

**Earth, Life & Social Sciences**Anna van Buerenplein 1  
2595 DA Den Haag  
Postbus 96800  
2509 JE Den Haag[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 00 00

**TNO-rapport****TNO 2017 R10463****Modal shift van weg naar spoor  
Potentie tot 2050 en effect op CO<sub>2</sub>-uitstoot**

Datum	6 april 2017
Auteur(s)	Jorrit Harmsen Ruben Franssen Thijs Smit
Exemplaarnummer	2017-STL-RAP-0100304802
Aantal pagina's	37 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	3
Opdrachtgever	Stichting Connekt
Projectnaam	Connekt - van Modal shift naar spoor
Projectnummer	060.25524

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2017 TNO

# Samenvatting

## Inleiding

In het onderzoeksrapport “Exploitatie van de Betuwelijn” heeft de Algemene Rekenkamer de aanbeveling gedaan een onderzoek uit te voeren naar de mate waarin de Betuweroute kan bijdragen aan een modal shift van het goederenvervoer van de weg naar het spoor. Ook heeft de Rekenkamer aanbevolen het effect van deze verschuiving van de weg naar het spoor op de CO<sub>2</sub>-uitstoot inzichtelijk te maken.

Daarom heeft het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, via Connekt, TNO-opdracht gegeven de potentie van modal shift van de weg naar het spoor in Nederland te onderzoeken. Het verslag van het TNO-onderzoek ligt nu voor u.

## Onderzoeksvragen

In het onderzoek zijn voor de zichtjaren 2014, 2020, 2030 en 2050 de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

- Welke goederenstromen in Nederland kunnen in theorie van de weg naar het spoor worden verschoven en welk aandeel van deze goederenstromen zal over de Betuweroute worden vervoerd?
- Voor welk aandeel van deze stromen is het realistisch om een verschuiving van weg naar spoor te veronderstellen?
- Tot welke CO<sub>2</sub>-besparing leidt de potentieel realistische verschuiving van weg naar spoor?

## Aanpak en afbakening van het onderzoek

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden, zijn drie onderzoekstappen gevolgd:

1. Het vaststellen van de goederenstromen over de weg die in potentie kunnen worden verschoven naar het spoor, door te bekijken welke stromen over de weg overlappen met stromen via het spoor. Daarbij is voor de betreffende transportritten ook bekeken of zowel in de herkomstregio als in de bestemmingsregio een spoorterminal aanwezig is en in welke mate voor deze ritten gebruik kan worden gemaakt van bestaande raildiensten.
2. Het maken van een vergelijking van de kostprijs van transport via de weg met de kostprijs van transport via het spoor. In deze studie wordt ervan uitgegaan dat transporteurs alleen zullen kiezen voor een andere vervoersmodaliteit als de kosten ervan lager zijn. Daarom is verondersteld dat verschuiving van goederenstromen in potentie mogelijk is als de kosten voor het spoorvervoer, overslag én voor- en na transport lager zijn dan de kosten voor vervoer via de weg. Daar waar voor het verschuiven van transport van de weg naar het spoor een nieuwe spoordienst vereist is, is tevens beoordeeld of er voor die nieuwe dienst voldoende volume aanwezig is om deze rendabel te maken.
3. Het berekenen van de CO<sub>2</sub>-besparing die gepaard gaat met de gevonden verschuivingen van transport van de weg naar transport via het spoor. Voor het schatten van de CO<sub>2</sub>-besparing is uitgegaan van twee verschillende situaties:
  - Een scenario waarin wordt uitgegaan van de huidige uitstoot van treinen en vrachtwagens.
  - Een scenario waarbij wordt uitgegaan van technologische verbeteringen waardoor de uitstoot van treinen en vrachtwagens sterk vermindert.

In het onderzoek is gebruik gemaakt van gedetailleerde goederenvervoerbestanden van Rijkswaterstaat en ProRail. Daarnaast is gebruik gemaakt van de Basisprognoses Goederenvervoer 2017, die zijn gebaseerd op de WLO2015-scenario's. Deze prognoses zijn ook gebruikt in de NMCA 2017.

In dit onderzoek is gekeken naar goederenstromen die in containers of als stuklading in vrachtwagens worden vervoerd; het transport van droge en natte bulk over de weg is buiten beschouwing gelaten, omdat dit voornamelijk vervoer over korte afstanden betreft.

### Welke goederenstromen in Nederland kunnen in theorie van de weg naar het spoor worden verschoven?

In totaal werd in 2014 354 miljoen ton via de weg in containers of als stukgoed vervoerd. Ruim 12% (43 miljoen ton) van dit wegvervoer kan in theorie ook over het spoor worden vervoerd, omdat de routes ervan een overlap met het spoornetwerk vertonen. Dit betreft bijvoorbeeld

- binnenlands vervoer (bijvoorbeeld van Rotterdam naar Noord-Nederland of van Rotterdam naar Limburg);
- vervoer tussen Noord-Duitsland en Polen (North Sea-Baltic TEN-T corridor);
- vervoer tussen het Duitse Rijngebied en Noord-Italië (Rhine-Alpine corridor);
- diverse routes in Zuid-Frankrijk en in;
- Noord Spanje (Atlantic corridor).

Voor ongeveer 8 miljoen ton van alle wegvervoerstromen die een overlap vertonen met het spoorvervoer zou de Betuweroute in 2014 als alternatief hebben kunnen dienen.

Voor het schatten van de volumes tot en met 2050 is gebruik gemaakt van een hoog en een laag groeiscenario. Wegvervoerstromen die overlap hebben met het spoornetwerk via de Betuweroute groeien tot 2050 naar 12 miljoen ton in het lage scenario en 18 miljoen ton in het hoge scenario (zie tabel 0-1). Tabel 0-1 toont verder een overzicht van de totale volumes van het wegvervoer en de mate waarin deze in de verschillende scenario's en in de verschillende zichtjaren geografisch gezien overlap vertonen met het spoornetwerk.

Tabel 0-1: Overzicht van het totale wegvervoer en het wegvervoer met overlap met het spoornetwerk (totaal, Duitse grens en Betuweroute) voor verschillende zichtjaren (in miljoen ton).

	2014	Laag 2020	Laag 2030	Laag 2050	Hoog 2020	Hoog 2030	Hoog 2050
Totaal volume wegvervoer (stukgoed en containers)	354	368	393	431	387	448	551
Totaal marktvolume met overlap spoor	43	46	50	56	49	59	76
Marktvolume met overlap spoor via de Duitse grens	12	13	14	17	14	18	26
Marktvolume met overlap spoor via de Betuweroute	8	8	9	12	9	12	18

### Van welke goederenstromen is het realistisch om aan te nemen dat zij van de weg naar het spoor zullen worden verschoven?

Wordt voor de goederenstromen die vanuit geografisch oogpunt in aanmerking komen voor een modal shift van weg naar spoor een kostenvergelijk gemaakt, dan komt naar voren dat ongeveer 13 miljoen ton (4%) van het wegvervoer in 2014 verschoven had kunnen worden naar het spoor. Van dit totaal gaat 4 miljoen ton via de Nederlands-Duitse grens, waarvan 3 miljoen ton de Betuweroute gebruikt. De potentiële modal shift via de Betuweroute groeit tot 2050 naar 5 miljoen ton in het lage scenario en 8 miljoen in het hoge scenario (zie tabel 0-2).

Tabel 0-2: Overzicht van het totale wegvervoer en het wegvervoer dat op basis van een kostenvergelijk realistisch gezien naar spoor kan verschuiven (totaal, Duitse grens en Betuweroute) voor verschillende zichtjaren (in miljoen ton).

	2014	Laag 2020	Laag 2030	Laag 2050	Hoog 2020	Hoog 2030	Hoog 2050
Totaal volume wegvervoer (stukgoed en containers)	354	368	393	431	387	448	551
Totaal realistisch potentieel voor modal shift	13	14	15,5	17,5	15	18,5	24,5
Realistisch potentieel voor modal shift via de Duits grens	4	5	5,5	7,5	5	7,5	12
Realistisch potentieel voor modal shift via de Betuweroute	3	3	3,5	5	3,5	5	8

### CO<sub>2</sub>-besparing die gepaard gaat met de gevonden modal shift

Wanneer in 2014 als gevolg van modal shift 13 miljoen ton goederen van de weg naar het spoor zouden zijn verschoven, dan zou dit de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 380.000 ton hebben gereduceerd. Deze besparing komt overeen met ca 10% van de uitstoot van het totale wegtransport voor stukgoed en containers in Nederland. De vermindering van de uitstoot is hoog ten opzichte van het verschoven volume (4%), omdat juist vervoer met relatief lange afstanden wordt verschoven. Het aandeel van deze CO<sub>2</sub>-reductie van stromen via de Betuweroute bedraagt 150.000 ton.

De ontwikkeling van de uitstoot naar 2050 hangt af van de groei van het volume en de mate waarin technologische verbeteringen doorzetten. Voor 2050 in het hoge scenario bedraagt de potentiële CO<sub>2</sub>-reductie door modal shift via de Betuweroute 360.000 ton, wanneer geen rekening wordt gehouden met technische maatregelen (zie tabel 0-3) en 200.000 ton wanneer men wel uitgaat van de potentie van verbeteringen in de voertuigtechniek (zie tabel 0-4). Verbeteringen in voertuigtechniek leiden namelijk tot een sterke vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het wegverkeer, en daarmee leiden minder weggel kilometers in dat geval tot een kleinere CO<sub>2</sub>-besparing. In het lage scenario betreft de CO<sub>2</sub>-besparing respectievelijk 200.000 (zonder technische maatregelen) en 110.000 ton (met technische maatregelen).

Modal shift kan een belangrijke bijdrage leveren aan het halen van de klimaatdoelstelling voor 2050 die is vastgesteld in de klimaatop in Parijs. Technische verbeteringen in het wegtransport alleen zijn niet voldoende om het doel te bereiken. Modal shift van weg naar spoor kan een extra bijdrage leveren die

gelijk is aan 5% van de totale benodigde reductie om de doelstelling voor het vervoer van stukgoed en containers te behalen. Ten opzichte van de doelstelling van het totale wegverkeer in Nederland is de bijdrage 1%.

Tabel 0-3: Totale CO<sub>2</sub>-uitstoot door het wegvervoer van stukgoed en containers en de potentiële CO<sub>2</sub>-besparing door modal shift van weg naar spoor (totaal, Duitse grens en Betuweroute) voor verschillende zichtjaren, **zonder** technische besparingen (in Megaton CO<sub>2</sub>).

	2014	Laag 2020	Laag 2030	Laag 2050	Hoog 2020	Hoog 2030	Hoog 2050
Totaal CO <sub>2</sub> -uitstoot wegvervoer (stukgoed en containers)	5,8	6,2	6,8	7,4	6,6	8,2	10,4
CO <sub>2</sub> -besparing door modal shift	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,8
CO <sub>2</sub> -besparing door modal shift modal via de Duits grens	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5
CO <sub>2</sub> -besparing door modal shift modal via de Betuweroute	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4

Tabel 0-4: Totale CO<sub>2</sub>-uitstoot door wegvervoer van stukgoed en containers en potentiële CO<sub>2</sub>-besparing door modal shift van weg naar spoor (totaal, Duitse grens en Betuweroute) voor verschillende zichtjaren, **met** technische besparingen (in Megaton CO<sub>2</sub>).

	2014	Laag 2020	Laag 2030	Laag 2050	Hoog 2020	Hoog 2030	Hoog 2050
Totaal CO <sub>2</sub> -uitstoot wegvervoer (stukgoed en containers)	5,8	4,6	3,1	3,6	4,9	3,7	5,0
CO <sub>2</sub> -besparing door modal shift	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
CO <sub>2</sub> -besparing door modal shift modal via de Duits grens	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3
CO <sub>2</sub> -besparing door modal shift modal via de Betuweroute	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>7</b>
1.1	Achtergrond .....	7
1.2	Onderzoeksvragen .....	7
1.3	Aanpak en afbakening van het onderzoek .....	7
1.4	Leeswijzer .....	8
<b>2</b>	<b>Overlap van goederenstromen via de weg en het spoor</b> .....	<b>9</b>
2.1	Inleiding .....	9
2.2	Goederenstromen via de weg en het spoor in de verschillende zichtjaren .....	9
2.3	Overlap wegvervoer met het spoornetwerk .....	12
<b>3</b>	<b>De potentie van modal shift van weg naar spoor</b> .....	<b>17</b>
3.1	Inleiding .....	17
3.2	Gehanteerde aannames om te komen tot een realistisch potentieel .....	17
3.3	Realistisch potentieel voor modal shift .....	19
3.4	Effect van de realistische potentiële modal shift op benodigde spoorcapaciteit .....	23
<b>4</b>	<b>Effecten van modal shift op CO<sub>2</sub>-uitstoot</b> .....	<b>25</b>
4.1	Inleiding .....	25
4.2	Resultaat CO <sub>2</sub> -uitstoot over de zichtjaren .....	25
4.3	Resultaat CO <sub>2</sub> -scenario's in vergelijking met de CO <sub>2</sub> -doelstelling voor 2050 .....	27
<b>5</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>Ondertekening</b> .....	<b>31</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
	A Modal shift bij luchtvrachtvervangend wegvervoer	
	B Rekenvoorbeelden kostenvergelijking weg en spoor	
	C Methodiek berekening bijdrage modal shift aan klimaatdoelstelling	

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

In het onderzoeksrapport “Exploitatie van de Betuwelijn” heeft de Algemene Rekenkamer de aanbeveling gedaan een onderzoek uit te voeren naar de mate waarin de Betuweroute kan bijdragen aan een modal shift van het goederenvervoer van de weg naar het spoor. Ook heeft de Rekenkamer aanbevolen het effect van deze verschuiving van de weg naar het spoor op de CO<sub>2</sub>-uitstoot inzichtelijk te maken.

