

## Vervoeremissies

### Historische evolutie en vooruitzichten

Juli 2009

*Bruno Hoornaert, bho@plan.be*

**Abstract** - Dit rapport schetst de historische evolutie van de vervoeremissies op basis van officieel gerapporteerde cijfers. Uit die cijfers blijkt dat het vervoer een belangrijke rol speelt in de ontwikkeling van de emissies in België. Vervolgens kijkt dit rapport naar de vooruitzichten over de periode 2005-2030 van de vervoeremissies volgens het referentiescenario van het PLANET-model en die van drie andere referentiescenario's. Aan de hand van een decompositieanalyse van de evolutie van de emissies volgens de verschillende scenario's worden de belangrijkste verklarende factoren gekwantificeerd en de onderlinge verschillen verklaard. Dit rapport plaatst tot slot de emissievoorzichten in een historisch perspectief.

**Jel Classification** - Q25, R41

**Keywords** - Personen- en goederenvervoer, Langetermijn vooruitzichten, Emissies, Decompositieanalyse, Broeikasgassen, Luchtverontreinigende stoffen.

**Acknowledgements** – De werkzaamheden voorgesteld in dit rapport worden gefinancierd door de FOD Mobiliteit en Vervoer. De activiteiten ter ondersteuning van het federale beleid inzake mobiliteit en vervoer bestaat uit het ontwikkelen en valoriseren van statistische informatie en van vooruitzichten voor vervoer. Dit rapport kon enkel tot stand komen dankzij de informatie die tal van instellingen ons hebben bezorgd. Wij willen in het bijzonder de mensen van de VITO en TMLeuven bedanken voor hun bijdragen.



## Executive Summary

Het vervoer is een belangrijke bron van emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen in België en speelt een belangrijke rol in de evolutie ervan. De evolutie van de vervoeremissies wordt dan ook nauwgezet opgevolgd en gerapporteerd. De vervoeremissies krijgen ook de nodige aandacht in het transportmodel van het Federaal Planbureau, PLANET.

Doel van deze publicatie is de emissievooruitzichten tot 2030 uit het referentiescenario van het PLANET-model te vergelijken met drie referentiescenario's van twee andere modellen en die vooruitzichten in een historisch perspectief te plaatsen. De vervoersector in deze analyse omvat drie vervoermodi: het wegvervoer, het vervoer per trein en de binnenscheepvaart.

De twee andere modellen zijn het PRIMES-model dat het FPB gebruikt voor het maken van langetermijnvooruitzichten voor energie en het TREMOVE-model dat specifiek ontworpen is om de impact van verschillende transport- en milieumaatregelen op de uitstoot van het vervoer door te rekenen. De PLANET- en TREMOVE-modellen berekenen de vervoeremissies van een brede waaier van pollutanten. Met het PRIMES-model worden enkel vooruitzichten voor CO<sub>2</sub>-emissies opgemaakt. Van het TREMOVE-model komen twee referentiescenario's aan bod. Het eerste scenario ('tremove2006-scenario') werd opgesteld voor rekening van de FOD Mobiliteit en Vervoer en FEBIAC en dateert van 2006. Het tweede scenario dateert van 2009 en krijgt de benaming 'TREMOVE2009' mee.

De historische evolutie van de vervoeremissies in België wordt geschetst aan de hand van de emissie-inventarissen van broeikasgassen (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O en CH<sub>4</sub>) en luchtverontreinigende stoffen (NMVOC, CO, NO<sub>x</sub>, PM en SO<sub>2</sub>) gerapporteerd in het kader van internationale verdragen. De broeikasgasuitstoot wordt gerapporteerd aan de UNFCCC in het kader van het Raamverdrag over klimaatverandering, de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen aan de UNECE in het kader van het Verdrag Grensoverschrijdende Luchtverontreiniging Over Lange Afstand.

In 2007 stoot het vervoer 27 % meer **broeikasgassen** uit dan in 1990. Daarmee is het vervoer in 2007 goed voor 20 % van de broeikasgasuitstoot in België. De evolutie van de broeikasgasemissies van het vervoer wordt vooral bepaald door de evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het wegvervoer. Het wegvervoer is immers goed voor 98 % van de broeikasgasuitstoot van het vervoer en met een aandeel van bijna 97 % is CO<sub>2</sub> het belangrijkste broeikasgas. De CO<sub>2</sub>-emissies van het vervoer groeien tussen 1990 en 2007 met 25 %, terwijl de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot in België daalt met 4 %. In 2007 bedraagt het aandeel van het vervoer in de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot 22 %.

Het PLANET-scenario ziet de **CO<sub>2</sub>-uitstoot** van het vervoer tussen 2005 en 2030 met 12 % groeien. Ook de andere drie scenario's voorzien een vertraging van de groei van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer ten opzichte van het verleden. In het TREMOVE2006-scenario is zelfs sprake van een lichte daling van de uitstoot met 2 %. Dat scenario combineert een lage groei voor het personen-

en goederenvervoer met een sterke daling van het specifieke brandstofverbruik van personenauto's en een hoog aandeel van biobrandstoffen. Het TREMOVE2009-scenario voorziet de grootste groei (+18 %). Dat scenario gaat uit van een relatief hoge groei van het personenvervoer en een laag aandeel van biobrandstoffen in 2030.

In 2007 is 10 % van de **N<sub>2</sub>O-uitstoot** afkomstig van het vervoer. De uitstoot van N<sub>2</sub>O is niet onderworpen aan de Europese emissiewetgeving voor nieuwe wegvoertuigen en groeit over de periode 1990-2007 met 125 % door een stijgende activiteit in combinatie met meer en verouderende katalysatoren in benzineauto's.

