deze bandbreedtes zijn van toepassing op beleidsarme toekomst. Het is echter waarschijnlijk dat de toekomst meer beleid en innovaties vanuit de markt zal bevatten dan verondersteld in WLO Hoog en Laag. De omvang van de met de MSP's gepaard gaande daling van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid in 2050 op de goederenvervoercorridors is daardoor zeer onzeker.

<sup>39</sup> Het gaat om de netto infrastructuurkosten voor de overheid, na aftrek van ontvangen infrastructuurheffingen.

## 6.2 Hoofdvraag: effectiviteit beleidsinzet op modal shift

Op de korte termijn (de komende paar jaren) kan beleidsinzet op modal shift op de goederenvervoercorridors de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid van het goederenvervoer verlagen. Daarmee kan beleidsinzet op modal shift effectief zijn. Vervolgens moet worden gekeken of de maatschappelijke baten van de modal shift maatregelen groter zijn dan de maatschappelijke kosten. Als dat niet het geval is, dan is de beleidsinzet niet efficiënt en zijn de maatregelen vanuit welvaarts-economisch oogpunt niet te rechtvaardigen.

Indien we hadden gevonden dat in 2018 de reductie van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid nihil is, dan zouden we concluderen dat beleidsinzet op modal shift niet effectief kan zijn. Maar dat is niet het geval. We kunnen voor Nederland die reductie van de externe kosten en de infrastructuurkosten voor de overheid voor het jaar 2018 in perspectief zetten door ze te vergelijken met het beschikbare budget voor modal shift maatregelen voor de periode 2021-2025 in Nederland. Dat budget bedraagt €49 miljoen (Transport en Logistiek, 2021), gemiddeld dus zo'n €10 miljoen per jaar. Ten opzichte van de op de MSP gebaseerde reductie per jaar is dit een beperkt bedrag.

Voor de lange termijn (2050) kan in het geval van de beleidsarme WLO scenario's Hoog en Laag beleidsinzet op modal shift op de goederenvervoercorridors ook effectief zijn. Dat is ook het geval indien door intensief klimaat- en milieubeleid de goederenvervoersector zero-emissie is wat betreft broeikasgassen, luchtverontreinigende emissies, en emissies van brandstof- en elektriciteitsproductie, waarbij de overige uitgangspunten en de MSP's gelijk blijven. Er kan op deze externe effecten dan weliswaar geen reductie van externe kosten worden behaald met modal shift maar de afname van de externe congestiekosten is dusdanig groot dat de totale externe kostendaling nog ruimschoots positief is.<sup>40</sup> Een beleidswijziging die de congestie op de weg (sterk) reduceert en die niet in de WLO is meegenomen kan de effectiviteit van beleidsinzet op modal shift echter onder druk zetten. Ook is het mogelijk dat in het geval van aanvullend beleid de MSP's veranderen door veranderingen in de bedrijfseconomische transportkosten van de vervoerwijzen. Voor de verdere toekomst is de effectiviteit van beleidsinzet op modal shift daarom onzeker.

## 6.3 Reflectie op resultaten

### 6.3.1 MKBA nog nodig

Beleidsinzet op modal shift op de goederenvervoercorridors kan momenteel effectief zijn. De waarde van dit onderzoek zit hem in dat we dat hebben aangetoond. We kunnen echter geen uitspraken doen over in welke mate de baten opwegen tegen de kosten. Daarvoor is een evaluatie van die kosten en baten (de efficiency) van beoogde modal shift maatregelen nodig.

---

<sup>40</sup> Dezelfde conclusie kunnen we trekken wanneer de binnenvaart trager verduurzaamt dan spoor en weg en well-to-tank emissies voor alle vervoerwijzen nog 25% van niveau van basissituatie zijn.

### 6.3.2 *Grote modal shift potenties in perspectief*

Met aandelen van tussen de 36% en 54% kunnen de MSP's worden getypeerd als fors. Ze komen overeen met de hogere modal shift potentie schattingen uit eerder onderzoek (zie paragraaf 2.1). Om deze toch wel forse potenties op waarde te kunnen schatten benoemen we de volgende kanttekeningen. Ten eerste richt de analyse zich op de goederenvervoercorridors waarin de infrastructuur van weg, spoor, en binnenvaart ongeveer parallel ligt aan elkaar. Hierdoor neemt de vervoersafstand van lading die wordt verschoven van weg naar spoor of binnenvaart op de corridors maar beperkt toe. Daarnaast is op de corridors sprake van relatief veel goederenvervoer ('dikke ladingstromen') over de weg. Om deze redenen is een shift relatief kansrijk op de corridors. Ten tweede is het goederenvervoer tussen Nederlandse regio's onderling maar deels meegenomen.<sup>41</sup> Dat impliceert dat vooral wordt gekeken naar de wegvervoerstromen over langere afstanden, waar een modal shift zich eerder zal manifesteren dan op korte afstanden. De resultaten zijn om deze redenen niet te generaliseren naar het goederenwegvervoer buiten de corridors.

### 6.3.3 *Besparingen gebaseerd op MSP*

We maken op basis van het transportkostencriterium een inschatting van de Modal Shift Potentie. De op de MSP's gebaseerde besparingen op externe kosten zijn alleen mogelijk indien de ingeschatte MSP's geheel worden gerealiseerd. Dat is niet heel aannemelijk omdat waarschijnlijk niet alle belemmeringen voor modal shift anders dan de transportkosten kunnen worden weggenomen met maatregelen. De set van genomen modal shift maatregelen bepaalt uiteindelijk welk deel van de op de MSP gebaseerde besparing gerealiseerd wordt.

### 6.3.4 *Transportkosten 2050 in WLO hoog en laag*

Voor 2050 zijn de MSP's gebaseerd op verschillen in bedrijfseconomische transportkosten tussen weg, spoor en binnenvaart in de WLO-scenario's Hoog en Laag. Als in de toekomst door aanvullend beleid (ten opzichte van wat is meegenomen in de WLO) de relatieve verschillen in de bedrijfseconomische transportkosten tussen de vervoerwijzen veranderen, dan kunnen de MSP's voor 2050, scenario hoog en laag ook veranderen, zowel qua totale omvang als qua verdeling tussen spoor en binnenvaart. Dat is weer van invloed op de omvang van de afname van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid. Dit aspect konden we niet meenemen in de gevoeligheidsanalyses.

### 6.3.5 *Externe kosten buiten Nederland*

Bij de vertaalslag van de MSP's naar de verandering van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid zijn kengetallen voor deze kosten van het goederenvervoer van CE Delft (2019a;b;c, 2022a;b) gebruikt. CE Delft (2019a;b;c)

---

<sup>41</sup> Op de corridor oost is zelfs sprake van goederenvervoer tussen alleen Nederlandse regio's enerzijds, en buitenlandse regio's anderzijds. Zie de kaarten en tabellen in Bijlage A voor een overzicht van de regio's per corridor.

bevatten kengetallen voor de EU landen, gemiddeld voor de EU als geheel, en een aantal landen daarbuiten, maar niet voor het specifieke gebied buiten Nederland waar de goederencorridors doorheen lopen (zie de kaarten in bijlage A). Voor de inschatting van de verandering van de externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid in het buitenland op de goederencorridors bij realisatie van de MSP's zijn daarom de kengetallen voor de EU28 gebruikt. We doen daarmee de aanname dat deze kosten op de goederencorridors buiten Nederland gelijk zijn aan deze kosten van het goederenvervoer in de EU28. Dit lijkt op het eerste gezicht misschien een grove aanname maar de externe kosten van goederenvervoer in grote landen (zoals Duitsland en Frankrijk) wegen zwaarder mee in het EU-gemiddelde dan de externe kosten van goederenvervoer van kleine landen. Het goederenvervoer op de corridors gaat vooral over het grondgebied van die grotere landen, vooral bij goederenvervoer per binnenvaart.

### 6.3.6 Goederenvervoercorridors

Dit onderzoek richt zich op de vier goederenvervoercorridors oost, zuidoost, zuid, en noord. De geschatte MSP's en de daarmee samenhangende veranderingen in externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid hebben alleen betrekking op deze geografische context. Het goederenvervoer op de vier corridors van weg, spoor en binnenvaart samen beslaat ongeveer een kwart van het totale vervoerde gewicht en een derde van de totale goederenvervoersprestatie op jaarbasis in Nederland (Dat.mobility en Districon, 2021, p.5). De vervoersprestatie (tonkm) van het goederenwegvervoer op het Nederlandse deel van die corridors is ongeveer 15% van de totale vervoersprestatie van het goederenwegvervoer in Nederland. Het vervoerd gewicht over de weg op de corridors bedraagt ongeveer 10% van het vervoerd gewicht over de weg in heel Nederland.

## 6.4 Beleidsaangrijpingspunten en vervolgonderzoek

Met de antwoorden op de onderzoeksvragen en de reflectie op de resultaten in het achterhoofd bespreken we enkele aangrijpingspunten voor beleid voor modal shift in het goederenvervoer. Daarna doen we enkele suggesties voor vervolgonderzoek.