Door TNO de potentie van modal shift van de weg naar het spoor in Nederland te laten onderzoeken, heeft het Ministerie van Infrastructuur en Milieu via Connekt invulling gegeven aan de aanbeveling van de Algemene Rekenkamer. Het verslag van het TNO-onderzoek ligt nu voor u.

Dit onderzoek loopt parallel met een onderzoek naar de verandering van het aandeel spoor in het goederenvervoer tussen de regio's Rijnmond en het Noordzeekanaalgebied enerzijds en Duitsland en Italië anderzijds in de periode 2005 – 2014, uitgevoerd door het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM, 2017a). Daarnaast heeft het KiM enkele vragen over de Betuweroute beantwoord (zie KiM, 2017b).

## 1.2 Onderzoeksvragen

In het onderzoek zijn voor de zichtjaren 2014, 2020, 2030 en 2050 de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

- Welke goederenstromen in Nederland kunnen in theorie van de weg naar het spoor worden verschoven en welk aandeel van deze goederenstromen zal over de Betuweroute worden vervoerd?
- Voor welk aandeel van deze stromen is het realistisch om een verschuiving van weg naar spoor te veronderstellen?
- Tot welke CO<sub>2</sub>-besparing leidt de potentieel realistische verschuiving van weg naar spoor?

## 1.3 Aanpak en afbakening van het onderzoek

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden, zijn drie onderzoekstappen gevolgd:

1. Het vaststellen van de goederenstromen over de weg die in potentie kunnen worden verschoven naar het spoor, door het te bekijken welke stromen over de weg overlappen met stromen via het spoor. Daarbij is voor de betreffende transportritten ook bekeken of zowel in de herkomstregio als in de bestemmingsregio een spoorterminal aanwezig is en in welke mate voor deze ritten gebruik kan worden gemaakt van bestaande railyndiensten.
2. Het maken van een vergelijking van de kostprijs van transport via de weg met de kostprijs van transport via het spoor. In deze studie wordt ervan uitgegaan dat transporteurs alleen zullen kiezen voor een andere vervoersmodaliteit als de kosten ervan lager zijn. Daarom is verondersteld dat verschuiving van goederenstromen in potentie mogelijk is als de kosten voor het spoorvervoer, overslag én voor- en na transport lager zijn dan de kosten voor vervoer via de

weg. Daar waar voor het verschuiven van transport van de weg naar het spoor een nieuwe spoordienst vereist is, is tevens beoordeeld of er voor die nieuwe dienst voldoende volume aanwezig is om deze rendabel te maken.

3. Het berekenen van de CO<sub>2</sub>-besparing die gepaard gaat met de gevonden verschuivingen van transport van de weg naar transport via het spoor. Voor het schatten van de CO<sub>2</sub>-besparing is uitgegaan van twee verschillende situaties:
  - Een scenario waarin wordt uitgegaan van de huidige uitstoot van treinen en vrachtwagens.
  - Een scenario waarbij wordt uitgegaan van technologische verbeteringen waardoor de uitstoot van treinen en vrachtwagens sterk vermindert.

In het onderzoek is gebruik gemaakt van gedetailleerde goederenvervoerbestanden van Rijkswaterstaat en ProRail. Hierbij is gebruik gemaakt van de laatst beschikbare zichtjaren, te weten 2014 voor de weg en 2015 voor het spoor<sup>1</sup>. Deze bestanden geven op een nauwkeurig detailniveau inzicht in alle goederenstromen via de weg en via het spoor op het Nederlandse grondgebied. In deze studie is uitgegaan van het hoogste detailniveau: herkomst en bestemmingen op NUTS3-niveau (dit staat gelijk aan COROP-regio's in Nederland en districten of Kreise in Duitsland) en goederensoort op basis van NSTR2-niveau (onderscheid naar 52 goederensoorten).

Om de potentiële modal shift te bepalen voor de zichtjaren 2020, 2030 en 2050 is gebruik gemaakt van de Basisprognoses Goederenvervoer 2017, die zijn gebaseerd op de WLO2015-scenario's. Deze prognoses zijn ook gebruikt in de Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse 2017. De analyse voor de toekomstige jaren is uitgevoerd op hetzelfde detailniveau als het basisjaar.

#### 1.4 Leeswijzer

De drie hierboven beschreven stappen worden achtereenvolgens in het rapport behandeld. Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de goederenstromen via het wegvervoer en het spoorvervoer in de verschillende zichtjaren. Daarnaast wordt een overzicht gegeven van de goederenstromen over de weg die overlappen met stromen via het spoor. Deze stromen kunnen theoretisch verschoven worden van de weg naar het spoor. In hoofdstuk 3 wordt gepresenteerd voor welke goederenstromen het realistisch is om aan te nemen dat zij van de weg naar het spoor kunnen worden verschoven op basis van een vergelijking van de kostprijs tussen het weg en het spoorvervoer. In hoofdstuk 4 worden de CO<sub>2</sub>-besparingen gepresenteerd die gepaard gaan met de potentiële modal shift. Hoofdstuk 5 behandelt de belangrijkste conclusies.

---

<sup>1</sup> Omdat het jaar 2014 niet beschikbaar was voor het spoor is gekozen om van verschillende zichtjaren gebruik te maken.



## 2 Overlap van goederenstromen via de weg en het spoor

### 2.1 Inleiding

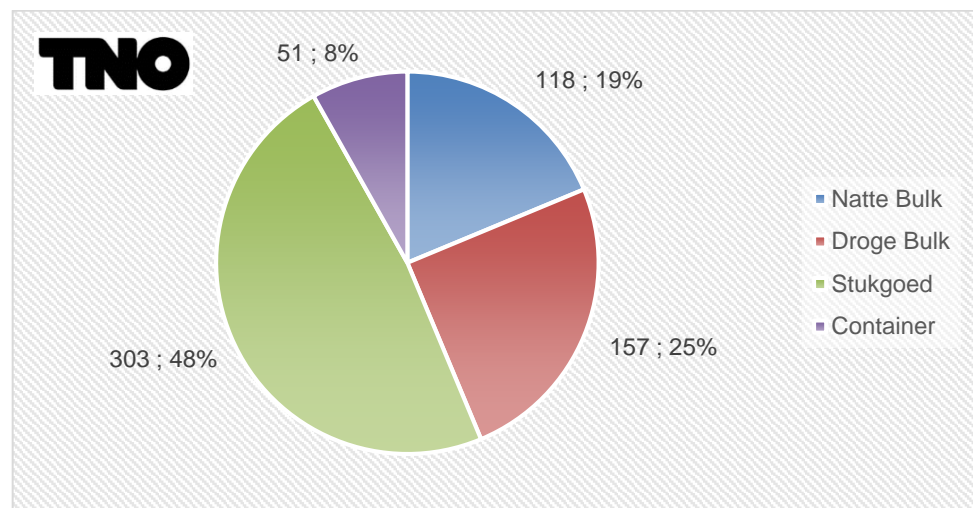
In dit hoofdstuk wordt bepaald welk deel van de goederenstromen over de weg in theorie kan worden verschoven naar het spoor. Daartoe wordt allereerst in paragraaf 2.2 voor de verschillende zichtjaren een overzicht gepresenteerd van de volumes van het wegtransport en het spoorvervoer. Paragraaf 2.3 toont vervolgens de overlap tussen het wegvervoer en het spoornetwerk en toont aan welk aandeel van het wegvervoer verschoven kan worden naar het spoor.

### 2.2 Goederenstromen via de weg en het spoor in de verschillende zichtjaren

#### 2.2.1 Wegvervoer in 2014

In Figuur 2-1 is het totale volume weergegeven dat in 2014 over de weg op het Nederlandse grondgebied is vervoerd. Dit bestaat uit binnenlands vervoer, vervoer van en naar Nederland en doorvoer.

In totaal werd in 2014 630 miljoen ton via de weg vervoerd<sup>2</sup>. In de figuur is tevens de verschijningsvorm van het volume aangegeven. Ongeveer de helft van het vervoer bestaat uit stukgoed (vervoer op pallets dat in bakladingen of trailers wordt vervoerd). Vervoer van natte bulk (bijvoorbeeld olie of gas) en droge bulk (zand, grint of kolen) heeft een aandeel van ca 44%. Containervervoer bedraagt ca 8 % van het totaal.



Figuur 2-1: Volume goederenvervoer over de weg per verschijningsvorm op Nederlands grondgebied in 2014 (in miljoen ton).

<sup>2</sup> Hierbij is alleen uitgegaan van vervoer in volledige ladingen, 1 zending per rit. Veel andere transportbewegingen bestaan uit distributievervoer met meerdere bestemmingen. Deze zijn niet in dit onderzoek opgenomen omdat het hier vooral gaat om winkelbevoorrading en distributieritten.

**Natte en droge bulk**

De stromen met bulkgoederen zijn niet opgenomen in dit onderzoek. Uit analyse komt naar voren dat de stromen over langere afstanden waar mogelijk reeds via het spoor en binnenvaart worden vervoerd, gezien de lage waarde van de goederen. Veel stromen van natte en droge bulk die via de weg worden vervoerd betreft regionale bevoorrading (bijvoorbeeld aanvoer van tankstations en infrastructuurprojecten).

**Containerstromen**

Containerstromen zijn interessant om te verplaatsen van weg naar spoor als de afstand lang genoeg is. Op korte afstanden is het door overslagkosten en -tijd niet interessant om gebruik te maken van het spoor in plaats van wegvervoer. Uit analyse van de containerstromen via de weg komt naar voren dat ongeveer 60% van het transport een afstand van minder dan 50 kilometer aflegt. Het gaat hier bijvoorbeeld om voor- en natransport tussen binnenlandse terminals en de verlader of vervoer tussen terminals in de regio Rotterdam (zogenaamd interterminal transport). Het overige transport komt wel in aanmerking voor modal shift en is meegenomen in de analyse.

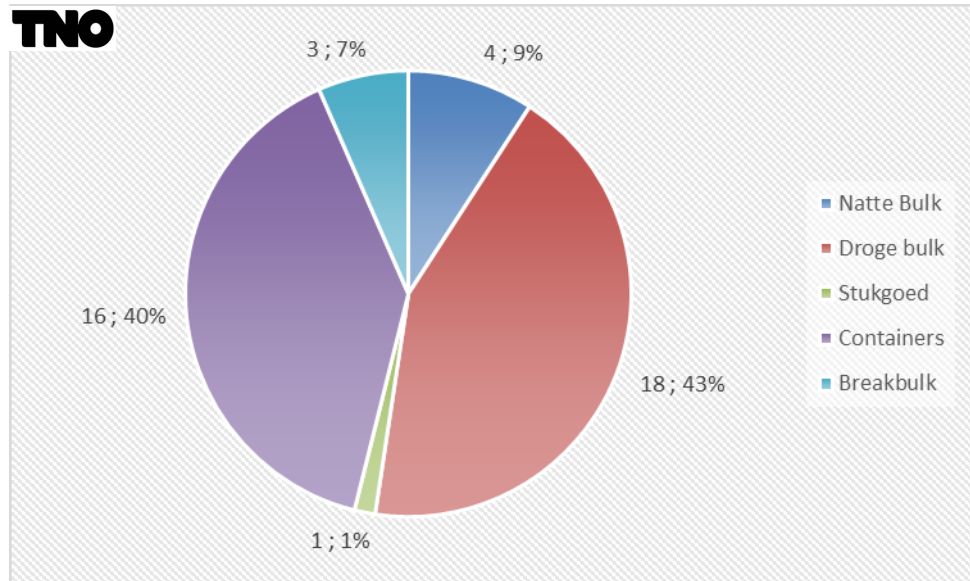
In het containervervoer wordt onderscheid gemaakt tussen maritieme en continentale containers. Onder continentaal transport wordt al het transport beschouwd waarvan zowel de herkomst als de bestemming op het Europese continent ligt. Transport waarvan de herkomst of de bestemming een zeehaven is, wordt beschouwd als een maritieme stroom. Dit onderscheid is van belang omdat bij het transporteren van maritieme containers via het spoor slechts één keer voor- of natransport plaatsvindt. Bij continentaal transport is dat vaak twee keer. Bovendien zijn er vaak vanuit zeehavens al veel bestaande spoordiensten beschikbaar, waardoor de potentie voor modal shift groter is. Ongeveer twee derde van het containervervoer via de weg (met een afstand langer dan 50 kilometer) betreffen maritieme containers.