De drie scenario's voorzien een verdere groei van de N<sub>2</sub>O-uitstoot over de periode 2005-2030 binnen een vork van 21-37 %. De verschillen tussen de scenario's zijn vooral te verklaren door verschillende evoluties van het personenvervoer en het aandeel van de verschillende brandstoftechnologieën. Het PLANET-scenario voorziet de grootste groei van het personenvervoer en de groei van de N<sub>2</sub>O-uitstoot volgens dat scenario situeert zich aan de bovenkant van de vork. In het TREMOVE2006-scenario compenseert de verschuiving van benzineauto's naar CNG- en dieselmotoren de groei van het personenvervoer. In dat scenario ligt de groei van de emissies aan de onderkant van de vork.

De emissies van CH<sub>4</sub>, NMVOC, CO, NO<sub>x</sub> en PM zijn wel gereguleerd door de Europese emissiereguleering en dalen alle tussen 1990 en 2007.

**CH<sub>4</sub>, NMVOC en CO** worden in de eerste plaats uitgestoten door benzineauto's en de daling is het resultaat van een gecombineerd effect van de verdieselijking van het park van personenauto's en van strengere emissienormen. Over de periode 1990-2007 halveren de CH<sub>4</sub>-emissies van het vervoer. In 2007 bedraagt het aandeel van het vervoer in de uitstoot van CH<sub>4</sub> minder dan 1 %. De uitstoot van NMVOC en CO daalt met meer dan 60 % tussen 1990 en 2007. Op die manier levert het vervoer een belangrijke bijdrage aan de daling van de totale uitstoot in België. Het vervoer blijft nog wel een belangrijke bron van uitstoot. In 2007 was het vervoer verantwoordelijk voor een kwart van de NMVOC-uitstoot en een derde van de CO-uitstoot.

De drie scenario's voorzien een verdere verdieselijking van het wegvervoer en een verdere daling van de specifieke emissies van de wegvoertuigen. De daling van de uitstoot van CO en NMVOC zou binnen een vork van respectievelijk 40-75 % en 50-69 % liggen. Voor de uitstoot van CH<sub>4</sub> is de vork breder: 15-61 %. Het TREMOVE2009-scenario combineert een daling van de specifieke emissies van personenauto's met een daling van de specifieke emissies van vrachtwagens en voorziet de grootste daling van de uitstoot van die pollutanten. De bovenkant van de vorken wordt bepaald door de uitstoot volgens het TREMOVE2006-scenario. In dat scenario is de daling van de specifieke emissies van personenauto's het kleinst.

Tussen 1990 en 2007 daalt de **NO<sub>x</sub>-uitstoot** van het vervoer met een derde. Daarmee levert het vervoer een belangrijke bijdrage aan de daling van de uitstoot in België. Desondanks is het vervoer in 2007 goed voor de helft van de NO<sub>x</sub>-uitstoot in België. De drie scenario's voorzien een

verdere daling van de uitstoot tussen 40 en 56 % over de periode 2005-2030. Het TREMOVE2009-scenario gaat uit van een sterke daling van de specifieke emissies van personenauto's en vrachtwagens en voorziet van de drie scenario's de sterkste daling van de uitstoot. Het PLANET-scenario voorziet de kleinste daling van de NO<sub>x</sub>-uitstoot. Dat is te verklaren door een grotere groei van de vraag naar personen- en goederenvervoer.

De **deeltjesuitstoot** van het vervoer daalt over de periode 2000-2007 met 19 %. Dat is minder dan de daling met 28 % van de totale deeltjesuitstoot in België. Het aandeel van vervoer in de totale deeltjesuitstoot groeit aan tot 28 % in 2007. De vooruitzichten tonen een verdere daling van de deeltjesuitstoot over de periode 2005-2030. De daling zou liggen in een vork van 63-71 %. De verschillen worden bepaald door de verschillende evoluties van de specifieke emissies. Het TREMOVE2009-scenario gaat uit van een sterke daling van de specifieke emissies van de personenauto en vrachtwagen en bepaalt daarmee de onderkant van de vork. Het PLANET-scenario voorziet de kleinste daling van die polluenten. Dat is te verklaren door een kleinere daling van de specifieke emissies van personenauto's.

Door opeenvolgende verlagingen van het maximale zwavelgehalte in de brandstoffen voor het wegvervoer daalt de **so<sub>2</sub>-uitstoot** met 86 % tussen 1990 en 2007. De bijdrage van vervoer aan de totale so<sub>2</sub>-uitstoot bedraagt in 2007 slechts 2 %. Ook in de toekomst zou de uitstoot van die polluent blijven dalen. De scenario's hanteren verschillende aannames in verband met de evolutie van het zwavelgehalte in de brandstoffen. Het PLANET-scenario gaat uit van de grootste daling van het zwavelgehalte in de brandstoffen voor wegvoertuigen over de periode 2005-2030. In tegenstelling tot in de twee TREMOVE-scenario's daalt in dat scenario ook het zwavelgehalte in diesel voor de binnenscheepvaart. Het PLANET-scenario voorziet een daling van bijna 80 %, tegenover ongeveer 30 % in de twee TREMOVE-scenario's.

Onderstaande tabel vat alles beknopt samen:

**Tabel: Historische en voorziene evolutie van de emissies**

	07/90	07//09	%07	30/05		30//05	
				min	max	min	max
CO <sub>2</sub>	25%	1,3%	22%	-2%	18%	-0,1%	0,7%
N <sub>2</sub> O	125%	4,9%	10%	21%	37%	0,8%	1,3%
CH <sub>4</sub>	-53%	-4,3%	1%	-61%	-15%	-3,7%	-0,6%
NMVOOC	-67%	-6,4%	24%	-69%	-50%	-4,5%	-2,8%
CO	-62%	-5,5%	35%	-75%	-40%	-5,4%	-2,0%
NO <sub>x</sub>	-33%	-2,4%	50%	-56%	-40%	-3,2%	-2,0%
PM*	-19%	-3,0%	28%	-71%	-63%	-4,9%	-3,9%
SO <sub>2</sub>	-86%	-10,9%	2%	-79%	-27%	-6,1%	-1,2%

Bron:

\*: de gerapporteerde cijfers voor de deeltjesuitstoot omvatten slechts de periode 2000-2007.