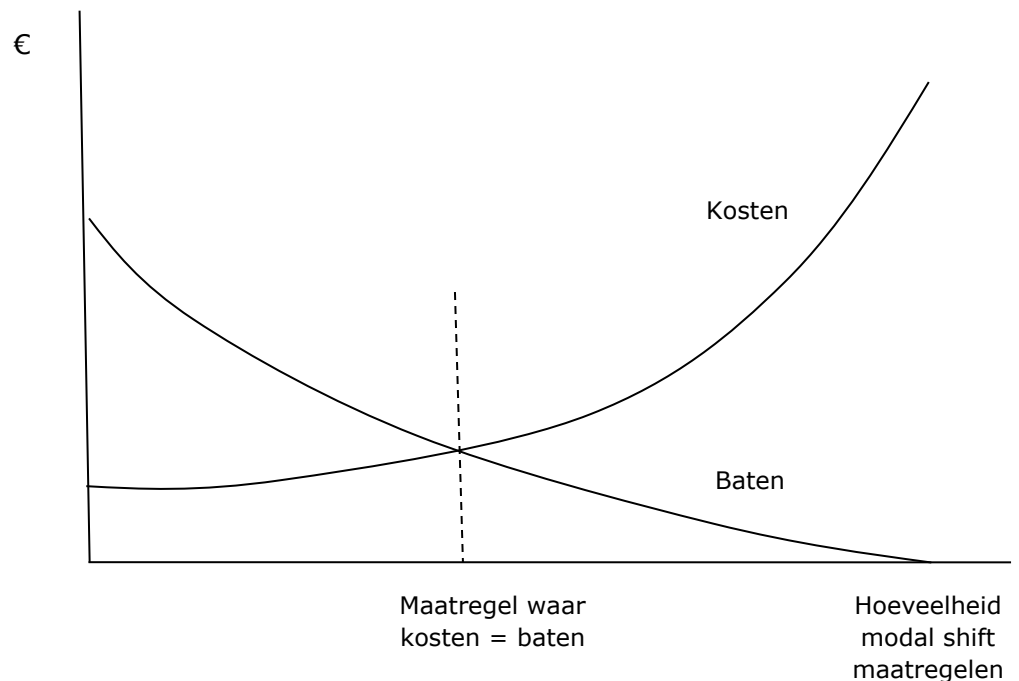
### 6.4.1 Beleidsaangrijpingspunten

Een belangrijk beleidsaangrijpingspunt volgt uit de hoofdconclusie dat beleidsinzet op modal shift in de komende jaren effectief kan zijn. Dit impliceert dat het doen van investeringen in modal shift maatregelen met een terugverdientijd van een aantal jaren goed te verdedigen is. Dat ligt anders voor maatregelen waar grote bedragen mee zijn gemoeid met een lange terugverdientijd. Bij beleidsinzet van deze aard bestaat het risico dat de geraamde toekomstige baten van de maatregel(en) niet worden terugverdiend omdat door aanvullend beleid (op gebied van verduurzaming of bereikbaarheid bijvoorbeeld) de reductie van externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid door modal shift in toekomstige jaren tegenvalt. Een ander aangrijpingspunt voor het beleid wat hieruit volgt is dat de kosten en baten van overheidsmaatregelen in het goederenvervoer in hun onderlinge samenhang moeten worden geëvalueerd.

De op de MSP's gebaseerde besparingen op externe kosten en infrastructuurkosten voor de overheid zijn alleen mogelijk indien de ingeschatte MSP's geheel worden gerealiseerd. Dat is waarschijnlijk onmogelijk omdat daarvoor naast kleine barrières voor modal shift, ook grote barrières moeten worden weggenomen. Hiermee rijst de vraag wat de optimale hoeveelheid en samenstelling van modal shift maatregelen is.

Het ligt voor de hand om beleidsinzet eerst te richten op maatregelen met relatief lage kosten en hoge baten. Een voorbeeld van een maatregel met naar verwachting relatief lage kosten is het vergroten van de kennis bij verladers over multimodale transportoplossingen, of het helpen organiseren van het bundelen van ladingen over de weg van meerdere verladers om voldoende schaalgrootte voor spoor of binnenvaartvervoer te creëren.<sup>42</sup> Naarmate meer maatregelen worden genomen zal het steeds moeilijker zijn om maatregelen te vinden met een positief saldo van kosten en baten. Figuur 6.1 illustreert dit principe.

**Figuur 6.1** Kosten en baten van modal shift maatregelen ten opzichte van hoeveelheid maatregelen.



Rechts van het punt waar de lijnen van kosten en baten elkaar kruisen is het nemen van verdere maatregelen vanuit economisch oogpunt niet te rechtvaardigen. Het beleidsaangrijpingspunt wat hieruit volgt is dat het ex-ante evalueren van een set modal shift maatregelen tot een prioritering van die maatregelen kan leiden van meest naar minst efficiënt.

Op het externe effect luchtverontreinigende emissies is sprake van een toename van de kosten per vervoersprestatie door modal shift van weg naar binnenvaart. We zien de kostentoeename ook terug in de doorrekening van de MSP's. Daarin zit een verschuiving van weg naar spoor verwerkt. Echter de reductie van luchtverontreinigende emissies die dat oplevert wordt meer dan teniet gedaan door de toename van die emissies door de verschuivingen van weg naar binnenvaart. De totale afname van de externe kosten van modal shift kan groter worden wanneer de

<sup>42</sup> We weten niet of de baten van deze maatregel relatief hoog zijn.



binnenvaart op het externe effect 'luchtvervuilende emissies' een verduurzamingslag kan maken ten opzichte van de weg.

Wanneer we kijken naar alle externe effecten plus slijtage aan infrastructuur (tabel 4.2), levert een verschuiving naar elektrisch spoor momenteel de grootste kostenafname per vervoersprestatie op (2,30 €-cent tot 5,41 €-cent). Daarna komt een verschuiving naar diesel-spoor (1,58 €-cent tot 3,72 €-cent) en tot slot naar binnenvaart (1,19 €-cent tot 2,65 €-cent). Dit betekent dat het prioriteren van modal shift maatregelen naar vervoerwijze waar de lading naartoe verschuift zinvol kan zijn, daarbij rekening houdend met de beschikbare capaciteit op de netwerken van spoor en binnenvaart.

Uit de analyse voor 2018 blijkt dat realisatie van de MSP's ook een reductie van externe kosten oplevert in het buitenland. Met uitzondering van klimaateffecten (broeikasgasemissies) nemen MKBA's over het algemeen geen effecten in het buitenland mee in het nationale kosten-batensaldo (Visser en Wortelboer van Donselaar, 2021). De daling van externe kosten in het buitenland door modal shift wordt echter ook gerealiseerd op andere externe effecten dan broeikasgasemissies. Dit kan een aanleiding zijn om de effecten van modal shift in het buitenland op te nemen in een MKBA, in aanvulling op de effecten op nationaal niveau.

#### 6.4.2 Vervolgonderzoek

Onderzoek naar de barrières voor modal shift vindt al plaats in het kader van het hands-on programma modal shift in de Goederenvervoeragenda van het Ministerie van IenW (Min IenW, 2019). Zo doen Sira Consulting (2020) en INFRAM (2019) onderzoek naar barrières door (1) wet- en regelgeving, (2) de perceptie van goederenvervoer per spoor en binnenvaart bij de verlader, (3) fysieke barrières, en (4) barrières door een beperkte samenwerking. Sira Consulting (2021) richt zich op barrières van administratieve aard. Mogelijk kunnen met deze onderzoeken vragen als "wat zijn de belangrijkste barrières", en "hoe kunnen die worden weggenomen" worden beantwoord? Vervolgens, en aansluitend bij het tweede beleidsaangrijpingspunt uit de vorige paragraaf, is het nodig om inzicht te krijgen in de kosten en baten van maatregelen om die barrières te slechten.

Verder hebben de hierboven genoemde onderzoeken over barrières vooral betrekking op het containersegment. Omdat in het voorliggende onderzoek ook voor het niet-containersegment aanzienlijke MSP's zijn geïdentificeerd, kan onderzoek naar barrières in dat goederensegment (en dan met name het stukgoed) ook waardevol zijn.

Vervolgonderzoek kan zich ook focussen op het aanscherpen van de hier ingeschatte MSP's. Het is waarschijnlijk dat er barrières voor modal shift zijn die niet wegegenomen kunnen worden.<sup>43</sup> Door er achter te komen wat die barrières zijn, en welk deel van de totale omvang van de goederenvervoermarkt ze afdekken, kan een deel van het wegvervoer over de goederenvervoercorridors voorafgaand aan de analyse worden aangeduid als 'niet te shiften'. De MSP's zullen dan lager uitvallen.

Dit onderzoek en ook veel eerder onderzoek over modal shift potentie (zie hoofdstuk 2) heeft betrekking op de goederenvervoercorridors Oost, Zuidoost, Zuid en Noord. We vinden dat de vervoersprestatie (tonkm) van het goederenwegvervoer op het Nederlandse deel van die corridors ongeveer 15% van de totale vervoersprestatie van het goederenwegvervoer in Nederland is. Voor het vervoerd gewicht over de

<sup>43</sup> Voorbeeld: snel bederfelijke goederen waarvoor vervoer per spoor of binnenvaart resulteert in verlies van het product.

weg is dat ongeveer 10%. Dit roept de vraag op wat van de overige respectievelijke 85% en 90% van het wegvervoer de MSP is. Naar verwachting is die kleiner omdat spoor en binnenvaart buiten de corridors een minder aantrekkelijk alternatief zijn voor de weg dan op de corridors. Dit kan een relevante richting voor vervolgonderzoek zijn.

Een andere richting voor vervolgonderzoek is tenslotte het verklaren van de relatief grote modal shift potenties op de corridors oost en noord. De vraag is dan wat er op deze corridors anders is dan op de corridors zuidoost en zuid waardoor de MSP's daar groter zijn.