**Stukgoedstromen**

Stukgoedstromen hebben met 48% van het totale volume een groot aandeel in het wegvervoer. Er worden relatief langere afstanden afgelegd in vergelijking met bulk stromen. Stukgoed stromen kunnen overgezet worden van de weg naar het spoor. Dit kan door trailer op treinen te plaatsen of de inhoud van trailers in containers te vervoeren. Door het grote volume, de langere afstanden en de mogelijkheid om stukgoed in containers te laden, zijn deze stromen geschikt voor modal shift.

**2.2.2 Spoorvervoer in 2015**

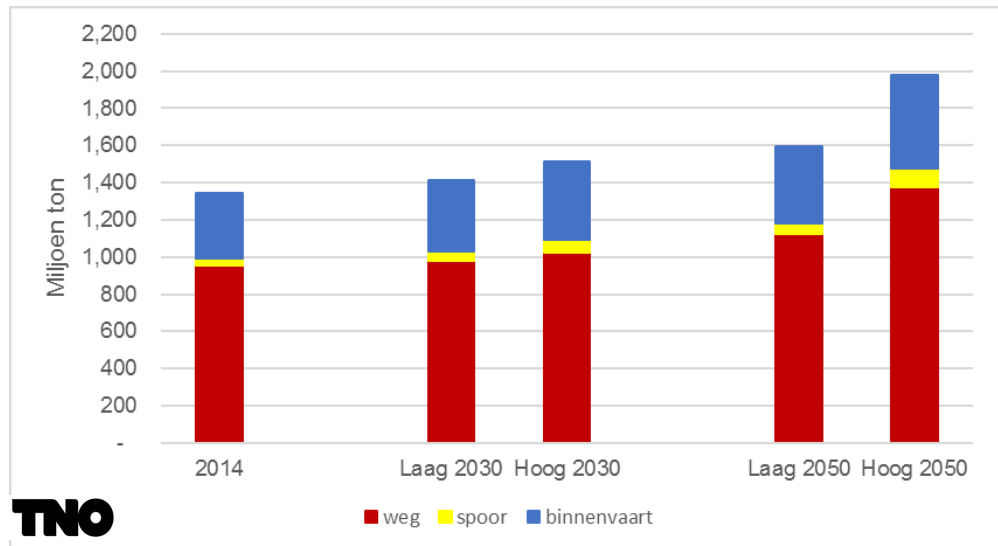
Om de overlap tussen het wegvervoer en het spoorvervoer te kunnen bepalen, is inzicht nodig in de goederenstromen via spoor. Figuur 2-2 geeft een overzicht van de huidige omvang van het spoorvervoer. In totaal werd in 2015 41 miljoen ton via het spoor vervoerd. Dit betrof met name het vervoer van droge bulk (kolen en ijzererts) en het vervoer van containers.



Figuur 2-2: Volume goederenvervoer over het spoor per verschijningsvorm op Nederlands grondgebied in 2015 (in miljoen ton).

2.2.3 Groei weg- en spoorvervoer tot 2050

Voor deze studie is een prognose gemaakt van de potentiële verschuiving van weg naar spoor voor de zichtjaren 2020, 2030 en 2050. Voor deze zichtjaren is gebruik gemaakt van de Basisprognoses Goederenvervoer 2017, die zijn gebaseerd op de WLO2015-scenario's. De WLO2015-scenario's zijn gemaakt voor de jaren 2030, 2040 en 2050 voor een hoog en een laag scenario<sup>3</sup>. Figuur 2-3 geeft inzicht in de groei van het totale vervoerde volume voor weg, spoor en binnenvaart voor de zichtjaren 2030 en 2050.



Figuur 2-3: Ontwikkeling goederenvervoer per modaliteit in Nederland tussen 2014 en 2050 volgens de WLO2015-scenario's (in miljoenen ton).

<sup>3</sup> De volumes voor het jaar 2020 zijn geschat op basis van een interpolatie tussen de huidige volumes en de prognoses van 2030.

Zoals de figuur laat zien nemen de spoorvolumes in beide scenario's toe. Het aandeel spoor op het totale volume blijft echter gering: in het huidige (2014) volume bedraagt het aandeel 3,1%. Dit groeit naar 4,7% in het lage scenario en naar 5,0% in het hoge scenario in het zichtjaar 2050.

Uit de prognosebestanden komen een aantal opvallende punten naar voren die een positief effect hebben op de potentie van modal shift:

- Het spoorvervoer groeit relatief sneller dan het wegvervoer.
- Containervervoer groeit relatief harder dan andere verschijningsvormen (bulk, stukgoed), zowel via de weg als via het spoor.
- Internationaal vervoer groeit relatief harder dan het binnenlands vervoer, zowel via de weg als via het spoor.

## 2.3 Overlap wegvervoer met het spoornetwerk

### 2.3.1 Aanpak

In deze paragraaf wordt de overlap tussen goederenvervoer via de weg en het spoor in kaart gebracht. De analyse is alleen in kaart gebracht voor stukgoed en containervervoer via de weg. In Tabel 2-1 staat een overzicht van de wegvervoerritten die hierbij zijn meegenomen.

Tabel 2-1: Overzicht van kenmerken van wegvervoer van containers en stukgoed over het Nederlandse grondgebied in 2014.

x1.000.000	Miljoen ton	Miljoen ritten	Miljoen tonkm in Nederland en buitenland	Miljoen tonkm in Nederland
Containers	51	6	6.687	3.235
Stukgoed	303	31	78.986	23.233
<b>Totaal</b>	<b>354</b>	<b>37</b>	<b>85.672</b>	<b>26.468</b>

Voor al deze ritten is gekeken of er een overlap is van de vrachtwagenrit met het spoornetwerk. Het gaat hierbij om stromen waarbij op de transportroute reeds een railservice aanwezig is, ofwel waarbij een railservice in potentie zou kunnen worden opgestart omdat op de herkomst- en de bestemmingslocatie een railterminal aanwezig is. In de analyse zijn alle wegvervoerritten van stukgoed en containers via het Nederlands grondgebied meegenomen. Dit kunnen binnenlandse stromen (bijvoorbeeld van Rotterdam naar Venlo) zijn, maar ook internationale ritten (zoals van Rotterdam naar Polen of van Italië naar Rotterdam). Daarnaast zijn ook doorvoerstromen meegenomen (bijvoorbeeld vervoer van Antwerpen naar Duitsland via het Nederlandse grondgebied).

In de analyse is specifiek ook gekeken naar luchtvrachtvervangendvervoer. Dit is uitgewerkt in bijlage A.

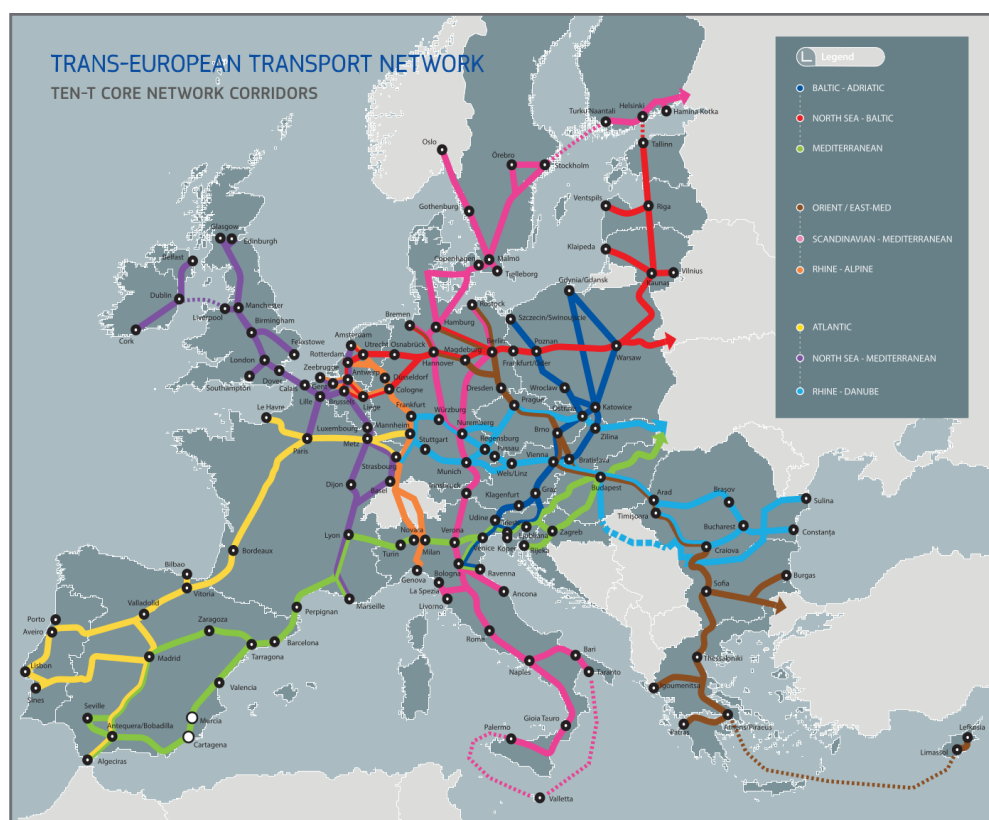
### 2.3.2 Totaal wegvervoer met overlap met het spoornetwerk in 2014

In totaal werd in 2014 354 miljoen ton via de weg in containers of als stukgoed vervoerd. Ruim 12% (43 miljoen ton) van dit wegvervoer kan in theorie ook over het spoor worden vervoerd, omdat de routes ervan een overlap met het spoornetwerk vertonen (zie Tabel 2-2). De overlap in het netwerk is iets groter voor containers (20%) dan voor stukgoed (10%).

Tabel 2-2: Overzicht van het totale wegvervoer en het wegvervoer met overlap met het spoornetwerk (in miljoen ton) in 2014.

	Stukgoed	Containers	Wegvervoer totaal
Totaal volume wegvervoer (Stukgoed en containers)	303	51	354
Totaal marktvolume met overlap spoor	34	9	43

Een geografisch overzicht van de belangrijkste herkomst en bestemmingslocaties van het wegvervoer met overlap naar het spoornetwerk is weergegeven in Figuur 2-5. Door middel van kleuren is een indicatie gegeven van de omvang van de stromen, waarbij geldt dat hoe donkerder de kleur van een regio is, hoe meer tonnen vanuit of naar deze regio vervoerd worden. Tevens is in de figuur een link gelegd naar de TEN-T corridors. Een overzicht van deze corridors is te vinden in Figuur 2-4.