/: groeivoet

//: gemiddelde jaarlijkse groeivoet

%07: aandeel in 2007

## Inhoudstafel

<b>1. Inleiding .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Historische evolutie .....</b>	<b>2</b>
2.1. Inleiding	2
2.2. Broeikasgassen	2
2.2.1. Context en afbakening	2
2.2.2. Het belang van het vervoer in de emissies van broeikasgassen	4
2.2.3. De emissies van broeikasgassen per vervoermodus	6
2.2.4. De emissies van broeikasgassen van het vervoer per brandstof	8
2.3. Luchtverontreinigende stoffen	10
2.3.1. Context en afbakening	10
2.3.2. Het belang van het vervoer in de emissies van luchtverontreinigende stoffen	13
2.3.3. De emissies van luchtverontreinigende stoffen van het vervoer	16
<b>3. Vooruitzichten.....</b>	<b>19</b>
3.1. Inleiding	19
3.2. Algemene evolutie van de uitstoot van CO <sub>2</sub> tot 2030	20
3.3. Vervoermodi	20
3.4. Vraag naar vervoer	21
3.4.1. Socio-economische veronderstellingen	21
3.4.2. Algemene evolutie van het personen- en goederenvervoer	22
3.4.3. Personenvervoer	23
3.4.4. Goederenvervoer	24
3.4.5. Bezetting en belading van vervoermodi	25
3.5. Uitstoot van CO <sub>2</sub>	26
3.5.1. Belangrijkste hypothesen	26
3.5.2. Evolutie 2005-2030	27
3.5.3. Decompositieanalyse	30
3.6. Uitstoot van andere broeikasgassen: CH <sub>4</sub> en N <sub>2</sub> O	37
3.6.1. Inleiding	37
3.6.2. Evolutie 2005-2030 en decompositieanalyse	38
3.7. Gereguleerde emissies: NO <sub>x</sub> , PM, CO en NMVOC	40
3.7.1. Belangrijkste hypothesen	40
3.7.2. Evolutie 2005-2030 en decompositieanalyse	40
3.8. SO <sub>2</sub>	44
3.8.1. Belangrijkste hypothesen	44
3.8.2. Evolutie 2005-2030 en decompositieanalyse	44
3.9. Conclusies	45
<b>4. Evolutie 1990-2030.....</b>	<b>47</b>
4.1. Inleiding	47
4.2. Evolutie van de uitstoot	47
<b>5. Bijlagen.....</b>	<b>50</b>
5.1. Maximale zwavelinhoud van brandstoffen	50
5.2. Uitstoot van nieuwe voertuigen	50
<b>Referenties.....</b>	<b>52</b>

## Lijst van tabellen

Tabel 1: Overeenkomst tussen de CRF-sectoren van de UNFCCC en de benamingen gehanteerd in deze nota	3
Tabel 2: Overeenkomst tussen de NFR-sectoren en de benamingen gehanteerd in deze nota	10
Tabel 3: Nationale plafonds voor de vervoeremissies en de totale emissies – kton in 2010 en reductiepercentage t.o.v. 1990	11
Tabel 4: Vergelijking van de bronnen	12
Tabel 5: Beschouwde vervoermiddelen voor het personenvervoer	21
Tabel 6: Beschouwde vervoermiddelen voor het goederenvervoer	21
Tabel 7: Evolutie van de socio-economische indicatoren – %	21
Tabel 8: Evolutie van de gemiddelde bezetting van de vervoermodi voor personenvervoer – 2005 = 100	25
Tabel 9: Evolutie van de gemiddelde belading van de vervoermodi voor goederenvervoer – 2005 = 100	25
Tabel 10: Evolutie van het aandeel van biobrandstoffen in het diesel- en benzineverbruik – % [MJ/MJ]	26
Tabel 11: Verkeersindicatoren voor de verschillende vervoermodi en scenario's	31
Tabel 12: Maximaal zwavelgehalte in diesel- en benzinebrandstoffen voor wegvoertuigen – mg/kg	50
Tabel 13: Emissiewetgeving voor personenauto's en lichte vrachtwagens – g/km	50
Tabel 14: Invoeringsdata van de verschillende EURO-emissienormen voor personenwagens en lichte vrachtwagens	51
Tabel 15: Emissiewetgeving voor zware bedrijfsvoertuigen – g/kWh	51
Tabel 16: Invoeringsdata van de verschillende EURO-emissienormen voor personenwagens en lichte vrachtwagens	51