## Referenties

- Boehm M., Arnz M., Winter J. (2021) The potential of high-speed rail freight in Europe: how is a modal shift from road to rail possible for low density high value cargo? *European Transport Research Review*, 13, 4, <https://doi.org/10.1186/s12544-020-00453-3>
- Boneschansker E., 't Hoen A.L. (1992) *Externe kosten van goederenvervoer*, Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer.
- CE Delft en VU (2014) *Externe en infrastructuurkosten van verkeer, een overzicht voor Nederland in 2010*, Delft, juni 2014.
- CE Delft (2017) *Handboek Milieuprijzen 2017*, Delft, juli 2017.
- CE Delft (2019a) *Handbook on the external costs of Transport*, Delft, May 2019.
- CE Delft (2019b) *Transport taxes and charges in Europe*, Delft, March 2019.
- CE Delft (2019c) *Overview of transport infrastructure expenditures and costs*, Delft, January 2019.
- CE Delft (2020) *STREAM Goederenvervoer 2020. Emissies van modaliteiten in het goederenvervoer*, Delft, november 2020.
- CE Delft (2022a) *De Prijs van een reis, Editie 2022*, Delft, CE Delft, mei 2022.
- CE Delft (2022b) *Toekomstverkenning. De prijs van een reis. Verkennende analyse richting 2050*, Delft, CE Delft, mei 2022.
- CPB en PBL (2015) *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving, Cahier Mobiliteit*, PBL-publicatienummer 1686.
- Dat.mobility en Districon (2021) *Integrale Mobiliteitsanalyse, Achtergrondrapportage, Goederenvervoer Integraal*, 22 april 2021.
- De Bok M., de Jong G., Groot N., Miete O., van den Berg M., van Meijeren J., Benjamins M.B. (2016) *Ontwikkeling van een multimodaal ketenkeuzemodel voor containertransport in het strategisch goederenvervoermodel BasGoed*, Paper voor de Vervoerslogistieke Werkdagen 2016.
- De Correspondent (2021) *Met de beste wil van de wereld lukt het deze schippersfamilie niet om verder te verduurzamen*. Artikel op website De Correspondent, bekeken 31-03-2022: <https://decorrespondent.nl/12900/met-de-beste-wil-van-de-wereld-lukt-het-deze-schippersfamilie-niet-om-verder-te-verduurzamen/562065900-4887684b>
- Dionori F., Casullo L., Ellis S., Ranghetti D., Bablinski K., Vollath C., Soutra C. (2015) *Freight on road: why EU shippers prefer truck to train*, document for the European Parliaments Committee on Transport and Tourism.
- EC (2019) *De Europese Green Deal*, Europese Commissie, Brussel, 11-12-2019.

- Financieel Dagblad (2021) *Binnenvaart tuft langzaam naar groenere toekomst*, 10 april 2021, geraadpleegd 03-11-2022 op <https://fd.nl/futures/1379252/binnenvaart-tuft-langzaam-naar-groenere-toekomst-lck2caZtcSSB>
- Groot N., Miete O. (2016) *Ontwikkelingen strategisch goederenvervoermodel Basgoed*, Powerpoint voor PLATOS-colloquium 2016.
- Hofbauer F., Putz L-M. (2020) External Costs in Inland Waterway Transport: Analysis of External Cost Categories and Calculation Methods, *Sustainability*, 12, 5874; doi:10.3390/su12145874.
- INFRAM (2019) *Startoverzicht Knelpunten Modal Shift*, INFRAM, Maarn, 2019.
- IRG Rail (2021) *Ninth Annual Market Monitoring Working Document*, Independent Regulators' Group Rail, April 2021.
- Janic M., Vleugel J. (2012) Estimating potential reductions in externalities from rail-road substitution in Trans-European Freight transport corridors, *Transportation Research Part D*, 17, 154-160.
- Jonkeren O. (2020) *Modal shift in het goederenvervoer. Een overzicht van ontwikkelingen en beleidsinstrumenten*, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, maart 2020, Den Haag.
- KiM (2019) *Mobiliteitsbeeld 2019*, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Den Haag, november 2019.
- Klimaatakkoord (2019) *Klimaatakkoord*, Den Haag, 28 juni 2019.
- Min. IenW (2019) *Goederenvervoeragenda. Agenda voor een robuust, efficiënt en duurzaam transportsysteem*, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, juli 2019, Den Haag.
- MuConsult (2018) *Effectstudie vrachtwagenheffing*, Amersfoort, 12 september 2018.
- Nocera S., Cavallaro F., Irranca Galati O. (2018) Options for reducing external costs from freight transport along the Brenner corridor, *European Transport Research Review*, 10, 53, <https://doi.org/10.1186/s12544-018-0323-7>
- Panteia (2016) *Potentie multimodale continentale ladingstromen voor de Goederenvervoercorridors*, Zoetermeer, 3 oktober 2016.
- Panteia (2019) *Onderzoek modal shift potentie continentale ladingstromen via bovengemiddelde knooppunten*, Samen werken aan Topcorridors, mei 2019.
- Panteia (2020a) *Goederenvervoercorridor Zuid (ARA Corridor)*, Zoetermeer, 6 januari 2020.
- Panteia (2020b) *Cost Figures for Freight transport – final report*, Zoetermeer, April 2020.
- PBL en CPB (2015) *Nederland in 2030 en 2050: Twee referentiescenario's*. Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau, Den Haag, 2015. PBL-publicatienummer: 1689.

- PBL en CPB (2020) *Ontwikkeling Mobiliteit. PBL/CPB notitie ten behoeve van de werkgroep Toekomstbestendige mobiliteit van de Brede maatschappelijke heroverwegingen 2020*, Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau, Den Haag.
- Prorail (2021) *Integrale Mobiliteitsanalyse 2021, Deelrapportage Spoor en BTM*, Juni 2021.
- RWS (2019) *BasGoed 5, Datarapport*, Rijkswaterstaat WVL, 29 oktober 2019.
- RWS (2021) *Achtergrondrapportage Vaarwegen, Integrale Mobiliteitsanalyse 2021*, 10 mei 2021, Rijkswaterstaat, Water, Verkeer, en Leefomgeving (WVL).
- Sira Consulting (2020) *Oplossingsrichtingen ter bevordering van het containervervoer over water en spoor*, Bilthoven, november 2020.
- Sira Consulting (2021) *Onderzoek naar het bevorderen van modal shift*, Bilthoven, november 2021.
- TNO (2017) *Modal shift van weg naar spoor. Potentie tot 2050 en effect op CO2-uitstoot*, TNO 2017 R10463, Dan Haag, 2017.
- Rondaij A., Franssen R., van Meijeren J.C., Spreen J.S. (2020) *CO2-besparing ten gevolge van modal shift op de corridors Oost en Zuid in Nederland*, Decamod effectrapportage, TNO 2020 R11941, TNO en Topsector Logistiek.
- Topcorridors (2019) *Goederenvervoercorridors Oost en Zuidoost. Handelingsperspectieven, tussenrapportage*. September 2019.
- Transport en Logistiek (2021) *Modal shift van 100 procent vervoer per truck naar 80 procent vervoer over water*, 7 juni 2021. Artikel bekeken 29-03-2022: <https://transportlogistiek.nl/branche/beleid/premium-modal-shift-ruimte-creeren-voor-goederen-die-over-de-weg-moeten/>
- Van Meerkerk J., Blomjous D., Nauta M., Geilenkirchen G., Hilbers H., Traa M. (2020) *Actualisatie invoer WLO autopark mobiliteitsmodellen 2020*, Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, 2020.
- Van Eck JR., Hilbers H., Blomjous D. (2020) *Actualisatie invoer mobiliteitsmodellen 2020*, Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, 2020.
- Van de Lande P., den Boer E., Wagter H., van den Berg R., van Essen H., van Rijn J., Spreen J. (2018) *Outlook Hinterland and Continental Freight 2018*, Topsector Logistics, July 2018.
- Vierth I., Sowa V., Cullinane K. (2019) Evaluating the external costs of a modal shift from rail to sea: An application to Sweden's East coast container movements, *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 19, 1, 60-76.
- Visser J., Francke J., Gordijn H. (2012) *Multimodale achterlandknooppunten in Nederland*, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Den Haag, juli 2012.
- Visser J., Francke J. (2019) *Benutting Multimodale Achterlandknooppunten*, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, december 2019.

Visser J. (2020) *Inzicht in de kosten van het spoorgoederenvervoer*, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Den Haag, december 2020.

Visser J. (2021) *Een Goederenvervoercorridorprogramma als aanpak om de vervoerwijzekeuze te beïnvloeden*. Paper voor Vervoerslogistieke Werkdagen 2021. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Nederland.

Visser J., Wortelboer van Donselaar P. (2021) *Uitwerking van brede welvaart voor de monitoring en evaluatie van mobiliteitsbeleid*, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Den Haag, december 2021.

Witte J-J., Visser J. (2021) *Verkenning Ruimte in het Systeem*, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Den Haag, oktober 2021.