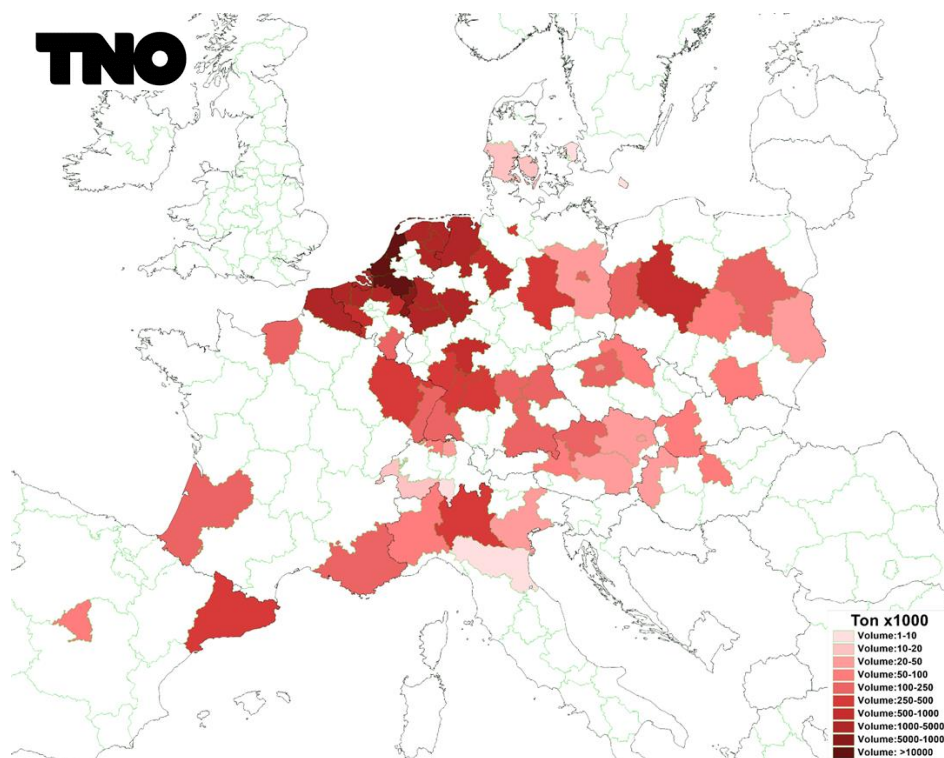


Figuur 2-4: Overzicht van TEN-T netwerk en de TEN-T corridors (Bron: Europese Commissie 2013)

Belangrijke corridors waar overlap in de netwerken aanwezig is, zijn:

- Vervoer binnen Nederland: dit zijn stromen van middellange afstanden (groter dan 150 km).
- Vervoer op de North Sea-Baltic corridor: dit betreffen stromen naar Scandinavië, Oost-Duitsland, Polen en Tsjechië. Spoorvervoer op deze corridor gaat via de Nederlands-Duitse grens en gebruikt momenteel voornamelijk de grensovergang bij Oldenzaal.
- Vervoer op de Rhine-Alpine corridor: het gaat hier om stromen van en naar het Ruhrgebied, het zuidwesten van Duitsland, Zwitserland en Noord-Italië.

- Goederenvervoer via het spoor op deze corridor gaan ook via de Nederlands-Duitse grens en gebruiken veelal de Betuweroute of de spoorovergang bij Venlo.
- Vervoer op de Rhine-Danube corridor: vervoer naar de regio Beieren in Zuid-Duitsland en verdere stromen richting Zuidoost-Europa, te weten Slowakije Hongarije en Roemenië. Spoorvervoer gaat via de Nederlands-Duitse grens, voornamelijk over de Betuweroute.
  - Vervoer via de Atlantic corridor: dit zijn vervoersstromen die via de Nederlands-Belgische grens lopen. Belangrijke bestemmingen zijn Vlaanderen (met name Antwerpen, maar ook de regio rond Gent en Zeebrugge), Zuidoost-Frankrijk en Spanje. Over deze zuidelijke route vindt momenteel alleen spoorvervoer naar de Belgische zeehavens plaats.



Figuur 2-5: Wegvervoervolume naar herkomst- en bestemmingsregio's met overlap met het spoornetwerk in 2014 (som van aanvoer en afvoer per regio).

### 2.3.3 Aandeel via Duitse grens en de Betuweroute in 2014

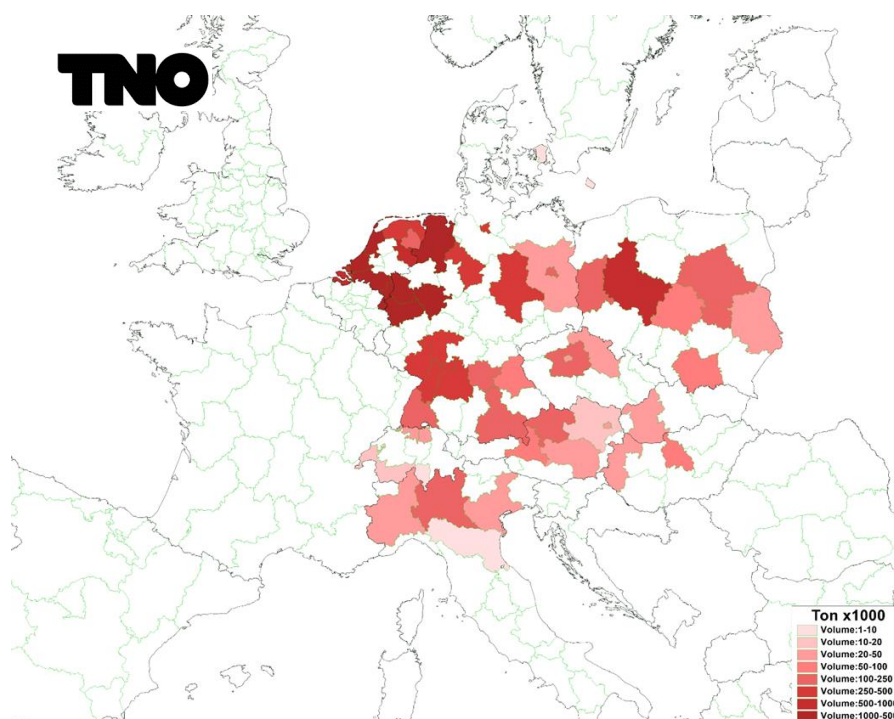
Slechts een gedeelte van de totale wegvervoerstromen die overlap vertonen met het spoornetwerk kunnen in potentie gebruik maken van de Betuweroute. Alleen wegvervoer via de Nederlands-Duitse grens komt hiervoor in aanmerking. De Betuweroute is één van de drie spoorverbindingen richting Duitsland. Het is mogelijk dat in de toekomst verschuivingen plaatsvinden in de toekenning van treinpaden, waardoor het aandeel van vervoer via de Betuweroute kan wijzigen. In de analyse is daarom ook het vervoer via de andere grensovergangen met Duitsland meegenomen.

Wegvervoerstromen die overlap hebben met spoorvervoer via de Nederlands-Duitse grens betrof 12 miljoen ton in 2014 (zie Tabel 2-3). Hiervan verliep 8 miljoen ton via de Betuweroute.

Figuur 2-6 toont de geografische weergave van de belangrijkste herkomst- en bestemmingslocaties van wegvervoer met overlap naar het spoornetwerk via de Duitse grens.

Tabel 2-3: Overzicht van het totale wegvervoer en het wegvervoer met overlap met het spoornetwerk (totaal, Duitse grens en Betuweroute) in 2014 (in miljoen ton).

	Stukgoed	Containers	Wegvervoer totaal
Totaal volume wegvervoer	303	51	354
Totaal marktvolume met overlap spoor	34	9	43
Marktvolume met overlap via de Duitse grens	10	2	12
Marktvolume met overlap via de Betuweroute	7	1	8



Figuur 2-6: Wegvervoervolume naar herkomst- en bestemmingsregio's met overlap met het spoornetwerk via de Duitse grens in 2014 (som van aanvoer en afvoer per regio).

#### 2.3.4 Prognose wegvervoer met overlap met het spoornetwerk tot 2050

Op basis van de goederenvervoerprognoses zijn de wegvervoerstromen die in theorie kunnen verschuiven voor de zichtjaren 2020, 2030 en 2050 in beeld gebracht voor een hoog en een laag groeiscenario. Wegvervoerstromen die overlap hebben met het spoornetwerk groeien tot 2050 naar 56 miljoen ton in het lage scenario en 76 miljoen ton in het hoge scenario (zie Tabel 2-4).

Wegstromen die in theorie gebruik kunnen maken van de Betuweroute groeien tot 2050 naar 12 miljoen ton in het lage scenario en 18 miljoen ton in het hoge scenario.

Tabel 2-4: Overzicht van het totale wegvervoer en het wegvervoer met overlap met het spoornetwerk (totaal, Duitse grens en Betuweroute) voor verschillende zichtjaren (in miljoen ton).

	2014	Laag 2020	Laag 2030	Laag 2050	Hoog 2020	Hoog 2030	Hoog 2050
Totaal volume wegvervoer (stukgoed en containers)	354	368	393	431	387	448	551
Totaal marktvolume met overlap spoor	43	46	50	56	49	59	76
Marktvolume met overlap spoor via de Duits grens	12	13	14	17	14	18	26
Marktvolume met overlap spoor via de Betuweroute	8	8	9	12	9	12	18



## 3 De potentie van modal shift van weg naar spoor

### 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt op basis van een vergelijking van de kostprijs van transport via de weg met de kostprijs van transport via het spoor bepaald welk gedeelte van het volume in de praktijk geschikt is voor modal shift van weg naar spoor. In dit hoofdstuk wordt eerst in paragraaf 3.2 een overzicht gegeven van de gehanteerde aannames. Vervolgens wordt in paragraaf 3.3 gepresenteerd welke volumes realistisch gezien in aanmerking komen voor een modal shift van weg naar spoor. Tot slot gaat paragraaf 3.4 in op de gevolgen van deze modal shift op het aantal benodigde treinen.

### 3.2 Gehanteerde aannames om te komen tot een realistisch potentieel

In dit hoofdstuk wordt een vergelijking gemaakt van de kostprijs van het vervoer via de weg en via het spoor. Hiervoor is een groot aantal aannames gebruikt die zijn opgesteld op basis van literatuur en een check tijdens interviews met bedrijven. Voor het verschuiven van wegvervoer naar spoorvervoer is een aantal algemene aannames opgesteld. Daarnaast zijn er specifieke aannames gedaan voor de twee verschijningsvormen, te weten stukgoed en containers.

#### 3.2.1 *Algemene aannames voor modal shift van weg naar spoor*

In deze alinea worden de algemene aannames gepresenteerd die zijn gebruikt om de potentie te bepalen van een verschuiving van wegvolumes naar spoorvolumes. Deze aannames zijn de basis voor de vertaalslag van hoeveel vrachtwagens er van de weg zouden verdwijnen en hoeveel treinen er extra zouden gaan rijden:

- Met 1 trein wordt gemiddeld 80 TEU<sup>4</sup> vervoerd. Dit is gelijk aan een gewicht van 900 ton lading.
  - Dit is de gebruikelijke lengte van containertreinen, gelimiteerd aan een lengte van maximaal 590 meter.
- Er is gebruik gemaakt van kostenkengetallen volgens de Kostenbarometer RWS (NEA, update prijspeil 2016).
- Er wordt uitgegaan van voor- en natransport tussen een railterminal en de eindlocatie. Hiervoor is een gemiddelde afstand van 25 kilometer aangenomen. Per vrachtwagenrit worden twee TEU meegenomen.
- Er moet voldoende volume zijn tussen NUTS2-regio's om minstens één trein per week te laten rijden, oftewel 52 treinen per jaar.
  - Voor het opzetten van een lijndienst op het spoor dienen goederenpaden gereserveerd te worden. Voor minder dan één trein per week wordt dit niet realistisch geacht. Voor sommige klanten kan een frequentie van één keer per week ook te laag zijn. Met name voor de langere afstanden lijkt dit echter wel afdoende.
- Verschuiving wordt in potentie mogelijk geacht als de kosten voor spoorvervoer, overslag en voor- en natransport lager zijn dan de kosten voor vervoer via de weg.
  - Een marktpartij zal geen gebruik maken van het spoor als het meer kost dan vervoer via de weg.

---

<sup>4</sup> Twenty Foot Equivalent Unit, de standaardmaat voor containers

- Voor spoor- en wegvervoer is een kostenberekening gedaan op basis van gegeneraliseerde kengetallen voor tijd en afstand. Voor beide vervoerswijzen zijn de afstanden tussen herkomst en bestemming berekend op basis van uitkomsten van het Europese ETISplus-project.
- De reistijd van wegvervoer is gebaseerd op een verwachte rijtijd afhankelijk van de afstand en rusttijd afhankelijk van de rijtijd. De rusttijden zijn gebaseerd op de geldende Europese regelgeving voor rij- en rusttijden.
- Voor spoor is aangenomen dat er gewisseld wordt van machinist en zijn er geen rusttijden meegenomen. Rijtijden zijn enkel afhankelijk van afstand en gemiddelde snelheid. Wel is uitgegaan van een significante overslagtijd (minimaal een halve dag per terminal).