## Lijst van figuren

Grafiek 1:	Aandeel van het vervoer in de totale uitstoot van de verschillende broeikasgassen in 2007 in termen van CO <sub>2</sub> -equivalenten – %	4
Grafiek 2:	Evolutie van de totale broeikasgasuitstoot en van de broeikasgasuitstoot van het vervoer over de periode 1990-2007 – Mton CO <sub>2</sub> -equivalenten en %	5
Grafiek 3:	Evolutie van de broeikasgasuitstoot van het vervoer over de periode 1990-2007 – Mton CO <sub>2</sub> -equivalenten	6
Grafiek 4:	Evolutie van de broeikasgasuitstoot van het vervoer per vervoermodus over de periode 1990-2007 – Mton CO <sub>2</sub> -equivalenten en %	7
Grafiek 5:	Evolutie van de broeikasgasuitstoot van het vervoer per brandstof over de periode 1990-2007 – Mton CO <sub>2</sub> -equivalenten	8
Grafiek 6:	Evolutie van de broeikasgasuitstoot door het vervoer per brandstof over de periode 1990-2007 – kton en %	9
Grafiek 7:	Aandeel van het vervoer in de uitstoot van verschillende pollutanten in 2007 – %	13
Grafiek 8:	Evolutie van de uitstoot van verschillende pollutanten over de periode 1990-2007 – kton en %	14
Grafiek 9:	Evolutie van de deeltjesuitstoot over de periode 2000-2007 – kton en %	15
Grafiek 10:	Evolutie van de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen van het vervoer over de periode 1990-2007 – kton	16
Grafiek 11:	Evolutie van de uitstoot van verschillende pollutanten opgesplitst per vervoermodus periode 1990-2007 – kton en %	17
Grafiek 12:	Evolutie van de uitstoot van deeltjes van het vervoer over de periode 2000-2007 – kton	18
Grafiek 13:	Evolutie van de uitstoot van verschillende pollutanten opgesplitst per vervoerssubsector over de periode 2000-2007 – kton en %	18
Grafiek 14:	Evolutie van de CO <sub>2</sub> -uitstoot van het vervoer in termen van ton over de periode 2005-2030 – 2005 = 100	20
Grafiek 15:	Evolutie van het personen- en goederenvervoer in termen van reizigerskilometer en tonkilometer over de periode 2005-2030 – 2005 = 100	22
Grafiek 16:	Evolutie van het personenvervoer in België in termen van reizigerskilometer over de periode 2005-2030 – 2005 = 100	23
Grafiek 17:	Evolutie van het goederenvervoer in België in termen van tonkilometer over de periode 2005-2030 – 2005 = 100	24
Grafiek 18:	Evolutie van de CO <sub>2</sub> -uitstoot over de periode 2005-2030 volgens het PLANET-scenario – 2005 = 100	28
Grafiek 19:	Evolutie van de CO <sub>2</sub> -uitstoot over de periode 2005-2030 volgens het PRIMES-scenario – 2005 = 100	28
Grafiek 20:	Evolutie van de CO <sub>2</sub> -uitstoot over de periode 2005-2030 volgens het REMOVE2006-scenario – 2005 = 100	29
Grafiek 21:	Evolutie van de CO <sub>2</sub> -uitstoot over de periode 2005-2030 volgens het REMOVE2009-scenario – 2005 = 100	29
Grafiek 22:	Decompositie van de evolutie van de CO <sub>2</sub> -emissies van het personenvervoer over de periode 2005-2030 – %	32



Grafiek 23:	Decompositie van de evolutie van de CO <sub>2</sub> -emissies van de verschillende vervoermodi voor personenvervoer over de periode 2005-2030 – %	33
Grafiek 24:	Decompositie van de evolutie van de CO <sub>2</sub> -emissies van het goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %	35
Grafiek 25:	Decompositie van de evolutie van de CO <sub>2</sub> -emissies van de verschillende vervoermodi voor goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %	36
Grafiek 26:	Evolutie van de CH <sub>4</sub> en N <sub>2</sub> O-uitstoot over de periode 2005-2030 – 2005=100	38
Grafiek 27:	Decompositie van de evolutie van de CH <sub>4</sub> -uitstoot van personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %	39
Grafiek 28:	Decompositie van de evolutie van de N <sub>2</sub> O-uitstoot van personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %	39
Grafiek 29:	Evolutie van de uitstoot van NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC en PM door het vervoer – 2005 = 100	41
Grafiek 30:	Decompositie van de evolutie van de NO <sub>x</sub> -emissies van het personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %	41
Grafiek 31:	Decompositie van de evolutie van de PM-uitstoot van het personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %	42
Grafiek 32:	Decompositie van de evolutie van de CO-uitstoot van het personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %	43
Grafiek 33:	Decompositie van de evolutie van de NMVOC-uitstoot van het personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %	43
Grafiek 34:	Evolutie van de SO <sub>2</sub> -uitstoot door het vervoer volgens het PLANET-scenario – 2005 = 100	44
Grafiek 35:	Decompositie van de evolutie van de SO <sub>2</sub> -uitstoot van het personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %	45
Grafiek 36:	Evolutie 1990-2030 van de uitstoot van het vervoer volgens de verschillende scenario's – 2005 = 100	48



## 1. Inleiding

Het vervoer speelt een belangrijke rol in de economische ontwikkeling, maar ook in de ontwikkeling van de emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen in België. De evolutie van de uitstoot van die pollutanten wordt nauwgezet opgevolgd en gerapporteerd aan de internationale instanties.

Voor de broeikasgassen gaat het om de nationale emissie-inventarissen gerapporteerd aan het secretariaat van het Raamverdrag over Klimaatverandering (UNFCCC). De rapportering van de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen gebeurt aan de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties op grond van het Verdrag Grensoverschrijdende Luchtverontreiniging Over Lange Afstand (CLRTAP) en aan de Europese Commissie op grond van de Europese Richtlijn inzake Nationale Emissieplafonds (NEC).

Deel 2 van deze nota beschrijft de historische evolutie sinds 1990 van de uitstoot van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen op basis van de rapportering aan die internationale instanties.