## Bijlage A Overzicht regio's per corridor

### A.1 Corridor Oost

**Tabel A1.1 Basgoedzones groep 1 corridor Oost**

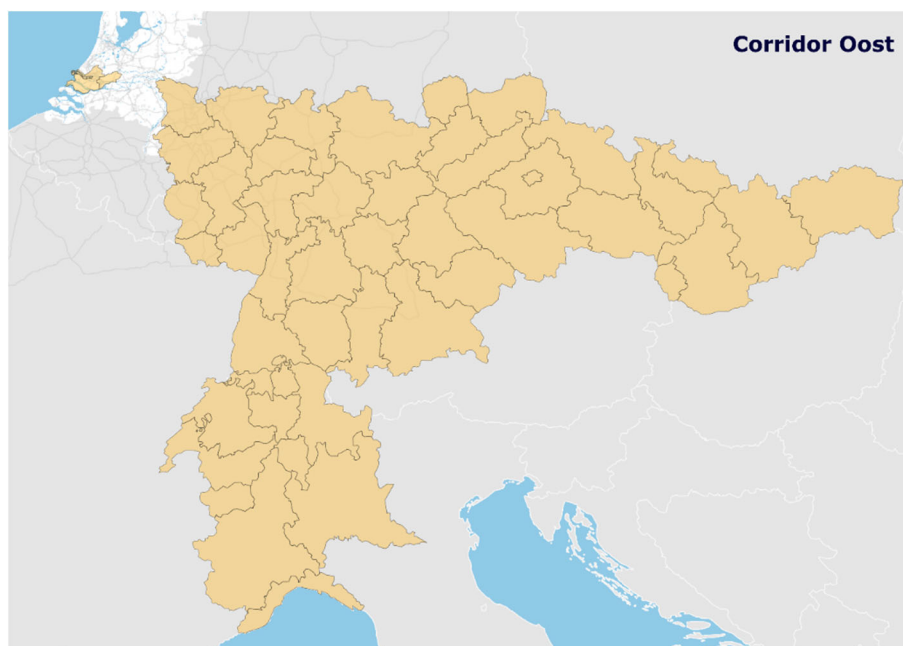
Regio nr.	Regio	Land
29	Overig Groot Rijnmond	Nederland
30	Waal_Eemshaven	Nederland
31	Pernis	Nederland
32	Botlek	Nederland
33	Europoort	Nederland
34	Maasvlakte_I_II	Nederland
35	Zuidoost-Zuid Holland	Nederland

**Tabel A1.2 Basgoedzones groep 2 corridor Oost**

Region nr.	Regio	Land
72	Région lémanique	Zwitserland
73	Espace Mittelland	Zwitserland
74	Nordwestschweiz	Zwitserland
75	Zürich	Zwitserland
76	Ostschweiz	Zwitserland
77	Zentralschweiz	Zwitserland
78	Ticino	Zwitserland
80	Praha	Tsjechië
81	Středočeský územní území	Tsjechië
82	Jihozápad	Tsjechië
83	Severozápad	Tsjechië
84	Severovýchod	Tsjechië
85	Jihovýchod	Tsjechië
86	Středočeský územní území Morava	Tsjechië
87	Moravskoslezsko	Tsjechië
88	Stuttgart	Zuid Duitsland
89	Karlsruhe	Zuid Duitsland
90	Freiburg	Zuid Duitsland
91	Tübingen	Zuid Duitsland
92	Oberbayern	Zuid Duitsland
93	Niederbayern	Zuid Duitsland
94	Oberpfalz	Zuid Duitsland
95	Oberfranken	Zuid Duitsland
96	Mittelfranken	Zuid Duitsland
97	Unterfranken	Zuid Duitsland
98	Schwaben	Zuid Duitsland

103	Darmstadt	Zuid Duitsland
104	Gießen	Zuid Duitsland
105	Kassel	Zuid Duitsland
111	Düsseldorf	Nordrhein-Westfalen Noord
112	Köln	NordrheinWestfalen Zuid-West
115	Arnsberg	Nordrhein-Westfalen Oost
116	Koblenz	Zuid Duitsland
117	Trier	Zuid Duitsland
118	Rheinhessen-Pfalz	Zuid Duitsland
119	Saarland	Zuid Duitsland
120	Dresden	Oostelijk Duitsland
121	Chemnitz	Oostelijk Duitsland
122	Leipzig	Oostelijk Duitsland
125	Thüringen	Oostelijk Duitsland
202	Piemonte	Italië
203	Valle d'Aosta/Valle d'Aoste	Italië
204	Liguria	Italië
205	Lombardia	Italië
276	Bratislavsk? kraj	Slowakije
277	Z?ipadn? Slovensko	Slowakije
278	Stredn? Slovensko	Slowakije
279	V?chodn? Slovensko	Slowakije

**Figuur A.1.1 Kaart Corridor Oost**





**A.2 Corridor Zuid****Tabel A2.1 Basgoedzones groep 1 corridor Zuid**

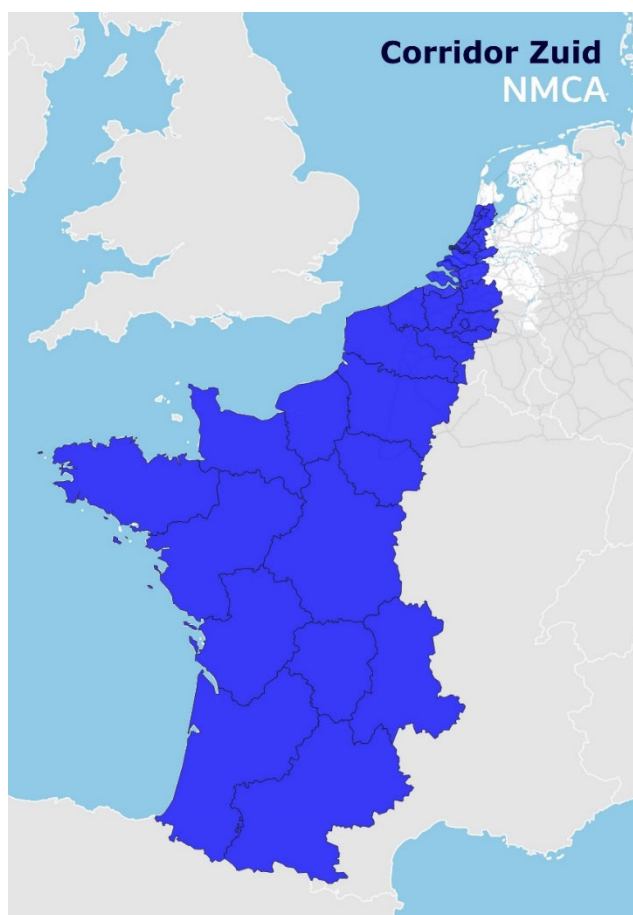
Regio nr.	Regio	Land
29	Overig Groot Rijnmond	Nederland
30	Waal_Eemshaven	Nederland
31	Pernis	Nederland
32	Botlek	Nederland
33	Europoort	Nederland
34	Maasvlakte_I_II	Nederland
35	Zuidoost-Zuid Holland	Nederland
20	IJmond	Nederland
21	Agglomeratie Haarlem	Nederland
22	Zaanstreek	Nederland
23	Groot-Amsterdam	Nederland
25	Agglomeratie Leiden	Nederland
26	Agglomeratie Den Haag	Nederland
27	Delft en Westland	Nederland
28	Oost-Zuid Holland	Nederland
36	Zeeuws-Vlaanderen	Nederland
37	Overig Zeeland	Nederland

**Tabel A2.2 Basgoedzones groep 2 corridor Zuid**

Regio nr.	Regio	Land
38	West-Noord Brabant	Nederland
55	Région de Bruxelles-Capitale / Brussels Hoofdstedelijk Gewest	België
56	Prov. Antwerpen	België
58	Prov. Oost-Vlaanderen	België
59	Prov. Vlaams-Brabant	België
60	Prov. West-Vlaanderen	België
61	Prov. Brabant Wallon	België
62	Prov. Hainaut	België
168	Île de France	Frankrijk
170	Picardie	Frankrijk
171	Haute-Normandie	Frankrijk
172	Centre	Frankrijk
173	Basse-Normandie	Frankrijk
175	Nord - Pas-de-Calais	Frankrijk
179	Pays de la Loire	Frankrijk
180	Bretagne	Frankrijk
181	Poitou-Charentes	Frankrijk

182	Aquitaine	Frankrijk
183	Midi-Pyrénées	Frankrijk
184	Limousin	Frankrijk
186	Auvergne	Frankrijk

**Figuur A2.1** Kaart Corridor Zuid



**A.3 Corridor Noord****Tabel A3.1 Basgoedzones groep 1 corridor Noord**

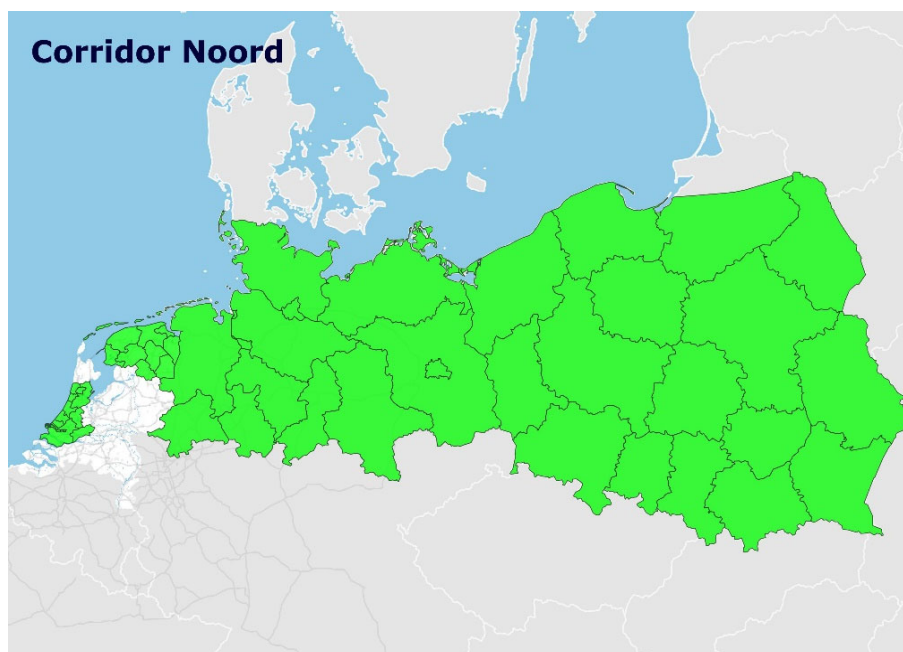
Regio nr.	Regio	Land
29	Overig Groot Rijnmond	Nederland
30	Waal_Eemshaven	Nederland
31	Pernis	Nederland
32	Botlek	Nederland
33	Europoort	Nederland
34	Maasvlakte_I_II	Nederland
35	Zuidoost-Zuid Holland	Nederland
20	IJmond	Nederland
21	Agglomeratie Haarlem	Nederland
22	Zaanstreek	Nederland
23	Groot-Amsterdam	Nederland
25	Agglomeratie Leiden	Nederland
26	Agglomeratie Den Haag	Nederland
27	Delft en Westland	Nederland
28	Oost-Zuid Holland	Nederland