### 3.2.2 *Aannames voor potentiële containervolumes van weg naar spoor*

Voor het verschuiven van containerstromen gelden specifieke aannames. Dit betreffen:

- De verhouding tussen het aantal lege en volle containers blijft gelijk aan de huidige situatie.
  - Het is niet het doel van deze studie om het lege containerprobleem op te lossen. Dat zou een studie op zich zijn en deze aanname is gedaan om dit buiten beschouwing te laten.
- Minstens 15% van de containerstroom tussen twee regio's blijft op de weg. Hierbij is naast spoor ook rekening gehouden met het vervoer via de binnenvaart (15% van totaal, weg en spoor en binnenvaart).
  - Dit is gebaseerd op de prestatie van corridors die in de huidige situatie goed bereikbaar zijn voor alle modaliteiten (Rotterdam – Antwerpen en Rotterdam – Duisburg) en op basis van ervaring van synchromodale operators. Daar blijft altijd 15 % van de containers op de weg. Dit zijn bijvoorbeeld spoedzendingen.
- Bij verschuiving van weg naar spoor komt er extra voor- en natransport van gemiddeld 25 kilometer.
  - Voor een maritieme containerstroom, van/naar een zeehaven is dit één voor- of natransportrit. Dit gebeurt alleen in het achterland.
  - Voor een continentale containerstroom zijn dit twee ritten: voor- en natransport zijn nodig in zowel de herkomst als de bestemmingsregio.

### 3.2.3 *Aannames voor potentiële stukgoedstromen van weg naar spoor*

Ook voor het bepalen van de potentie van stukgoedstromen zijn aannames gedaan.

- Minstens 30% van de stukgoedstroom blijft op de weg.
  - De aanname is dat een deel van het stukgoed bestaat uit spoedzendingen en goederen die niet overgeladen kunnen worden naar een container. Er is hierbij van uitgegaan dat een substantieel hoger aandeel van het stukgoedvervoer op de weg blijft.
- Stukgoedstromen in tonnen zijn vertaald naar het aantal pallets afhankelijk van de beladingsgraad van de vrachtwagenritten. Dit aantal pallets wordt vertaald naar een aantal 40ft-containers waar 25 europallets in kunnen.
  - In een bredere 45ft-container zouden naar verhouding meer pallets kunnen worden gepakt, namelijk 33 per container. Dit is ook de maat van een reguliere vrachtwagentrailer waarin stukgoed op lange afstand vervoerd. Deze containers kunnen prima per spoor vervoerd worden. Het bestaande aantal 45ft-containers is echter beperkt en niet altijd direct voorhanden.

- Met meenemen van deze aanname heeft tot gevolg dat, om dezelfde lading te kunnen vervoeren, relatief meer containers moeten worden gebruikt dan trailers. Dit heeft een dempende werking op de potentiële modal shift.
- Als er geen retourstroom op een traject mogelijk is, dan moeten de kosten voor vervoer via spoor tweemaal zo laag zijn als kosten voor het wegvervoer. Er zou dan een lege container retour moeten. Hierbij is verondersteld dat de kosten voor het retoursturen van een lege container gelijk zijn aan de kosten van heenreis.
  - Containers zijn eigendom van een bepaalde partij, kunnen daardoor niet vrijuit gebruikt worden en moeten worden geretourneerd. In het geval dat er retourstroom van stukgoed in de container mogelijk is, dan kunnen de kosten voor de retourreis van de container betaald worden door samen te werken met de verlader van de andere zending.
  - In het wegtransport in trailers wordt slechts een gedeelte van de lege kilometers doorberekend. Vaak maakt de rit onderdeel uit van een totale weekplanning waarbij de vrachtwagen zo veel mogelijk naar een zending in de buurt wordt gestuurd.

### 3.3 Realistisch potentieel voor modal shift

Om te komen van een theoretisch potentieel op basis van overlap naar een realistisch potentieel is de kostenberekening voor alle goederenvervoerrelaties apart uitgevoerd. In deze studie wordt ervan uitgegaan dat transporteurs alleen zullen kiezen voor een andere vervoersmodaliteit als de kosten ervan lager zijn. Daarom is verondersteld dat verschuiving van goederenstromen in potentie mogelijk is als de kosten voor het spoorvervoer, overslag én voor- en na transport lager zijn dan de kosten voor vervoer via de weg.

#### 3.3.1 Totaal realistisch potentieel in 2014

De methode die is beschreven in paragraaf 3.2 is toegepast op alle stukgoed- en containerstromen uit de basisbestanden wegvoer 2014. Hiermee is berekend welk gedeelte van het wegvervoer in 2014 verschoven had kunnen worden. Dit levert een realistisch potentieel volume van 13,3 miljoen ton op wat in aanmerking komt voor een shift naar spoor, hetgeen gelijk staat aan 4% van het huidige volume van stukgoed en containers op de weg.

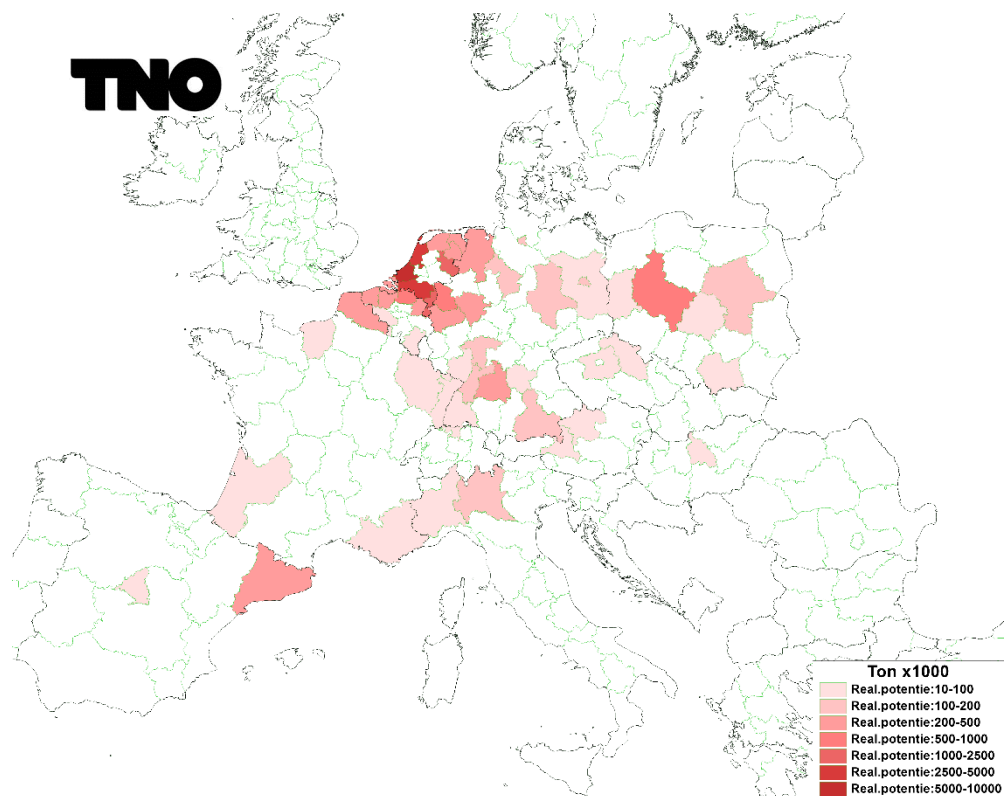
Tabel 3-1: Overzicht van het totale wegvervoer, het wegvervoer met overlap met het spoornetwerk en het wegvervoer dat op basis van een kostenvergelijk realistisch gezien naar spoor kan verschuiven in 2014 (in miljoen ton).

	Stukgoed	Containers	Wegvervoer totaal
Totaal volume wegvervoer	303	51	354
Totaal marktvolume met overlap spoor	34	9	43
Totaal realistisch potentieel voor modal shift	11	2	13

De uitkomsten die zijn gepresenteerd in bovenstaande tabel moeten worden gezien als een maximum potentieel. De berekening van het potentieel is alleen bepaald aan de hand van een kostenvergelijking. In het bepalen van de potentiële modal shift is geen rekening gehouden met andere factoren zoals de beschikbare capaciteit van het spoornetwerk voor goederenvervoer. Daarnaast is bij het schatten van de potentie op macroniveau niet na te gaan in welke mate het gevonden jaervolume op regionaal niveau in de praktijk verschoven kan worden. De spreiding van lading over locaties binnen regio's en de spreiding van de volumes

per week of per dag zouden in de praktijk sterk kunnen verschillen. Om de effecten hiervan in kaart te kunnen brengen is een aanvullend diepgaande verkenning per regio noodzakelijk

De verdeling van het realistische potentieel naar herkomst- en bestemmingsregio's is weergegeven in Figuur 3-1. Hier komen dezelfde regio's naar voren als in het vorige hoofdstuk (Figuur 2-6). De volumes per regio zijn echter een stuk lager, doordat een gedeelte van het theoretische potentieel niet rendabel kan verschuiven. Daarnaast vallen sommige regio's weg, omdat er onvoldoende retourstroom is. Regio's waar een groot realistisch potentieel aanwezig is liggen in Duitsland, Polen, Noord-Italië en in het noorden van Spanje.



Figuur 3-1: Herkomst- en bestemmingsregio's van wegvervoer dat op basis van een kostenvergelijk realistisch gezien naar spoor kan verschuiven in 2014 (som van aanvoer en afvoer per regio).

### 3.3.2 *Realistisch potentieel via Duitse grens en de Betuweroute in 2014*

Van het totale realistisch potentieel volume van 13,3 dat kan verschuiven van weg naar spoor gaat slechts een gedeelte via de Nederlands-Duitse grens en via de Betuweroute. De totale potentie voor verschuiving van weg naar spoor via de Nederlands-Duitse grens bedraagt 4,3 miljoen ton (zie Tabel 3-2), ofwel 32%. Hiervan kan 2,8 miljoen ton verlopen via de Betuweroute.

Tabel 3-2: Overzicht van het totale wegvervoer en het wegvervoer dat op basis van een kostenvergelijk realistisch gezien naar spoor verschoven had kunnen worden (totaal, Duitse grens en Betuweroute) in 2014 (in miljoen ton).

	Stukgoed	Containers	Wegvervoer totaal
Totaal volume wegvervoer	303	51	354
Realistisch potentieel voor modal shift	11	2	13
Realistisch potentieel voor modal shift via de Duits grens	3	1	4
Realistisch potentieel voor modal shift via de Betuweroute	2	1	3

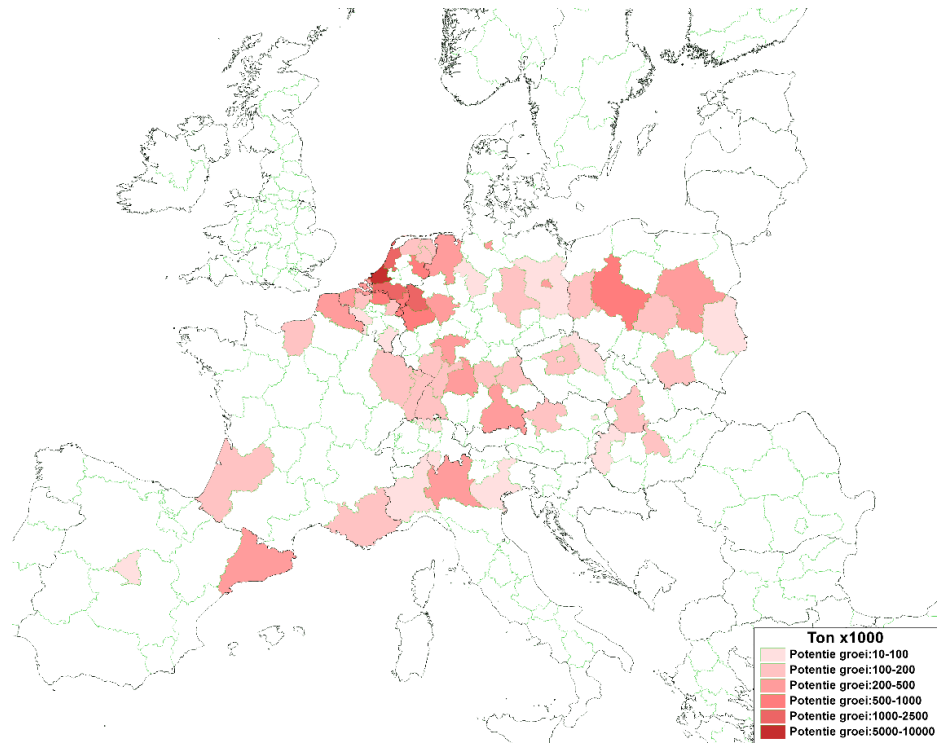
### 3.3.3 *Uitkomsten modelanalyse voor de prognoses*

Tot slot is op basis van de goederenvervoerprognoses bepaald hoeveel er realistisch gezien kan verschuiven van weg naar spoor voor de zichtjaren 2020, 2030 en 2050. Dit is gedaan op basis van een kostenvergelijking voor een hoog en een laag groeiscenario. De resultaten worden gepresenteerd in Tabel 3-3. Uit de tabel komt naar voren dat de potentiële modal shift groeit tot 2050 naar 17,5 miljoen ton in het lage scenario en 24,5 miljoen ton in het hoge scenario. Hiervan verloopt 5 miljoen ton in het lage scenario en 8 miljoen in het hoge scenario via de Betuweroute.