Het Federaal Planbureau heeft de opdracht om op regelmatige basis vervoervooruitzichten voor België op te stellen. Dit gebeurt met het PLANET-model. In dat model komen ook de milieukosten van de emissies veroorzaakt door het vervoer aan bod. Ook andere modellen worden gebruikt om op regelmatige basis emissievooruitzichten op lange termijn op te maken. Binnen het Federaal Planbureau wordt het PRIMES-model ingezet voor het opstellen van langetermijnvooruitzichten voor energie en in het bijzonder van prognoses over de evolutie van het brandstofverbruik en de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer. Voor de evaluatie van de energetische en economische impact van het Energie/Klimaatpakket voor België heeft het Federaal Planbureau recent een nieuw referentiescenario voor België opgesteld. Het REMOVE-model is specifiek ontworpen voor het doorrekenen van het effect van milieu- en transportmaatregelen op de emissies van het vervoer. Deel 3 vergelijkt de emissievooruitzichten uit het referentiescenario van het PLANET-model met het nieuwe PRIMES-referentiescenario en de referentiescenario's van twee oefeningen met behulp van het REMOVE-model.

Tot slot worden de vooruitzichten in een historisch perspectief geplaatst. In deel 4 vergelijken we de vooruitzichten volgens de verschillende referentiescenario's uit deel 3 met de historische evolutie op basis van de cijfers uit deel 2.

## **2. Historische evolutie**

### **2.1. Inleiding**

In dit deel bekijken we de historische evolutie sinds 1990 van de uitstoot van broeikasgassen en van luchtverontreinigende stoffen die verbonden zijn aan vervoeractiviteiten. De evolutie van de broeikasgasemissies wordt geschetst aan de hand van de nationale emissie-inventaris voor broeikasgassen, die opgesteld wordt in het kader van de rapportering voor de United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). De emissie van de luchtverontreinigende stoffen wordt beschreven aan de hand van de rapportering in het kader van de Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP).

De vervoeremissies in deze nota omvatten enkel de directe emissies van het vervoer, dit zijn de emissies tijdens de gebruikfase van het voertuig. Dit deel vertrekt voor de broeikasgassen van de inventaris van 15 maart 2009 en voor de luchtverontreinigende stoffen de inventaris van 15 februari 2009.

Hoofdstukken 2.2 en 2.3 van dit deel behandelen respectievelijk de uitstoot van broeikasgassen en van luchtverontreinigende stoffen. In elk van die paragrafen wordt eerst de context van de rapportering kort geschetst en daarna de evolutie van de uitstoot over de periode 1990-2007.

### **2.2. Broeikasgassen**

#### **2.2.1. Context en afbakening**

Onder impuls van de Verenigde Naties leidde de Wereldtop inzake Milieu en Ontwikkeling in Rio de Janeiro (1992) tot het Raamverdrag over klimaatverandering (UNFCCC). Het Raamverdrag wil de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer stabiliseren op een niveau waarbij een gevaarlijke beïnvloeding van het klimaat door menselijk handelen wordt vermeden. België is sinds 1996 partij van het Raamverdrag.

In december 1997 keurden de deelnemende landen het Protocol van Kyoto bij dat Raamverdrag goed. In 2004 trad het Protocol in werking. De deelnemende industrielanden engageerden zich om de jaarlijkse uitstoot van de belangrijkste broeikasgassen (koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), distikstofoxide (N<sub>2</sub>O), perfluorkoolwaterstoffen (PFK's), fluorkoolwaterstoffen (HFK's) en zwavelhexafluoride (SF<sub>6</sub>)) te verminderen. De jaarlijkse uitstoot moet voor het totaal van de deelnemende industrielanden met gemiddeld 5,2 % dalen in de periode 2008-2012 tegenover het referentiejaar 1990. In het kader van de Europese 'Burden Sharing' engageerde België zich om de broeikasgasemissies tegen die periode terug te dringen met 7,5 %.

In het kader van het Raamverdrag bezorgen de federale overheid en de gewesten jaarlijks een nationale inventaris voor broeikasgasemissies aan het secretariaat. Die inventaris geeft een

overzicht van de emissies van de zes broeikasgassen uit het Protocol van Kyoto. Deze nota bekijkt de uitstoot van drie broeikasgassen: koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>) en distikstofoxide (N<sub>2</sub>O). De emissies van HFK's, PFK's en SF<sub>6</sub> in België vloeien voort uit het gebruik van die stoffen in specifieke toepassingen buiten de vervoersector en komen dus niet aan bod.

De nationale inventaris heeft betrekking op de broeikasgasemissies en -opnames op het Belgische grondgebied. De inventaris rapporteert de emissies per CRF ('Common Reporting Format')-sector. Tabel 1 somt de CRF-sectoren op die betrekking hebben op het vervoer.

**Tabel 1: Overeenkomst tussen de CRF-sectoren van de UNFCCC en de benamingen gehanteerd in deze nota**

CRF-sectoren	Vervoermodus
Road transportation	Wegvervoer
Railways	Vervoer per trein
Navigation	Binnenscheepvaart
Civil Aviation	Luchtvaart
Other mobile sources - Military	Luchtvaart
Other Transportation	Pijpleidingen
Aviation bunkers	Internationale luchtvaart
Maritime bunkers	Internationale zeevaart

Bron: UNFCCC(2009).

Overeenkomstig de UNFCCC-richtlijnen zijn de emissies van de internationale luchtvaart en zeevaart niet opgenomen in de nationale emissiecijfers. Die emissies worden enkel ter informatie opgenomen in de inventarissen, onder de rubriek internationale luchtvaart- en zeevaartbunkers.