**Tabel A3.2 Basgoedzones groep 2 corridor Noord**

Regio nr.	Regio	Land
1	Oost-Groningen	Nederland
2	Delfzijl en omstreken	Nederland
3	Overig Groningen	Nederland
4	Noord-Friesland	Nederland
5	Zuidwest-Friesland	Nederland
6	Zuidost-Friesland	Nederland
7	Noord-Drenthe	Nederland
8	Zuidoost-Drenthe	Nederland
9	Zuidwest-Drenthe	Nederland
99	Berlin	Duitsland
100	Brandenburg	Duitsland
101	Bremen	Duitsland
102	Hamburg	Duitsland
106	Mecklenburg-Vorpommern	Duitsland
107	Braunschweig	Duitsland
108	Hannover	Duitsland
109	Lüneburg	Duitsland
110	Weser-Ems	Duitsland
113	Münster	Duitsland
114	Detmold	Duitsland
123	Sachsen-Anhalt	Duitsland
124	Schleswig-Holstein	Duitsland
237	Lódzkie	Polen
238	Mazowieckie	Polen

239	Małopolskie	Polen
240	Śląskie	Polen
241	Lubelskie	Polen
242	Podkarpackie	Polen
243	Świętokrzyskie	Polen
244	Podlaskie	Polen
245	Wielkopolskie	Polen
246	Zachodniopomorskie	Polen
247	Lubuskie	Polen
248	Dolnośląskie	Polen
249	Opolskie	Polen
250	Kujawsko-Pomorskie	Polen
251	Warmińsko-Mazurskie	Polen
252	Pomorskie	Polen

**Figuur A3.1** Kaart Corridor Noord



#### A.4 Corridor Zuidoost

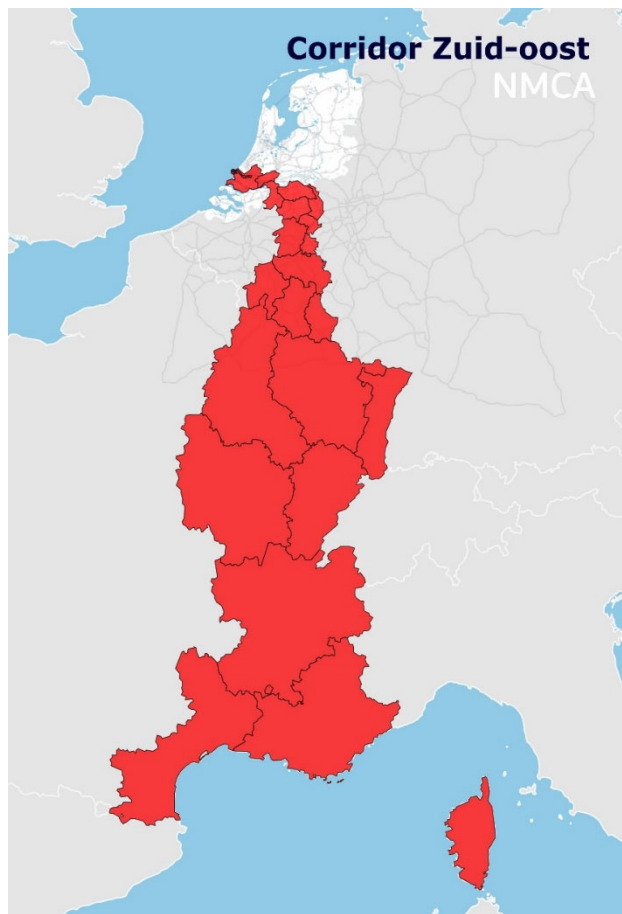
**Tabel A4.1 Basgoedzones groep 1 corridor Zuidoost**

Regio nr.	Regio	Land
29	Overig Groot Rijnmond	Nederland
30	Waal_Eemshaven	Nederland
31	Pernis	Nederland
32	Botlek	Nederland
33	Europoort	Nederland
34	Maasvlakte_I_II	Nederland
35	Zuidoost-Zuid Holland	Nederland

**Tabel 4.2 Basgoedzones groep 2 corridor Zuidoost**

Regio nr.	Regio	Land
39	Midden-Noord Brabant	Nederland
40	Noordoost-Noord Brabant	Nederland
41	Zuidoost-Noord Brabant	Nederland
42	Noord-Limburg	Nederland
43	Midden-Limburg	Nederland
44	Zuid-Limburg	Nederland
57	Prov. Limburg (BE)	België
63	Prov. Liège	België
64	Prov. Luxembourg (BE)	België
65	Prov. Namur	België
169	Champagne-Ardenne	Frankrijk
174	Bourgogne	Frankrijk
176	Lorraine	Frankrijk
177	Alsace	Frankrijk
178	Franche-Comté	Frankrijk
185	Rhône-Alpes	Frankrijk
187	Languedoc-Roussillon	Frankrijk
188	Provence-Alpes-Côte d'Azur	Frankrijk
189	Corse	Frankrijk
225	Luxembourg	Luxemburg

**Figuur 4.1** Kaart corridor Zuidoost



## Bijlage B BasGoed

BasGoed staat voor Basismodel Goederenvervoer (Groot en Miete, 2016, De Bok e.a., 2016). Het is een strategisch goederenvervoermodel en eigendom van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Het model wordt ingezet om effecten van economische ontwikkelingen en beleidsmaatregelen op het goederenvervoer over de weg, spoor en water (binnenvaart en zeevaart) door te rekenen. Basgoed beslaat niet alleen Nederlandse regio's, maar ook buitenlandse regio's zodat ook grensoverschrijdend goederenvervoer gemodelleerd kan worden. Het model is modulair opgebouwd. De economiemodule vertaalt handelstabellen naar hoeveelheden geproduceerde en geconsumeerde goederen per zone/regio (herkomsten en bestemmingen). De distributiemodule verdeelt het te vervoeren gewicht over de herkomst-bestemmingsrelaties. De modal split module verdeelt de tonnages vervolgens over de vervoerwijzen. Dit gebeurt op basis van zogenaamde nutsfuncties. De essentie van deze benadering is dat de keuze voor een bepaalde vervoerwijze het resultaat is van een afweging tussen die vervoerwijzen op basis van bedrijfseconomische transportkosten en andere factoren zoals de betrouwbaarheid van levering, frequentie van de (spoor)dienst, de schadegevoeligheid, etc. Tenslotte bepaalt de rittenmodule het aantal ritten per vervoerwijze. De modal split en aantallen ritten per vervoerwijze worden bepaald voor alle bestaande combinaties van herkomst-bestemmingsparen en 13 goederensoorten. Tabel B.1 geeft een overzicht van de 13 goederensoorten die worden onderscheiden in BasGoed. Voor een verdere toelichting op Basgoed verwijzen we naar RWS (2019).

**Tabel B1.1 BasGoed goederengroep-indeling**

Nr.	Goederengroep
1	Landbouw-, bosbouw- en visserijproducten
2	Steenkool, bruinkool en cokes
3	Ruwe aardolie en aardgas
4	Ertsen
5	Zout, zand, grind, klei
6	Aardolieproducten
7	Chemische producten
8	Kunststoffen/rubber
9	Basismetalen en metaalproducten
10	Overige minerale producten
11	Voedings- en genotsmiddelen
12	Machines, elektronica en transportmiddelen
13	Overige goederen

Bron: RWS (2019)

## Bijlage C Kostenfuncties goederenvervoer

### Formule weg

$$\text{kosten\_vrt} = [\text{AFSTAND\_per\_reis}] * [\text{kosten\_afstand}] + [\text{TIJD\_per\_reis}] * [\text{kosten\_tijd}] + [\text{kosten\_laden\_lossen}] * 2 + [\text{tax\_per\_reis}] + [\text{tol\_per\_reis}]$$

### Formule spoor

$$\text{kosten\_vrt} = [\text{AFSTAND\_per\_reis}] * [\text{kosten\_afstand}] + ([\text{TIJD\_per\_reis}] + [\text{overslagtijd}]) * [\text{kosten\_tijd}] + [\text{kosten\_laden\_lossen}] * 2 + [\text{geb. vergoeding\_per\_reis}]$$

$$\text{kosten\_vrt\_voor} = [\text{AFSTAND\_per\_reis}] * [\text{kosten\_afstand}] + [\text{TIJD\_per\_reis}] * [\text{kosten\_tijd}] + [\text{kosten\_laden\_lossen}] * 2 + [\text{tax\_per\_reis}] + [\text{tol\_per\_reis}]$$

$$\text{kosten\_vrt\_na} = [\text{AFSTAND\_per\_reis}] * [\text{kosten\_afstand}] + [\text{TIJD\_per\_reis}] * [\text{kosten\_tijd}] + [\text{kosten\_laden\_lossen}] * 2 + [\text{tax\_per\_reis}] + [\text{tol\_per\_reis}]$$