Tabel 3-3: Overzicht van het totale wegvervoer en het wegvervoer dat op basis van een kostenvergelijk realistisch gezien naar spoor kan verschuiven (totaal, Duitse grens en Betuweroute) voor verschillende zichtjaren (in miljoen ton).

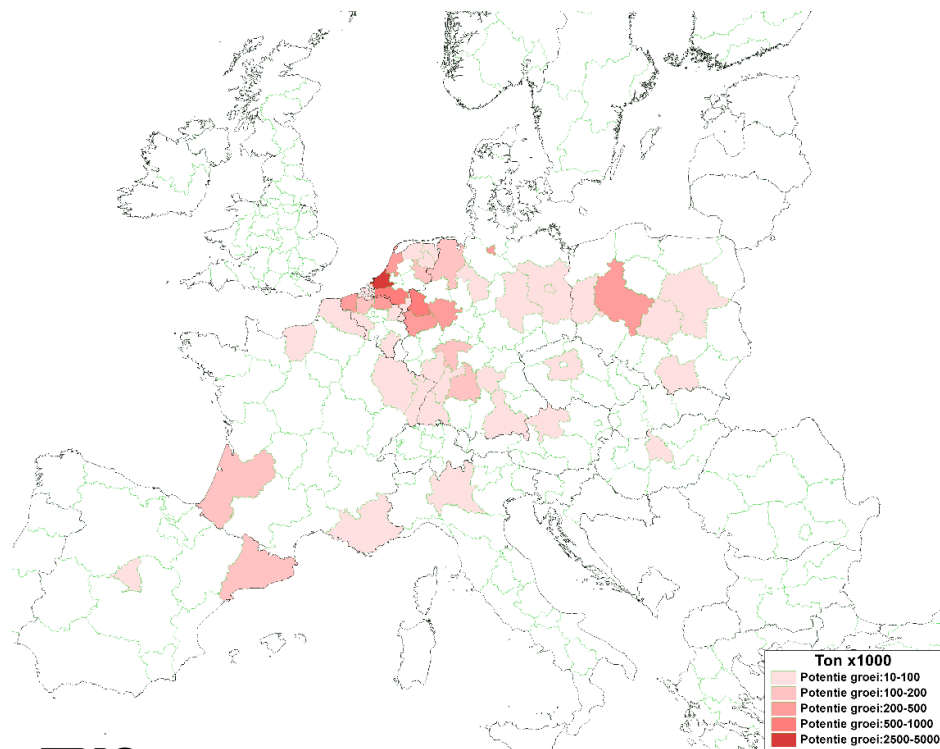
	2014	Laag 2020	Laag 2030	Laag 2050	Hoog 2020	Hoog 2030	Hoog 2050
Totaal volume wegvervoer (stukgoed en containers)	354	368	393	431	387	448	551
Totaal realistisch potentieel voor modal shift	13	14	15,5	17,5	15	18,5	24,5
Realistisch potentieel voor modal shift via de Duits grens	4	5	5,5	7,5	5	7,5	12
Realistisch potentieel voor modal shift via de Betuweroute	3	3	3,5	5	3,5	5	8

De groei van het realistische potentiële volume tussen 2014 en 2050 volgens het hoge scenario is in een geografische kaart weergegeven in Figuur 3-2. In deze kaart wordt zichtbaar dat de potentie vooral richting Oost-Europa relatief sterk groeit. Daarnaast toont ook de Rijn-Alpen corridor, van Rotterdam via het Ruhrgebied naar Noord-Italië, groei. Hetzelfde beeld is te zien in het lage scenario, maar dan met duidelijke een mindere groei van volumes, zie Figuur 3-3.



**TNO**

Figuur 3-2: Absolute groei in het hoge scenario van de realistische potentie tussen 2014 en 2050.



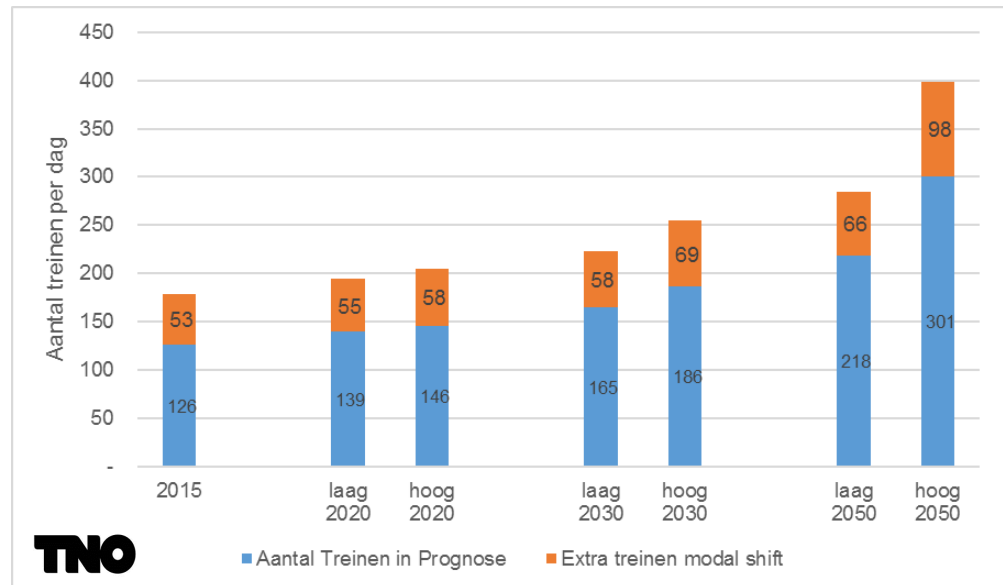
**TNO**

Figuur 3-3: Absolute groei in het lage scenario van de realistische potentie tussen 2014 en 2050.

### 3.4 Effect van de realistische potentiële modal shift op benodigde spoorcapaciteit

Modal shift van wegvervoer naar spoor kan leiden tot een groei van de benodigde capaciteit voor het spoorgoederenvervoer. In Figuur 3-4 is het aantal extra benodigde treinen om de realistische potentie te vervoeren weergegeven. Wanneer het volledige realistische potentieel op basis van de kostenvergelijking zou worden gerealiseerd in 2015, dan leidt dit tot 53 extra goederentreinen per dag. In 2015 reden per dag 126 goederentreinen over het Nederlandse spoor

Het aantal extra goederentreinen als gevolg van modal shift groeit naar 66 in het lage en 98 in het hoge groeiscenario in 2050. Dit aantal is in de figuur afgezet tegen het aantal treinen dat al zou rijden volgens de basisprognoses goederenvervoer 2017. In de basisprognose groeit het aantal goederentreinen in het lage groeiscenario tot 218 treinen in 2050 en in het hoge scenario tot 301 treinen.



Figuur 3-4: Aantal goederentreinen per dag op het Nederlandse spoor en het aantal extra treinen dat verschuiving van de realistische potentie zou toevoegen in verschillende zichtjaren.

Slechts een gedeelte van deze extra goederentreinen zal gebruik maken van de Betuweroute. Dit is samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 3-4: Aantal goederentreinen per dag op het spoor en het aantal extra treinen dat verschuiving van de realistische potentie zou toevoegen (totaal, Duitse grens en Betuweroute) in verschillende zichtjaren

	2014	Laag 2020	Laag 2030	Laag 2050	Hoog 2020	Hoog 2030	Hoog 2050
Aantal goederentreinen per dag	126	139	165	218	146	186	301
Totaal aantal extra treinen per dag door realistisch potentie modal shift	53	55	58	66	58	69	98
Aantal extra treinen via de Duits grens	17	19	21	28	21	28	47
Aantal extra treinen via de Betuweroute	12	12	14	18	14	18	32



## 4 Effecten van modal shift op CO<sub>2</sub>-uitstoot

### 4.1 Inleiding

Op 12 december 2015 is op de klimaatconferentie COP21 in Parijs een akkoord gesloten waarin wereldwijde vergaande afspraken zijn gemaakt voor het terugdringen van CO<sub>2</sub>-uitstoot. Voor de Nederlandse transportsector wordt hierbij als doel gesteld om de CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2050 te verminderen tot het niveau van 40% van de totale uitstoot ten opzichte van het niveau in 1990.

Op het gebied van duurzaamheid heeft het spoorvervoer momenteel een goede positie ten opzichte van het wegtransport, aangezien de CO<sub>2</sub>-emissies per ton goederen veel lager is voor het spoorvervoer dan voor de weg. Modal shift van weg naar spoor kan daarom bijdragen aan het bereiken van de klimaatdoelstellingen. Verwacht wordt echter dat vrachtwagens in de toekomst aanzienlijk energie-efficiënter zullen worden, waardoor het effect van verschuiving in de toekomst mogelijk kleiner wordt.

Voor het schatten van de CO<sub>2</sub>-besparing als gevolg van modal shift van weg naar spoor is uitgegaan van twee verschillende situaties:

1. Een scenario waarin wordt uitgegaan van de huidige uitstoot van treinen en vrachtwagens. Hierbij zijn de volgende aannames gedaan:
  - De vloot van treinen bestaat uit 80% elektrische en 20% dieseltreinen. Dit is gebaseerd op vuistregels die worden herkend door ProRail.
  - Voor de elektrische treinen wordt uitgegaan van de huidige energiemix in het elektriciteitsnetwerk.
  - De vrachtwagenvloot en de CO<sub>2</sub>-uitstoot per kilometer is bepaald aan de hand van de huidige kengetallen per gereden kilometer en vrachtwagentype.
2. Een scenario waarbij wordt uitgegaan van technologische verbeteringen waardoor de uitstoot van treinen en vrachtwagens sterk vermindert. Daarbij zijn de volgende aannames gedaan:
  - De vrachtwagenvloot verandert en stoot minder CO<sub>2</sub> uit per gereden kilometer door verandering in de brandstofmix en toenemende efficiëntieverbeteringen. De gemiddelde vrachtwagen stoot in 2050 tussen de 40% en 50% minder CO<sub>2</sub> uit per kilometer. Dit is gebaseerd op berekeningen met het Multilevel Energy Optimization model van TNO.
  - Treinen worden 100 % elektrisch en de energiemix wijzigt naar 100% groene stroom.

### 4.2 Resultaat CO<sub>2</sub>-uitstoot over de zichtjaren

Wanneer in 2014 als gevolg van modal shift 13 miljoen ton goederen van de weg naar het spoor zouden zijn verschoven, dan zou dit de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 380.000 ton hebben gereduceerd. Deze besparing komt overeen met ca 10% van de uitstoot van het totale wegtransport voor stukgoed en containers. De vermindering van de uitstoot is relatief hoog ten opzichte van het verschoven volume (4%), omdat juist vervoer met relatief lange afstanden wordt verschoven. Het aandeel van deze CO<sub>2</sub>-reductie van stromen via de Betuweroute bedraagt 150.000 ton.

De ontwikkeling van de uitstoot naar 2050 hangt af van de groei van het volume en de mate waarin technologische verbeteringen doorzetten. Voor 2050 in het hoge groeiscenario bedraagt de potentiële CO<sub>2</sub>-reductie door modal shift via de Betuweroute 360.000 ton, wanneer geen rekening wordt gehouden met technische maatregelen (zie Tabel 4-1) en 200.000 ton wanneer wel wordt uitgegaan van verbeteringen in de voertuigtechniek (zie Tabel 4-2). In het lage groeiscenario is deze besparing respectievelijk 200.000 en 110.000 ton.

Tabel 4-1: Totale CO<sub>2</sub>-uitstoot door het wegvervoer van stukgoed en containers en de potentiële CO<sub>2</sub>-besparing door modal shift van weg naar spoor (totaal, Duitse grens en Betuweroute) voor verschillende zichtjaren, **zonder** technische besparingen (in Megaton CO<sub>2</sub>).

	2014	Laag 2020	Laag 2030	Laag 2050	Hoog 2020	Hoog 2030	Hoog 2050
Totaal CO <sub>2</sub> -uitstoot wegvervoer (stukgoed en containers)	5,8	6,2	6,8	7,4	6,6	8,2	10,4
CO <sub>2</sub> -besparing door modal shift	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,8
CO <sub>2</sub> -besparing door modal shift modal via de Duits grens	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5
CO <sub>2</sub> -besparing door modal shift modal via de Betuweroute	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4

Tabel 4-2: Totale CO<sub>2</sub>-uitstoot door wegvervoer van stukgoed en containers en potentiële CO<sub>2</sub>-besparing door modal shift van weg naar spoor (totaal, Duitse grens en Betuweroute) voor verschillende zichtjaren, **met** technische besparingen (in Megaton CO<sub>2</sub>).