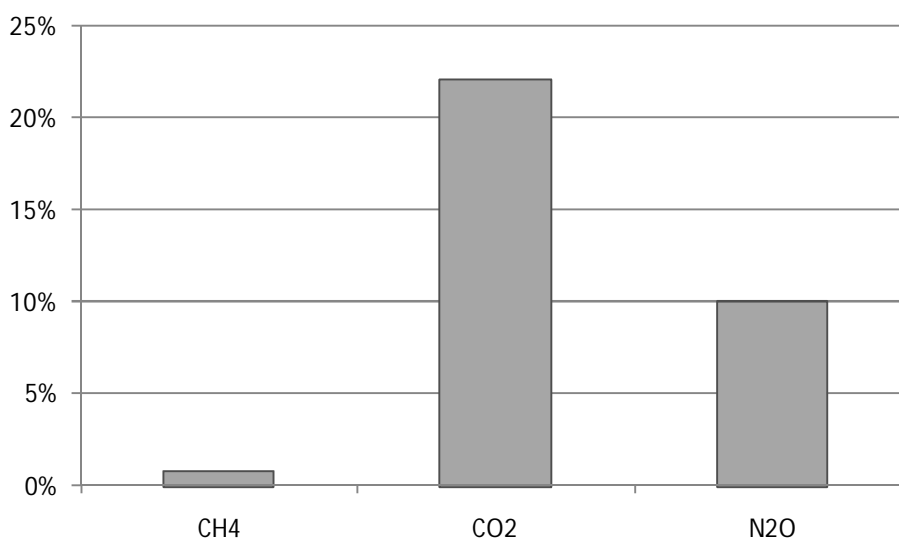
Deze nota beperkt zich tot de analyse van de uitstoot van de eerste drie vervoermodi uit Tabel 1. De term 'vervoer' die deze nota hanteert komt dus overeen met het wegvervoer, het vervoer per trein en de binnenscheepvaart. In de nationale inventaris omvat de term 'Navigation' de binnenscheepvaart en de scheepvaart tussen de Belgische zeehavens. In de bespreking van de evolutie van de emissies van het vervoer zal de term 'binnenscheepvaart' gebruikt worden. Die definitie van de binnenscheepvaart verschilt licht van die gehanteerd in deel 3.

### 2.2.2. Het belang van het vervoer in de emissies van broeikasgassen

Het vervoer is één van de belangrijkste bronnen van broeikasgasemissies. Het vervoer is in 2007 goed voor de uitstoot van 25,8 miljoen ton CO<sub>2</sub>-equivalenten of 20,0 % van de totale broeikasgasuitstoot in België (zonder PFK's, HFK's en SF<sub>6</sub>).

Het aandeel van het vervoer in de totale uitstoot varieert sterk van broeikasgas tot broeikasgas: voor CO<sub>2</sub> bedraagt dat 21,8 %, voor N<sub>2</sub>O 10,1 % en voor CH<sub>4</sub> 0,8 %.

**Grafiek 1: Aandeel van het vervoer in de totale uitstoot van de verschillende broeikasgassen in 2007 in termen van CO<sub>2</sub>-equivalenten – %**

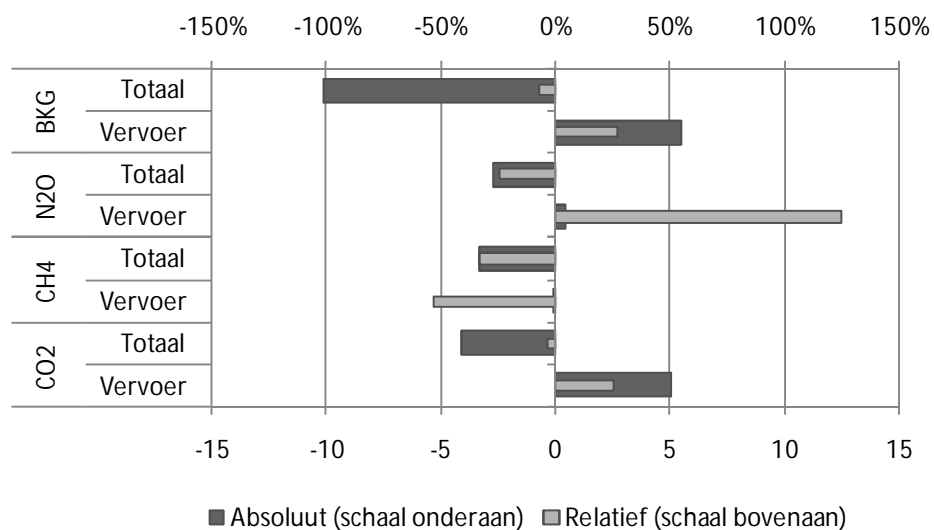


Bron: UNFCCC(2009).

Het vervoer is niet recent een belangrijke bron van broeikasgasemissies. Over de periode 1990-2007 is het aandeel van vervoer in de totale broeikasgasuitstoot nog gegroeid. Terwijl de totale broeikasgasuitstoot (zonder PFK's, HFK's en SF<sub>6</sub>) tussen 1990 en 2007 met 7,2 % daalde, groeide de uitstoot van het vervoer met 26,8 %.

Grafiek 2 vergelijkt de evolutie van de totale uitstoot met die van het vervoer voor de individuele broeikasgassen:

**Grafiek 2: Evolutie van de totale broeikasgasuitstoot\* en van de broeikasgasuitstoot van het vervoer over de periode 1990-2007 – Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten en %**