### Formule binnenvaart

$$\text{kosten\_vrt} = [\text{AFSTAND\_per\_reis}] * [\text{kosten\_afstand}] + ([\text{TIJD\_per\_reis}] + [\text{overslagtijd}]) * [\text{kosten\_tijd}] + [\text{kosten\_laden\_lossen}] * 2$$

$$\text{kosten\_vrt\_voor} = [\text{AFSTAND\_per\_reis}] * [\text{kosten\_afstand}] + [\text{TIJD\_per\_reis}] * [\text{kosten\_tijd}] + [\text{kosten\_laden\_lossen}] * 2 + [\text{tax\_per\_reis}] + [\text{tol\_per\_reis}]$$

$$\text{kosten\_vrt\_na} = [\text{AFSTAND\_per\_reis}] * [\text{kosten\_afstand}] + [\text{TIJD\_per\_reis}] * [\text{kosten\_tijd}] + [\text{kosten\_laden\_lossen}] * 2 + [\text{tax\_per\_reis}] + [\text{tol\_per\_reis}]$$

### Benodigd aantal voertuigen

$$\text{aantal\_vrt} = [\text{ton}] / ([\text{cap voertuig}] * [\text{gemiddelde\_belading}] * [\text{fractie\_beladen\_voertuigen}])$$

### Totale kosten

$$\text{Totale kosten} = [\text{aantal\_vrt}] * [\text{kosten\_vrt}]$$

### Toelichting

$\text{kosten\_vrt}$  = kosten per voertuig per reis

$\text{kosten\_laden\_lossen}$  = tijdskosten van laden en lossen

$[\text{ton}]$  = jaartonnage op een bepaalde herkomst-bestemmingscombinatie

$[\text{cap voertuig}]$  = capaciteit gemiddeld voertuig

We corrigeren het aantal benodigde voertuigen voor het feit dat voertuigen niet altijd volledig beladen zijn, en omdat voertuigen soms moeten leeg rijden/varen om ergens weer lading op te kunnen pikken.



## Bijlage D Benadering externe kosten en infrastructuurkosten per vervoersprestatie per vervoerwijze op goederenvervoercorridors

**Tabel D1.1** Marginale infrastructuurkosten voor de overheid<sup>44</sup> per vervoersprestatie voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (€-cent per tonkm, 2018)

Land	Weg	Spoor elektrisch	Spoor diesel	Binnenvaart
Nederland	0,572	0,036	0,017	0,073
Lage waarde	0,474	0,031	0,014	0,062
Hoge waarde	0,671	0,037	0,018	0,078
EU-28	0,308	0,058	-0,230	-0,106
Lage waarde	0,255	0,049	-0,197	-0,091
Hoge waarde	0,362	0,059	-0,247	-0,113

Bron: CE Delft (2019b;c) en eigen bewerkingen

**Tabel D1.2** Verandering marginale infrastructuurkosten voor de overheid per verschoven tonkm voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (in €-cent, 2018)

Land	Weg-spoor elektrisch		Weg-spoor diesel		Weg-binnenvaart	
	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm
Nederland	-0,535	-94%	-0,555	-97%	-0,499	-87%
Lage waarde	-0,443	-94%	-0,460	-97%	-0,411	-87%
Hoge waarde	-0,633	-94%	-0,653	-97%	-0,593	-88%
EU-28	-0,250	-81%	-0,539	-175%	-0,414	-134%
Lage waarde	-0,207	-81%	-0,452	-177%	-0,346	-135%
Hoge waarde	-0,302	-84%	-0,609	-168%	-0,475	-131%

Bron: CE Delft (2019b;c) en eigen bewerkingen

<sup>44</sup> De marginale infrastructuurkosten voor de overheid zijn de resultante van de marginale infrastructuurkosten minus de (variabele) infrastructuurheffingen. De marginale infrastructuurkosten zijn gelijk aan het variabele deel van de gemiddelde kosten (per tonkm). Dat variabele deel is voor het goederenvervoer over de weg groter dan voor spoor en binnenvaart. Voor het wegvervoer in Nederland bedraagt het ongeveer 36% (CE Delft 2019c, fig. 12 en 17, p.46 en 50). Voor het spoor ongeveer 15% (CE Delft 2019c, fig. 29 en 31, p.68 en 69), en voor de binnenvaart ongeveer 7% (CE Delft 2019c, fig. 40 en 42, p.82 en 84). De marginale infrastructuurkosten per vervoersprestatie zijn daardoor voor spoor en binnenvaart een stuk lager dan voor de weg. Voor de binnenvaart en spoor zijn hierdoor de infrastructuurheffingen voor sommige landen (en ook voor de EU28) soms hoger dan de marginale infrastructuurkosten. De heffingen omvatten voor (1) weg: tol (per km infrastructuur, of voor specifieke onderdelen van de infrastructuur zoals bruggen/tunnels), vignetten, stedelijke heffingen (2) spoor: gebruiksvergoeding (rail access charges), heffingen op specifieke trajecten, (3) binnenvaart: havengelden (port charges), vaarwegheffingen (fairway dues), brug- en sluisgelden. Zie CE Delft (2019b, p.25, 79, 98). Zie Excel-bestand 4K83\_Overview-of-transport-taxes-and-charges-PPS-adjusted voor welke van die heffingen van toepassing zijn op Nederland.

**Tabel D2.1 Marginale externe kosten per vervoersprestatie voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (€-cent per tonkm, 2018)**

Land	Weg	Spoor elektrisch	Spoor diesel	Binnenvaart
Nederland	3,270	0,164	1,258	1,881
Lage waarde	1,935	0,076	0,820	1,159
Hoge waarde	5,049	0,273	1,980	2,995
EU-28	2,720	0,554	1,486	1,788
Lage waarde	1,718	0,319	0,895	1,100
Hoge waarde	3,976	0,823	2,295	2,828

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

**Tabel D2.2 Verandering marginale externe kosten per verschoven tonkm voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (in €-cent, 2018)**

Land	Weg-spoor elektrisch		Weg-spoor diesel		Weg-binnenvaart	
	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm
Nederland	-3,105	-95%	-2,011	-62%	-1,389	-42%
Lage waarde	-1,859	-96%	-1,115	-58%	-0,775	-40%
Hoge waarde	-4,777	-95%	-3,070	-61%	-2,055	-41%
EU-28	-2,166	-80%	-1,234	-45%	-0,932	-34%
Lage waarde	-1,398	-81%	-0,823	-48%	-0,617	-36%
Hoge waarde	-3,153	-79%	-1,681	-42%	-1,148	-29%

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

**Tabel D3.1 Marginale externe kosten verkeersongevallen per vervoersprestatie voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (€-cent per tonkm, 2018)**

Land	Weg	Spoor elektrisch	Spoor diesel	Binnenvaart
Nederland	0,330	0,018	0,018	0,041
Lage waarde	0,236	0,013	0,013	0,034
Hoge waarde	0,430	0,024	0,023	0,049
EU-28 <sup>45</sup>	0,667	0,345	0,345	0,049
Lage waarde	0,477	0,245	0,250	0,041
Hoge waarde	0,870	0,454	0,448	0,058

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

<sup>45</sup> De getallen voor EU28 zijn een benadering. De scope van de externe verkeersongevalskosten in CE Delft (2022a) is groter dan in CE Delft (2019a). In CE Delft (2022a) zijn de verzekerde ongevalskosten extern, en in CE Delft (2019a) intern. CE Delft (2022a) geeft echter alleen externe ongevalskosten voor Nederland, en niet voor het buitenland. We willen in dit onderzoek voor zowel Nederland als de EU uitgaan van dezelfde scope. De getallen voor de EU-28 uit CE Delft (2019a) zijn daarom aangepast op basis van de verhouding tussen de kengetallen voor Nederland in CE Delft (2019a) en in CE Delft (2022a). De verhoudingsgetallen die daaruit voortkomen passen we toe op de marginale externe ongevalskosten voor de EU-28 in CE Delft (2019a).

**Tabel D3.2 Verandering marginale externe kosten verkeersongevallen per verschoven tonkm voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (in €-cent, 2018)**

Land	Weg-spoor elektrisch		Weg-spoor diesel		Weg-binnenvaart	
	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm
Nederland	-0,312	-95%	-0,312	-95%	-0,289	-88%
Lage waarde	-0,223	-95%	-0,223	-94%	-0,202	-86%
Hoge waarde	-0,406	-94%	-0,407	-95%	-0,381	-89%
EU-28	-0,322	-48%	-0,322	-48%	-0,618	-93%
Lage waarde	-0,232	-49%	-0,227	-48%	-0,436	-91%
Hoge waarde	-0,416	-48%	-0,421	-48%	-0,811	-93%

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

**Tabel D4.1 Marginale externe kosten luchtvervuilende tank-to-wheel emissies per vervoersprestatie voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (€-cent per tonkm, 2018)**

Land	Weg	Spoor elektrisch	Spoor diesel	Binnenvaart
Nederland	1,100	0,017	1,020	1,400
Lage waarde	0,779	0,012	0,722	0,991
Hoge waarde	1,701	0,026	1,577	2,165
EU-28	0,782	0,004	0,700	1,327
Lage waarde	0,554	0,003	0,495	0,940
Hoge waarde	1,209	0,006	1,082	2,052

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

**Tabel D4.2 Verandering marginale externe kosten luchtvervuilende tank-to-wheel emissies per verschoven tonkm voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (in €-cent, 2018)**

Land	Weg-spoor elektrisch		Weg-spoor diesel		Weg-binnenvaart	
	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm
Nederland	-1,083	-98%	-0,080	-7%	0,300	27%
Lage waarde	-0,767	-98%	-0,057	-7%	0,212	27%
Hoge waarde	-1,675	-98%	-0,124	-7%	0,464	27%
EU-28	-0,778	-99%	-0,082	-11%	0,545	70%
Lage waarde	-0,551	-99%	-0,058	-11%	0,386	70%
Hoge waarde	-1,203	-99%	-0,127	-11%	0,843	70%

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

**Tabel D5.1 Marginale externe kosten tank-to-wheel broeikasgasemissies per vervoersprestatie voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (€-cent per tonkm, 2018)**