	2014	Laag 2020	Laag 2030	Laag 2050	Hoog 2020	Hoog 2030	Hoog 2050
Totaal CO <sub>2</sub> -uitstoot wegvervoer (stukgoed en containers)	5,8	4,6	3,1	3,6	4,9	3,7	5,0
CO <sub>2</sub> -besparing door modal shift	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
CO <sub>2</sub> -besparing door modal shift modal via de Duits grens	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3
CO <sub>2</sub> -besparing door modal shift modal via de Betuweroute	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2

De CO<sub>2</sub>-besparing die in de tabellen is gepresenteerd betreft de totale CO<sub>2</sub>-besparing door modal shift. Deze besparing bestaat uit zowel minder gereden kilometers in Nederland als minder gereden kilometers in het buitenland. Ongeveer 35% van de CO<sub>2</sub>-besparing door modal shift vindt plaats op het Nederlandse grondgebied. In 2014 betreft de CO<sub>2</sub>-besparing op het Nederlandse grondgebied 130.000 ton op een totaal van 380.000 ton.

Opgemerkt moet worden dat naast het vervoer van stukgoed en containers ook veel ander goederenvervoer plaatsvindt in Nederland, zoals stadslogistiek en winkelbevoorrading. Vervoer van stukgoed en containers in Nederland heeft een

aandeel van ongeveer 20% van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het totale wegvervoer in Nederland.<sup>5</sup>

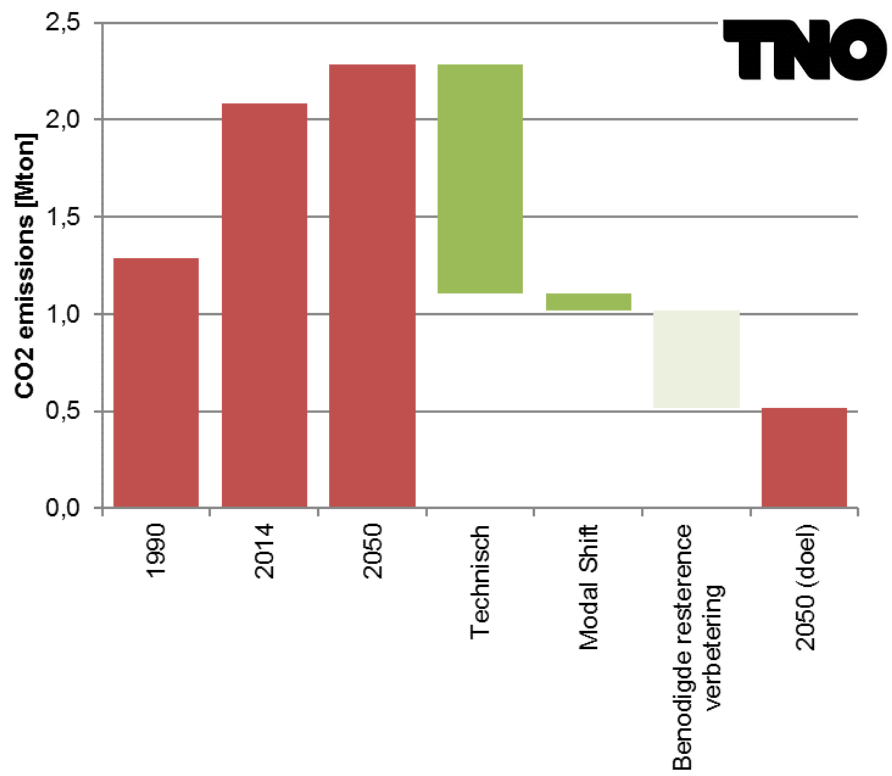
#### **4.3 Resultaat CO<sub>2</sub>-scenario's in vergelijking met de CO<sub>2</sub>-doelstelling voor 2050**

De resultaten van de CO<sub>2</sub>-reductie door modal shift van weg naar spoor zijn vergeleken met de klimaatdoelstellingen voor 2050. Voor het vrachtvervoer is deze doelstelling vastgesteld op 40% van de uitstoot in 1990. Ten opzichte van de autonome groei tot 2050, betekent dit dat het goederenvervoer een factor 6 zuiniger moet worden. Hierbij is, conform de doelstelling, alleen uitgegaan van de CO<sub>2</sub> op het Nederlandse grondgebied. In bijlage C wordt de gehanteerde methodiek nader toegelicht.

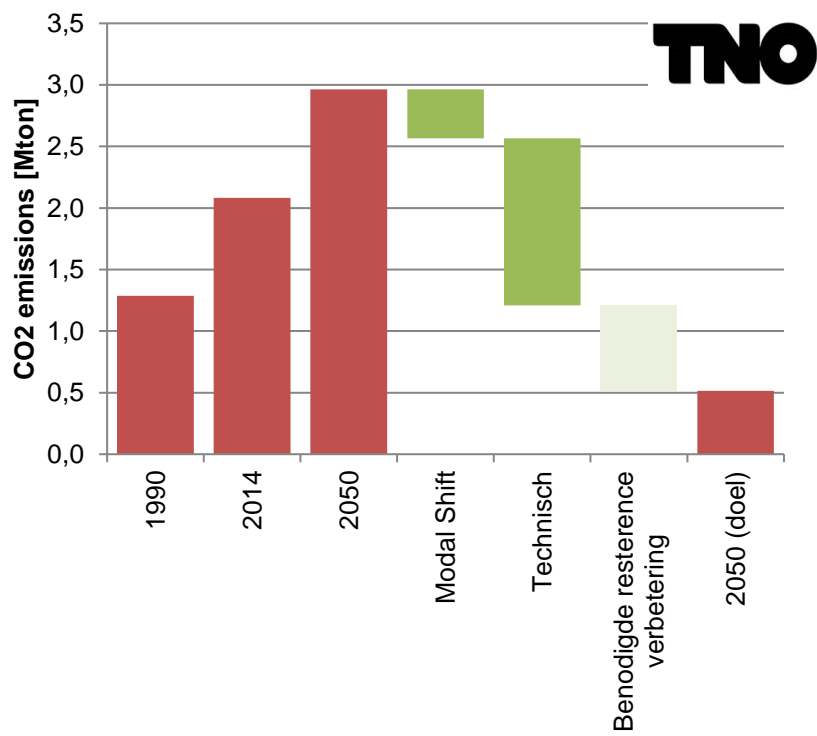
Uit Tabel 4-1 en Tabel 4-2 in de vorige paragraaf komt naar voren dat technische maatregelen in potentie een forse bijdrage kunnen leveren aan de klimaatdoelstelling, maar nog niet afdoende zijn om het doel in zijn geheel te halen. Andere (logistieke) maatregelen zijn nodig om de CO<sub>2</sub> verder te reduceren. Modal shift van weg naar spoor kan een extra bijdrage leveren van 5% ten opzichte van de doelstelling voor het vrachtvervoer van stukgoed en containers. Wanneer de bijdrage van modal shift wordt afgezet tegen het totale vrachtvervoer in Nederland wordt de bijdrage 1%. Houdt men geen rekening met technische maatregelen, dan bedraagt de bijdrage van modal shift aan de reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot 11% ten opzichte van de doelstelling voor het vrachtvervoer van stukgoed en containers. Betreft men dit op het totale wegvervoer, dan bedraagt de bijdrage van modal shift 2%. De uitkomsten zijn weergegeven voor het lage en hoge scenario in onderstaande figuren.

---

<sup>5</sup> Bron: CBS, op basis van al het vrachtvervoer met bestelauto's en vrachtauto's door Nederlandse en buitenlandse vervoerders op het Nederlandse grondgebied.



Figuur 4-1: CO<sub>2</sub>-uitstoot in scenario 'laag 2050' en te bereiken besparingen door modal shift naar spoor en technische verbetering voor spoor- en wegvervoer.



Figuur 4-2: CO<sub>2</sub>-uitstoot in scenario hoog 2050 en te bereiken besparingen door modal shift naar spoor en technische verbetering voor spoor- en wegvervoer.

## 5 Conclusies

In dit rapport zijn voor de zichtjaren 2014, 2020, 2030 en 2050 de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

- Welke goederenstromen in Nederland kunnen in theorie van de weg naar het spoor worden verschoven en welk aandeel van deze goederenstromen zal over de Betuweroute worden vervoerd?
- Voor welk aandeel van deze stromen is het realistisch om een verschuiving van weg naar spoor te veronderstellen?
- Tot welke CO<sub>2</sub>-besparing leidt de potentieel realistische verschuiving van weg naar spoor?

In dit hoofdstuk worden per onderzoeksvraag de belangrijkste conclusies benoemd.

### **Welke goederenstromen in Nederland kunnen in theorie van de weg naar het spoor worden verschoven?**

In totaal werd in 2014 354 miljoen ton via de weg in containers of als stukgoed vervoerd. Ruim 12% (43 miljoen ton) van dit wegvervoer kan in theorie ook over het spoor worden vervoerd, omdat de routes ervan een overlap met het spoornetwerk vertonen. Belangrijke regio's waar overlap in de netwerken aanwezig is, zijn binnenlands vervoer, en vervoer over de North Sea-, Rhine-Alpine en Atlantic TEN-T corridors. Het aandeel wegvervoerstromen dat overlap vertoont met spoorvervoer via de Betuweroute betrof 8 miljoen ton in 2014. Tot 2050 groeit dit aandeel naar 18 miljoen ton in het hoge-groeiscenario en 12 miljoen ton in het lage-groeiscenario.

### **Van welke goederenstromen is het realistisch om aan te nemen dat zij van de weg naar het spoor zullen worden verschoven?**

Wordt voor de goederenstromen die vanuit geografisch oogpunt in aanmerking komen voor een modal shift van weg naar spoor een kostenvergelijk gemaakt, dan komt naar voren dat ongeveer 13 miljoen ton (4%) van het wegvervoer in 2014 verschoven had kunnen worden naar het spoor. Van dit totaal gaat 4 miljoen ton via de Nederlands-Duitse grens, en 3 miljoen daarvan wordt via de Betuweroute vervoerd. De potentiële modal shift via de Betuweroute groeit tot 2050 naar 5 miljoen ton in het lage scenario en 8 miljoen in het hoge scenario.

Deze uitkomsten moeten worden gezien als een maximum potentieel. De berekening van het potentieel is alleen bepaald aan de hand van een kostenvergelijking. In het bepalen van de potentiële modal shift is geen rekening gehouden met andere factoren zoals de beschikbare capaciteit van het spoornetwerk voor goederenvervoer. Daarnaast is bij het schatten van de potentie op macroniveau niet na te gaan in welke mate het gevonden jaarvolume op regionaal niveau in de praktijk verschoven kan worden. De spreiding van lading over locaties binnen regio's en de spreiding van de volumes per week of per dag kunnen in de praktijk sterk verschillen. Om de effecten hiervan in kaart te kunnen brengen is een aanvullende en meer diepgaande verkenning per regio noodzakelijk.

**CO<sub>2</sub>-besparing die gepaard gaat met de gevonden modal shift**

Wanneer in 2014 als gevolg van modal shift 13 miljoen ton goederen van de weg naar het spoor zouden zijn verschoven, dan zou dit de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 380.000 ton hebben gereduceerd. Deze besparing komt overeen met ca 10% van de uitstoot van het totale wegtransport voor stukgoed en containers in Nederland. De vermindering van de uitstoot is relatief hoog ten opzichte van het verschoven volume, omdat juist vervoer met relatief lange afstanden wordt verschoven. Het aandeel van deze CO<sub>2</sub>-reductie van stromen via de Betuweroute bedraagt 150.000 ton.

De ontwikkeling van de uitstoot naar 2050 hangt af van de groei van het volume en de mate waarin technologische verbeteringen doorzetten. Voor 2050 in het hoge scenario bedraagt de potentiële CO<sub>2</sub>-reductie door modal shift via de Betuweroute 360.000 ton, wanneer geen rekening wordt gehouden met technische maatregelen en 200.000 ton wanneer men wel uitgaat van de potentie van verbeteringen in de voertuigtechniek. In het lage scenario is deze besparing respectievelijk 200.000 en 110.000 ton.

Modal shift kan een belangrijke bijdrage leveren aan het halen van de klimaatdoelstelling voor 2050 die is vastgesteld in de klimaatop in Parijs. Technische verbeteringen in het wegtransport alleen zullen waarschijnlijk niet voldoende zijn om het subdoel voor vrachtverkeer van stukgoed en containers te bereiken. Modal shift van weg naar spoor kan een extra bijdrage leveren van 5% om deze subdoelstelling te behalen.