\*: zonder PFK's, HFK's en SF<sub>6</sub>

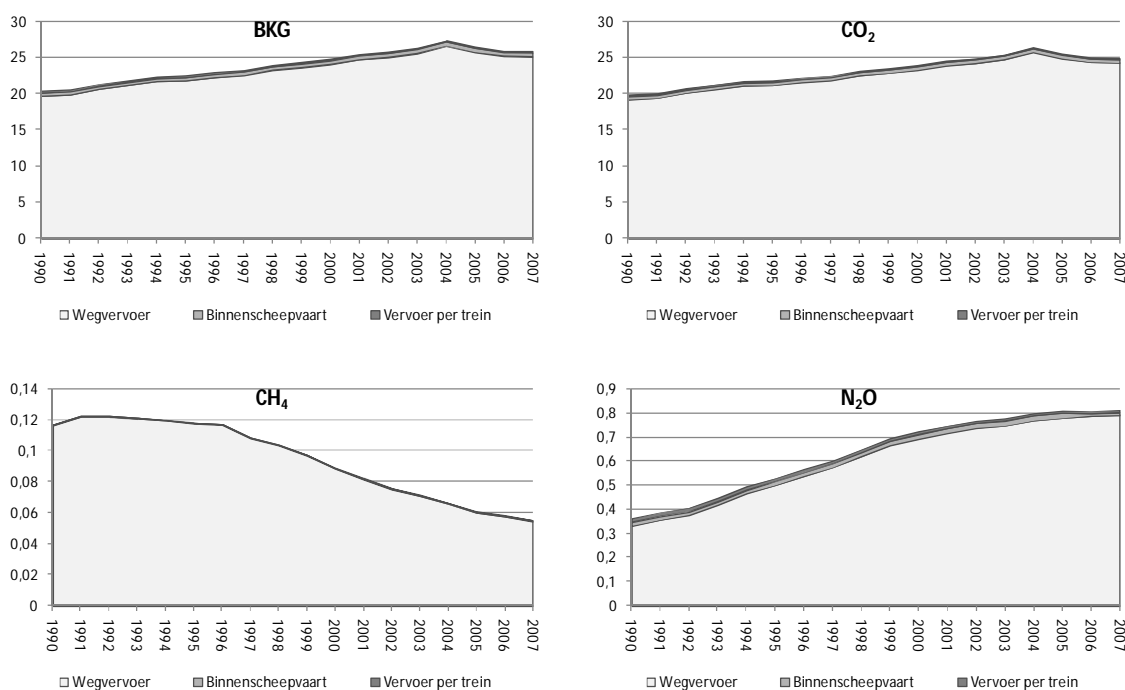
Bron: UNFCCC(2009).

Uit die grafiek blijkt dat het vervoer veel van de inspanningen in andere sectoren teniet doet. Terwijl de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot daalde met 4,1 miljoen ton, groeide de uitstoot van het vervoer met 5,4 miljoen ton.

### 2.2.3. De emissies van broeikasgassen per vervoermodus

Het vervoer stoot voornamelijk CO<sub>2</sub> uit. De CO<sub>2</sub>-uitstoot maakt in 2007 25,0 miljoen ton CO<sub>2</sub>-equivalenten of 96,6 % van de broeikasgasemissies van het vervoer uit. N<sub>2</sub>O is goed voor een aandeel van 3,1 % en CH<sub>4</sub> voor 0,2 %. Binnen het vervoer is het wegvervoer de belangrijkste bron van uitstoot van broeikasgassen met een aandeel van 97,5 %. Na het wegvervoer is de binnenscheepvaart de tweede bron van broeikasgasuitstoot met een aandeel van 1,9 %. Voor de drie geanalyseerde vervoermodi is CO<sub>2</sub> het belangrijkste broeikasgas.

**Grafiek 3: Evolutie van de broeikasgasuitstoot van het vervoer over de periode 1990-2007 – Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten**



\*: zonder PFK's, HFK's en SF6

Bron: UNFCCC(2009).

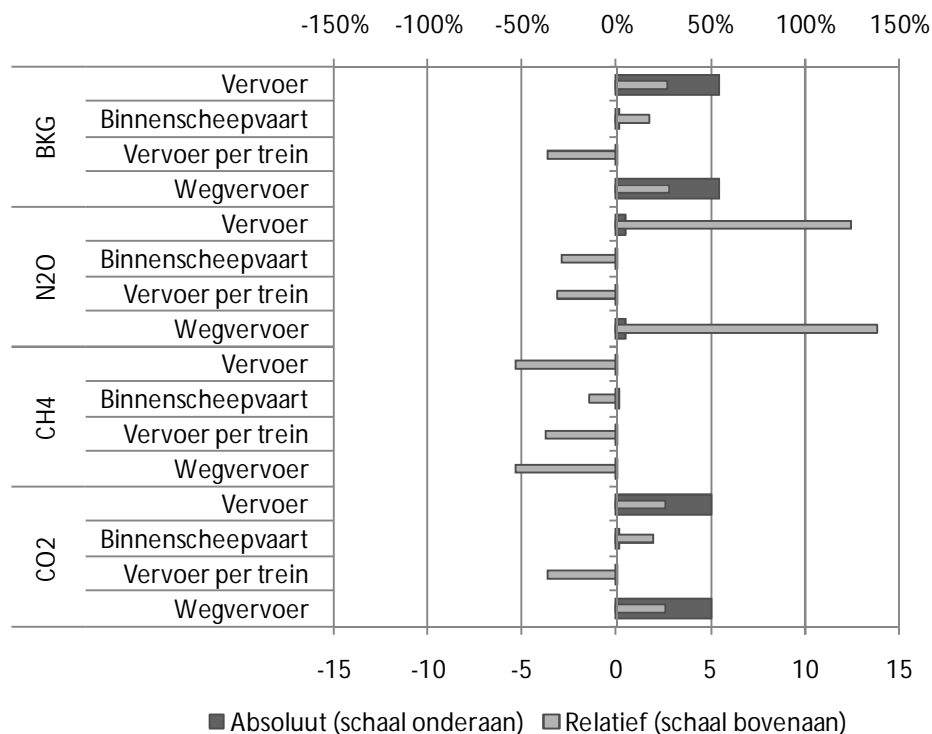
De evolutie van de broeikasgasemissies van het vervoer wordt vooral bepaald door de evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het wegvervoer. Over de periode 1990-2007 groeide de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het *wegvervoer* met 26 %. Niettemin daalt sinds 2004 de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het wegvervoer met bijna 6 %.