Land	Weg	Spoor elektrisch	Spoor diesel	Binnenvaart
Nederland	0,690	0,000	0,105	0,250
Lage waarde	0,173	0,000	0,026	0,063
Hoge waarde	1,139	0,000	0,173	0,413
EU-28	0,545	0,000	0,257	0,278
Lage waarde	0,136	0,000	0,064	0,069
Hoge waarde	0,900	0,000	0,424	0,458

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

**Tabel D5.2 Verandering marginale externe kosten tank-to-wheel broeikasgasemissies per verschoven tonkm voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (in €-cent, 2018)**

Land	Weg-spoor elektrisch		Weg-spoor diesel		Weg-binnenvaart	
	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm
Nederland	-0,690	-100%	-0,585	-85%	-0,440	-64%
Lage waarde	-0,173	-100%	-0,146	-85%	-0,110	-64%
Hoge waarde	-1,139	-100%	-0,965	-85%	-0,726	-64%
EU-28	-0,545	-100%	-0,288	-53%	-0,267	-49%
Lage waarde	-0,136	-100%	-0,072	-53%	-0,067	-49%
Hoge waarde	-0,900	-100%	-0,475	-53%	-0,441	-49%

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

**Tabel D6.1 Marginale externe kosten geluid per vervoersprestatie voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (€-cent per tonkm, 2018)**

Land	Weg	Spoor elektrisch	Spoor diesel	Binnenvaart
Nederland	0,060	0,036	0,036	0,000
Lage waarde	0,049	0,029	0,029	0,000
Hoge waarde	0,073	0,048	0,048	0,000
EU-28	0,044	0,040	0,040	0,000
Lage waarde	0,036	0,033	0,033	0,000
Hoge waarde	0,053	0,053	0,053	0,000

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

**Tabel D6.2 Verandering marginale externe kosten geluid per verschoven tonkm voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (in €-cent, 2018)**

Land	Weg-spoor elektrisch		Weg-spoor diesel		Weg-binnenvaart	
	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm
Nederland	-0,023	-39%	-0,023	-39%	-0,060	-100%
Lage waarde	-0,019	-40%	-0,019	-40%	-0,049	-100%
Hoge waarde	-0,025	-34%	-0,025	-34%	-0,073	-100%
EU-28	-0,003	-8%	-0,003	-8%	-0,044	-100%
Lage waarde	-0,003	-9%	-0,003	-9%	-0,036	-100%
Hoge waarde	-0,001	-1%	-0,001	-1%	-0,053	-100%

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

**Tabel D7.1 Gemiddelde externe kosten congestie per vervoersprestatie voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (€-cent per tonkm, 2018)**

Land	Weg	Spoor elektrisch	Spoor diesel	Binnenvaart
Nederland	0,520	0,000	0,000	0,000
Lage waarde	0,473	0,000	0,000	0,000
Hoge waarde	0,591	0,000	0,000	0,000
EU-28	0,476 <sup>46</sup>	0,000	0,000	0,000
Lage waarde	0,433	0,000	0,000	0,000
Hoge waarde	0,541	0,000	0,000	0,000

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

<sup>46</sup> Dit getal is een benadering. De scope van de externe congestiekosten in CE Delft (2022a) is groter dan in CE Delft (2019a). In CE Delft (2022a) zijn de plankosten, kosten van onbetrouwbare reistijden en indirecte kosten wel meegenomen, en in CE Delft (2019a) niet. CE Delft (2022a) geeft echter alleen externe congestiekosten voor Nederland, en niet voor het buitenland. We willen in dit onderzoek voor zowel Nederland als de EU uitgaan van dezelfde scope. Het getal voor de EU28 uit CE Delft (2019a) is daarom aangepast op basis van de verhouding tussen de kengetallen voor Nederland in CE Delft (2019a) en in CE Delft (2022a). Het verhoudingsgetal dat daaruit voortkomt passen we toe op de gemiddelde externe congestiekosten voor de EU-28 in CE Delft (2019a).

**Tabel D7.2 Verandering gemiddelde externe kosten congestie per verschoven tonkm voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (in €-cent, 2018)**

Land	Weg-spoor elektrisch		Weg-spoor diesel		Weg-binnenvaart	
	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm
Nederland	-0,520	-100%	-0,520	-100%	-0,520	-0,520
Lage waarde	-0,473	-100%	-0,473	-100%	-0,473	-0,473
Hoge waarde	-0,591	-100%	-0,591	-100%	-0,591	-0,591
EU-28	-0,476	-100%	-0,476	-100%	-0,476	-0,476
Lage waarde	-0,433	-100%	-0,433	-100%	-0,433	-0,433
Hoge waarde	-0,541	-100%	-0,541	-100%	-0,541	-0,541

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

**Tabel D8.1 Marginale externe kosten broeikasgasemissies en luchtvervuilende emissies van de productie van brandstof- en elektriciteit voor voertuigen (well-to-tank emissies) per vervoersprestatie voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (€-cent per tonkm, 2018)**

Land	Weg	Spoor elektrisch	Spoor diesel	Binnenvaart
Nederland	0,570	0,093	0,079	0,190
Lage waarde	0,226	0,022	0,029	0,071
Hoge waarde	1,116	0,175	0,158	0,368
EU-28	0,206	0,165	0,144	0,134
Lage waarde	0,081	0,039	0,052	0,050
Hoge waarde	0,403	0,310	0,288	0,259

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

**Tabel D8.2 Verandering marginale externe kosten broeikasgasemissies en luchtvervuilende emissies van de productie van brandstof- en elektriciteit voor voertuigen (well-to-tank emissies) per verschoven tonkm voor goederenvervoer op de vier goederencorridors (in €-cent, 2018)**

Land	Weg-spoor elektrisch		Weg-spoor diesel		Weg-binnenvaart	
	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm	Absolute verschil (€-cent per tonkm)	Relatieve verschil per tonkm
Nederland	-0,477	-84%	-0,491	-86%	-0,380	-67%
Lage waarde	-0,204	-90%	-0,197	-87%	-0,154	-68%
Hoge waarde	-0,941	-84%	-0,958	-86%	-0,748	-67%
EU-28	-0,041	-20%	-0,062	-30%	-0,072	-35%
Lage waarde	-0,043	-52%	-0,029	-36%	-0,031	-38%
Hoge waarde	-0,093	-23%	-0,115	-29%	-0,144	-36%

Bron: CE Delft (2022; 2019a) en eigen bewerkingen

## Bijlage E Onzekerheidsmarges externe kosten en infrastructuurkosten overheid

CE Delft (2022a; 2019a) geeft onzekerheidsmarges voor marginale kosten in de vorm van worstcase en bestcase situaties. Op die manier kan rekening worden gehouden met bijvoorbeeld de locatie (stad of buitengebied) en tijd (spits of daluur). Het soort onzekerheid waar wij rekening mee willen houden is echter van een andere aard, namelijk onzekerheid in de gebruikte waarderingsmethodieken voor het bepalen van de kosten van de externe effecten, in de gebruikte data en in de aannames. We maken daarom gebruik van onzekerheidsmarges uit eerdere studies over externe kosten van vervoer van CE Delft (CE Delft, en VU (2014) en CE Delft (2017), m.u.v. de marges voor het externe effect broeikasgasemissies.

**Tabel E1.1 Onzekerheidsmarges verkeersongevallen**

Vervoerwijze	Transportsector			Rest maatschappij			Totaal			Marges	
	Midden	Laag	Hoog	Midden	Laag	Hoog	Midden	Laag	Hoog	Lage waarde	Hoge waarde
Weg	€ 9,69	€ 6,83	€ 12,74	€ 0,36	€ 0,36	€ 0,36	€ 10,05	€ 7,19	€ 13,10	72%	130%
Spoor elektrisch	€ 0,37	€ 0,26	€ 0,49	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,38	€ 0,27	€ 0,50	71%	132%
Spoor diesel	€ 0,39	€ 0,28	€ 0,51	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,40	€ 0,29	€ 0,52	73%	130%
Binnenvaart	€ 0,35	€ 0,29	€ 0,42	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,36	€ 0,30	€ 0,43	83%	119%
Gemiddeld										75%	128%

Bron: CE Delft en VU (2014, p.94, tabel 42). Bedragen in €/1000 tonkm



Verandering in externe kosten en infrastructuurkosten van het goederenvervoer door modal shift

**Tabel E1.2 Onzekerheidsmarges luchtvervuilende tank-to-wheel emissies<sup>47</sup>**

Luchtvervuilende stof	Scheikundige notatie	Lage waarde	Middenwaarde	Hoge waarde	Lage waarde	Hoge waarde
Ultrafijnstof	PM2,5	€ 56,80	€ 79,50	€ 122,00	71%	153%
Fijnstof	PM10	€ 31,80	€ 44,60	€ 69,10	71%	155%
Stikstofoxiden	NOx	€ 24,10	€ 34,70	€ 53,70	69%	155%
Zwavel dioxide	SO2	€ 17,70	€ 24,90	€ 38,70	71%	155%
Gemiddeld					71%	155%

Bron: CE Delft (2017, p.6, tabel 1). Bedragen in €2015/kg emissie

**Tabel E1.3 Onzekerheidsmarges geluid wegverkeer<sup>48</sup>**

Geluidsniveau	Eenheid	Centrale waarde	Lage waarde	Hoge waarde	Lage waarde	Hoge waarde
50-54	dB(A)	€ 26	€ 21	€ 31	81%	119%
55-59	dB(A)	€ 48	€ 40	€ 58	83%	121%
60-64	dB(A)	€ 52	€ 43	€ 64	83%	123%
65-69	dB(A)	€ 97	€ 80	€ 117	82%	121%
70-74	dB(A)	€ 103	€ 84	€ 125	82%	121%
75-79	dB(A)	€ 108	€ 89	€ 134	82%	124%
≥80	dB(A)	€ 111	€ 91	€ 138	82%	124%
Gemiddeld					82%	122%

Bron: CE Delft (2017, p.139, tabel 39). Bedragen in €2015 per dB(Lden) per persoon per jaar

<sup>47</sup> CE Delft en VU (2014) hebben ook en midden/laag/hog waarde voor luchtvervuiling (p.118). De variatie daartussen is volledig afhankelijk van hogere of lagere schaduwpreizen voor luchtvervuilende emissies (van een hogere of lagere waardering per eenheid extern effect). Dan kunnen we beter CE Delft (2017) gebruiken (geen €/tonkm, maar €/eenheid) wat recentere getallen biedt.