## 6 Ondertekening

Delft, 6 april 2017

TNO

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J.S.', with a small mark to the right.A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke.

Jordy Spreen  
Projectleider

Jorrit Harmsen  
Auteur

## A Modal shift bij luchtvrachtvervangend wegvervoer

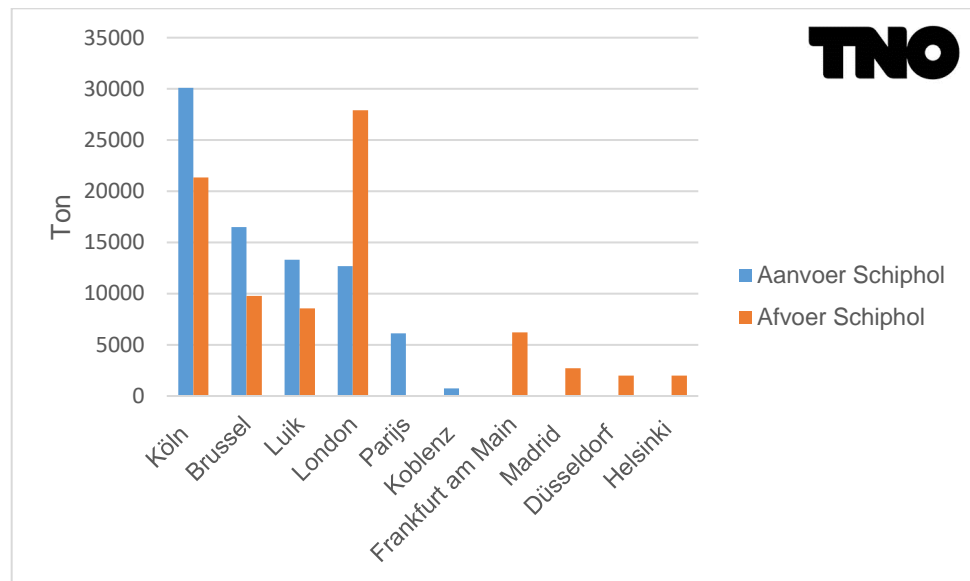
Een verdiepingsvraag vanuit de begeleidingsgroep van deze studie was om aandacht te schenken aan de potentiële modal shift van luchtvrachtvervangend wegvervoer. Het betreft hier transport dat plaatsvindt onder een luchtvrachtmanifest. De truck vervangt hiermee het vliegtuig binnen Europa. Het gaat hier bijvoorbeeld om een geboekte vracht van China naar Parijs die van China per vliegtuig naar Amsterdam wordt vervoerd en dan via de weg vanuit Nederland naar Frankrijk wordt vervoerd. De reden hiervoor kan zijn dat er meer ruimte beschikbaar was op de vlucht naar Amsterdam dan in de rechtstreekse vlucht van China naar Parijs.

Om de potentiële luchtvrachtstromen in kaart te brengen zijn de wegritten met potentiële goederensoorten en herkomst- en bestemmingsregio met een vliegveld geanalyseerd. De goederensoorten die zijn meegenomen zijn typische luchtvrachtgoederen: vers fruit, groente, vlees, vis, textiel, apparaten, fabricaten en overige goederen. Deze zijn geselecteerd uit de NSTR2-indeling op basis van luchtvrachtstatistieken van Eurostat.

Van de goederenstromen die uit deze selectie naar voren kwamen zijn de volumes per relatie opgeteld en voor de stromen van en naar de regio waarin Schiphol ligt weergegeven in figuur A-1. Het is niet zeker dat deze volumes luchtvracht gerelateerd zijn, maar door de gekozen goederensoorten en herkomst-bestemmingsrelaties is het waarschijnlijk dat een (groot) deel van de volumes van of naar de luchthavens vervoerd zijn.

De totale omvang van deze potentiële luchtvrachtritten is 153.000 ton, verspreid over bijna 17.000 ritten per jaar. Aangezien er geen railterminal bij Schiphol is en de volumes per individuele relatie zeker te klein zijn voor een spoordienst, wordt het niet relevant geacht deze stromen mee te nemen in het potentiële modal shift volume.





Figuur A-1: Aanvoer en afvoer van potentieel luchtvrachtvervangend wegvervoer tussen regio Schiphol en luchthavenregio's in Europa (in tonnen).

## B Rekenvoorbeelden kostenvergelijking weg en spoor

De genomen stappen om van potentieel volume naar realistische potentieel te komen worden uitgelegd door middel van twee rekenvoorbeelden: te weten voor vervoer tussen Rotterdam en Mazowieckie (regio rond Warschau) in Polen, en vervoer tussen Rotterdam en Venlo. Op het traject Rotterdam – Venlo gaat al veel per spoor, maar er wordt ook nog veel volume over de weg vervoerd dat potentieel naar spoor kan worden verplaatst. Tussen Rotterdam en Mazowieckie is nog geen spoorverbinding actief, maar uit dit rekenvoorbeeld zal blijken dat er tussen deze regio's genoeg volume is om ten minste één trein per week te vullen.

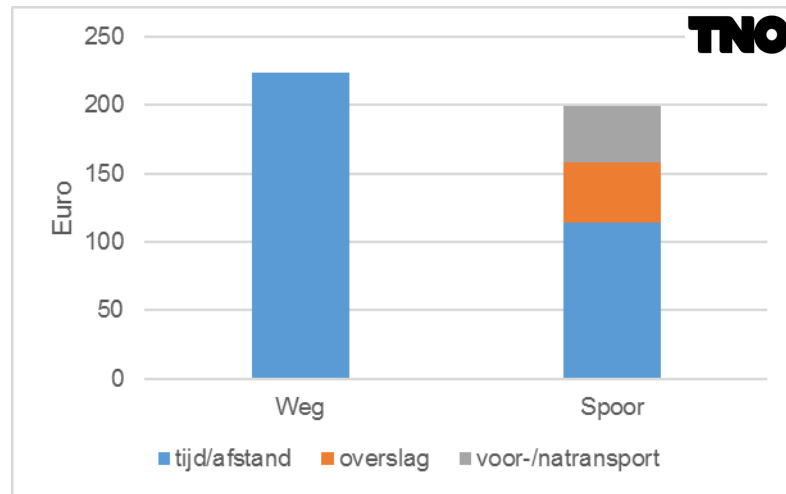
In tabel B-1 is voor beide trajecten het volume (stukgoed en containers) dat over de weg en het spoor wordt vervoerd weergegeven. Daarnaast is het volume weergegeven in TEU, waarbij stukgoed is eerst vertaald naar het aantal pallets en vervolgens naar het aantal 40ft-containers.

Tevens is in de tabel de reistijd voor de verschillende modaliteiten weergegeven. Hieruit blijkt dat de reistijd voor spoor tussen Rotterdam en Venlo veel langer is dan het wegvervoer, omdat er overslagtijd op 2 terminals is meegenomen. Voor het traject Rotterdam naar Polen geldt dat de reistijd via de weg ongeveer gelijk is aan de reistijd via het spoor. Dit komt doordat bij het wegtransport veel rij- en rusttijden voor chauffeurs zijn meegenomen. Bij gebruik van twee chauffeurs zou deze rusttijden verminderd kunnen worden, maar dit zou wel leiden tot (veel) hogere kosten.

Tabel B-1: Gegevens van huidige situatie voor rekenvoorbeeld.

	Rotterdam – Venlo		Rotterdam - Mazowieckie	
	Weg	Spoor	Weg	Spoor
Totaal ton vervoerd ( % container)	472.704 (47%)	533.300 ton (100%)	298.863 (6%)	0
Huidig containervervoer in TEU	34.482	59.166	1.444	
Stukgoed vertaald naar TEU	23.859		27.730	
Reistijd uren	3	13	39	30
Kosten € / TEU	€ 224	€ 200	€ 1207	€ 886

De kosten per TEU tussen Rotterdam en Venlo zijn opgebouwd zoals in figuur B-1 wordt weergegeven. De totale kosten voor spoorvervoer van een container tussen Venlo en Rotterdam zijn volgens deze berekening lager dan vervoer van een container via de weg. Dit geldt ook voor vervoer tussen Rotterdam en Mazowieckie. Het kostprijsverschil voor een single trip (één richting) is echter niet groot genoeg om een lege retourrit in het geval van stukgoed te kunnen financieren. Matching met een retourlading is daarom noodzakelijk.



Figuur B-1: Kostenopbouw per TEU voor weg- en spoorvervoer tussen Rotterdam en Venlo.

Het realistische potentieel volume dat over blijft als retourstromen worden meegenomen is te zien in tabel B-2. Dit is dus het volume wat overblijft als realistisch potentieel dat van de weg af zou kunnen en via het spoor vervoerd zou kunnen worden. Tevens is in de tabel opgenomen tot hoeveel extra containers en treinen dit voor het spoortraject leidt. Uit de tabel komt naar voren dat de retourstroom van Mazowieckie naar Rotterdam een stuk kleiner is dan de stroom heen. Hierdoor is het realistisch potentieel een stuk kleiner dan het totale volume van de wegstromen die zijn weergegeven in tabel B-1.

Tabel B-2: Realistische potentiële volumes voor verschuiving van weg naar spoor voor de rekenvoorbeelden.

	Rotterdam – Venlo	Rotterdam - Mazowieckie
Totaal ton vervoerd	472.704	298.863
Ton realistische potentie	202.000 (43%)	38.000 (13%)
TEU	35.000	5.300
Extra treinen per jaar	450	66

## C Methodiek berekening bijdrage modal shift aan klimaatdoelstelling

De resultaten van de CO<sub>2</sub>-uitstoot zijn ook vergeleken met de klimaatdoelstellingen voor 2050. De resultaten zijn weergegeven in tabel D-1 en tabel D-2. In deze tabellen staat als basis de uitstoot in de zichtjaren 1990 en 2014 van alle stukgoed- en containerritten zoals meegenomen in de analyse (respectievelijk 3,6 en 5,8 miljoen ton CO<sub>2</sub>). De uitstoot in 1990 is belangrijk omdat het doel voor 2050 is vastgesteld op 40% van de uitstoot in 1990. Dit doel is gelijk aan 1,4 Mton.

Op basis van de prognoses opgesteld in paragraaf 4.1 is tevens vastgesteld met hoeveel de CO<sub>2</sub>-uitstoot toeneemt tot het jaar 2050 zonder aanvullende maatregelen of technische verbeteringen. Respectievelijk bedraagt dit 7,4 Mton in het lage scenario en 10,4 Mton in het hoge scenario.

Vervolgens is voor de situatie in het jaar 2050 waar alle realistische potentie naar het spoor is verschoven de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot berekend. De totale uitstoot bestaat uit de uitstoot door vrachtwagenritten die op de weg blijven, de extra kilometers ten gevolge van voor- en natransport en de uitstoot voor de spoorkilometers. Het gaat hierbij dus om de netto besparing. Dit is gedaan voor beide goederenvervoersscenario's en voor beide CO<sub>2</sub>-emissie-scenario's.

Tabel C-1 en tabel C-2 geven de resultaten weer voor het lage en hoge scenario. De tabellen zijn grafisch weergegeven in Figuur 4-1 en Figuur 4-2. Het verschil tussen de twee emissiescenario's wordt in deze tabellen Technische Besparing genoemd.

Tabel C-1: Te behalen CO<sub>2</sub>-besparing in het scenario laag.

	Mton CO <sub>2</sub>	Aandeel tot doel	Mton CO <sub>2</sub> in Nederland	Aandeel tot doel
Uitstoot 2014	5,82		2,08	
Uitstoot 1990	3,60		1,29	
Uitstoot COP21 Doel 2050	1,44		0,51	
Uitstoot 2050 autonoom	7,36		2,28	
Technische besparing	-3,77	64%	-1,18	67%
Modal shift naar spoor	-0,26	4%	-0,09	5%
<b>Resterend tot doel</b>	<b>1,89</b>	<b>32%</b>	<b>0,50</b>	<b>28%</b>

Tabel C-2: Te behalen CO<sub>2</sub>-besparing in het scenario hoog.

	Mton CO <sub>2</sub>	Aandeel tot doel	Mton CO <sub>2</sub> in Nederland	Aandeel tot doel
2014	5,82		2,08	
1990	3,60		1,29	
COP21 Doel 2050	1,44		0,51	
2050 autonoom	10,44		2,96	
Technische besparing	-5,35	59%	-1,52	62%
Modal shift naar spoor	-0,44	5%	-0,12	5%
<b>Resterend tot doel</b>	<b>3,21</b>	<b>36%</b>	<b>0,80</b>	<b>32%</b>