<sup>48</sup> CE Delft en VU (2014) hebben ook en midden/laag/hog waarde voor geluid (p.137). De variatie daartussen is volledig afhankelijk van hogere of lagere schaduwpreizen voor geluidsemissies. Dus volledig afhankelijk van een hogere of lagere waardering per eenheid extern effect. Dan kunnen we net zo goed CE Delft (2017) gebruiken (geen €/tonkm, maar €/eenheid) wat recentere getallen biedt.

Verandering in externe kosten en infrastructuurkosten van het goederenvervoer door modal shift

**Tabel E1.4 Onzekerheidsmarges geluid spoorverkeer**

Geluidsniveau	Eenheid	Centrale waarde	Lage waarde	Hoge waarde	Lage waarde	Hoge waarde
50-54	dB(A)	€ 4	€ 3	€ 7	75%	175%
55-59	dB(A)	€ 27	€ 22	€ 33	81%	122%
60-64	dB(A)	€ 52	€ 43	€ 64	83%	123%
65-69	dB(A)	€ 57	€ 47	€ 72	82%	126%
70-74	dB(A)	€ 103	€ 84	€ 125	82%	121%
75-79	dB(A)	€ 108	€ 89	€ 134	82%	124%
≥80	dB(A)	€ 111	€ 91	€ 138	82%	124%
Gemiddeld					81%	131%

Bron: CE Delft (2017, p.139, tabel 39). Bedragen in €2015 per dB(Lden) per persoon per jaar

**Tabel E1.5 Onzekerheidsmarges congestie**

Vervoerwijze	Midden	Laag	Hoog	Lage waarde	Hoge waarde
Vrachtauto	€ 22	€ 20	€ 25	91%	114%

Bron: CE Delft en VU (2014, p.154, tabel 79). Bedragen in €/1000 tonkm

**Tabel E1.6 Onzekerheidsmarges broeikasgasemissies en luchtvervuilende emissies door productie van brandstof- en elektriciteit voor voertuigen (well-to-tank emissies)**

Vervoerwijze	Midden	Laag	Hoog	Lage waarde	Hoge waarde
Weg	€ 4,8	€ 1,9	€ 9,4	40%	196%
Spoor elektrisch	€ 1,7	€ 0,4	€ 3,2	24%	188%
Spoor diesel	€ 1,1	€ 0,4	€ 2,2	36%	200%
Binnenvaart	€ 1,6	€ 0,6	€ 3,1	38%	194%
Gemiddeld				34%	194%

Bron: CE Delft en VU (2014, p.128, tabel 61). Bedragen in €/1000 tonkm.

Verandering in externe kosten en infrastructuurkosten van het goederenvervoer door modal shift

### Onzekerheidsmarges tank-to-wheel broeikasgasemissies

Voor de centrale waarde voor de kosten van broeikasgasemissies hanteert CE Delft (2022) €65/tCO<sub>2</sub> met een lower en upper bound van €16 en €107 (CE Delft, 2019, p.64). Prijzen zijn gebaseerd op verschillende beleidsdoelstellingen voor 2018. De onder- en bovengrens zijn dan 25% en 165%.

**Tabel E1.7 Onzekerheidsmarges infrastructuur**

<b>Vervoerwijze</b>	<b>Midden</b>	<b>Laag</b>	<b>Hoog</b>	<b>Lage waarde</b>	<b>Hoge waarde</b>
Weg	€ 2.576,0	€ 2.134,0	€ 3.021,0	83%	117%
Spoor elektrisch	€ 129,0	€ 108,0	€ 132,0	84%	102%
Spoor diesel	€ 69,0	€ 59,0	€ 74,0	86%	107%
Binnenvaart	€ 1,4	€ 1,2	€ 1,5	86%	107%

Bron: CE Delft en VU (2014, p.51, 59, 65)

Opmerkingen: bedragen wegvervoer in miljoenen, want alleen bandbreedte beschikbaar voor totale kosten. Voor spoor en binnenvaart zijn het bedragen per 1000 tonkm. Voor binnenvaart zijn alleen variabele kosten meegenomen omdat die bepalend zijn voor de marginale kosten van infrastructuur. Voor spoor is de uitsplitsing naar vast en variabel niet gemaakt.

## Bijlage F Berekenen effect vrachtwagenheffing op weginfrastructuurkosten voor de overheid per vervoersprestatie

We gaan uit van een heffing van €0,15 per km (MuConsult, 2018). Uit de kostenkengetallen voor het goederenvervoer (Panteia, 2020b) nemen we jaarkilometrages en vervoersprestaties voor 2018 over voor voertuigtypen die lading vervoeren die geshift kan worden (zie tabel F1.1).

**Tabel F1.1 Gegevens ten behoeve van inschatten effect vrachtwagenheffing op infrastructuurkosten voor de overheid**

Voertuigtype	Jaarkilometrage (km)	Vervoersprestatie per jaar <sup>49</sup> (tonkm)
Vrachtauto, stukgoed	78.000	397.800
Vrachtauto + aanhanger, stukgoed	78.000	850.200
Trekker + oplegger, stukgoed	84.000	1.142.400
Trekker + oplegger, containers	105.000	1.386.000
Ongewogen gemiddelde	86.250	944.100

Bron: Panteia (2020b)

De extra kosten door de vrachtwagenheffing voor een gemiddeld wegvoertuig zijn dan  $86.250 \text{ km} \times €0,15 = €12.937,50$  per jaar. Deze kosten delen we vervolgens door de vervoersprestatie van een gemiddeld wegvoertuig:  $€12.937,50 / 944.100 \text{ tonkm} = €0,01370$ . Dat is 1,370 €-cent per tonkm. De infrastructuurheffing stijgt daardoor van 0,212 €-cent per tonkm (CE Delft, 2019b), naar 1,582 €-cent per tonkm.

**Tabel F1.2 Gegevens ten behoeve van inschatten effect afschaffing Motorrijtuigenbelasting (MRB)<sup>50</sup> en vignet op infrastructuurkosten voor de overheid**

Voertuigtype	MRB	Vignet	Totaal
Vrachtauto, stukgoed	€ 308	€ 750	€ 1058
Vrachtauto + aanhanger, stukgoed	€ 832	€ 1250	€ 2082
Trekker + oplegger, stukgoed	€ 832	€ 1250	€ 2082
Trekker + oplegger, containers	€ 832	€ 1250	€ 2082
Ongewogen gemiddelde	€ 701	€ 1125	€ 1826

Bron: Panteia (2020b)

Dan corrigeren we die 1,582 €-cent per tonkm voor het feit dat de kosten voor MRB en vignet vervallen. We gebruiken daarvoor het gegeven in tabel F1.2:  $€1.826 / 944.100 \text{ tonkm} = €0,00193$ . Dat is 0,193 €-cent per tonkm. Dit resulteert in een tarief van  $1,582 \text{ €-cent} - 0,193 \text{ €-cent} = 1,389 \text{ €-cent}$  per tonkm. Het verschil met de marginale infrastructuurkosten voor het wegvervoer daalt daardoor.

<sup>49</sup> Dit is het product van het jaarkilometrage en de gemiddelde belading per voertuigtype. Deze gegevens staan in de Excelbijlagen van Panteia (2020b).

<sup>50</sup> De MRB wordt eigenlijk niet geheel afgeschaft maar verlaagd tot het Europese minimum: <https://www.vrachtwagenheffing.nl/veelgestelde-vragen>. Voor het gemak gaan we ervan uit dat de MRB er helemaal af gaat.

## Colofon

Dit is een uitgave van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM),  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

We willen Thierry Vanellander van de Universiteit Antwerpen bedanken voor het reviewen van dit onderzoeksrapport. Daarnaast bedanken we Klaas Friso (Dat.mobility BV) en Lourentz Hek (Goudappel BV) voor de analyses voor het bepalen van de Modal Shift Potenties, en Monique van den Berg (Rijkswaterstaat-WVL) voor het meedenken daarover. De verantwoordelijkheid voor de inhoud en de conclusies van dit onderzoeksrapport ligt volledig bij het KiM.

Maart 2023

Auteur:

Olaf Jonkeren

Projectnummer: ER2010

Vormgeving en opmaak: IenW

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

Bezuidenhoutseweg 20

2594 AV Den Haag

Postbus 20901

2500 EX Den Haag

Telefoon : 070 456 1965

Website : [www.kimnet.nl](http://www.kimnet.nl)

E-mail : [info@kimnet.nl](mailto:info@kimnet.nl)

Publicaties van het KiM zijn als PDF te downloaden van onze website [www.kimnet.nl](http://www.kimnet.nl) of aan te vragen bij het KiM (via [info@kimnet.nl](mailto:info@kimnet.nl)). U kunt natuurlijk ook altijd contact opnemen met één van onze medewerkers.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Jonkeren, O. (2023) *Verandering in externe kosten en infrastructuurkosten van het goederenvervoer door modal shift*. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM), Den Haag.