Het wegvervoer is ook de eerste bron van CH<sub>4</sub>- en N<sub>2</sub>O-uitstoot. Over de periode 1990-2007 is de uitstoot van CH<sub>4</sub> van het wegvervoer gedaald met 53 %, terwijl die van N<sub>2</sub>O meer dan verdubbelde. De daling van CH<sub>4</sub>-emissies is toe te schrijven aan de steeds strengere eisen voor de uitstoot van Vluchtige Organische Componenten (voc) van personenauto's en vrachtwagens. De uitstoot van N<sub>2</sub>O is niet gereguleerd en groeit onder invloed van een



stijgende activiteit en een groeiend gebruik van katalysatoren. Naarmate katalysatoren verouderen stoten ze bovendien meer uit. De veroudering versterkt die effecten dus nog.

**Grafiek 4: Evolutie van de broeikasgasuitstoot\* van het vervoer per vervoermodus over de periode 1990-2007 – Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten en %**



\*: zonder PFK's, HFK's en SF6

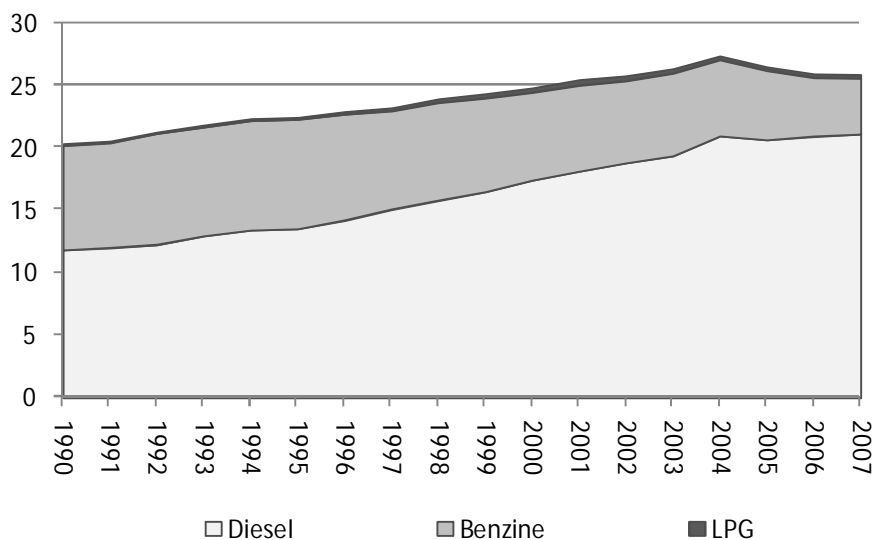
Bron: UNFCCC(2009).

De broeikasgasuitstoot van het *vervoer per trein* loopt terug door de overschakeling van dieseltreinen naar elektrische treinen. Zoals Grafiek 4 sprekend illustreert, is die daling in relatieve termen groot, maar verzinkt die in absolute termen in het niets vergeleken met de groei van de uitstoot van het wegvervoer. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van de *binnenscheepvaart* groeit door een stijgende activiteit.

### 2.2.4. De emissies van broeikasgassen van het vervoer per brandstof

*Diesel* is veruit de belangrijkste brandstof in het vervoer en wordt gebruikt zowel in het wegvervoer als in de binnenscheepvaart en het vervoer per trein. In 2007 is 82 % van de broeikasgasuitstoot afkomstig van dieselmotoren, tegenover 58 % in 1990.

**Grafiek 5: Evolutie van de broeikasgasuitstoot\* van het vervoer per brandstof over de periode 1990-2007 – Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten**



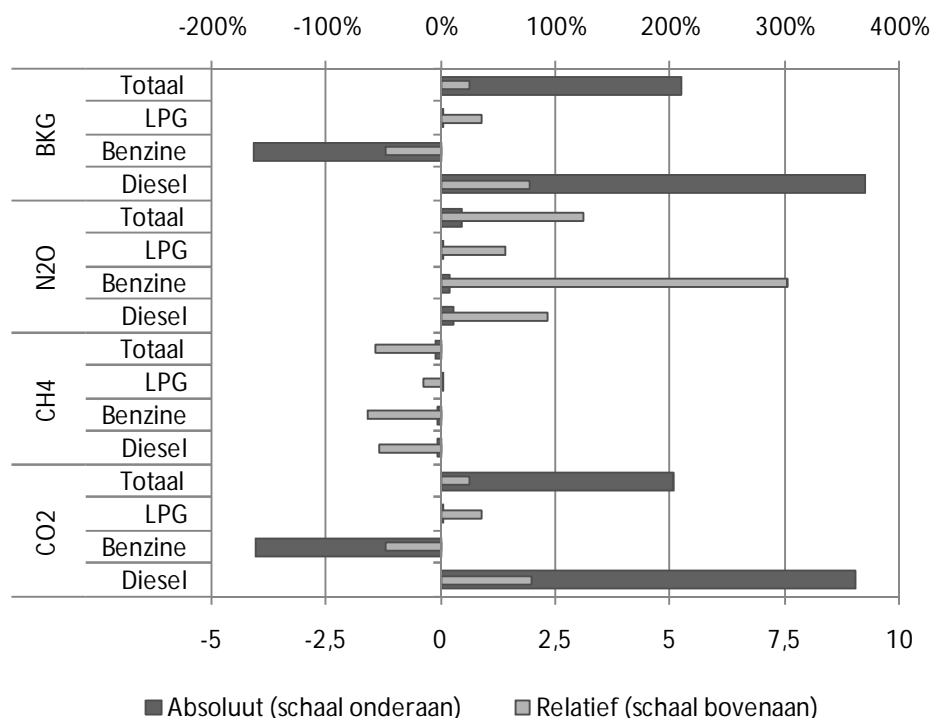
\*: zonder PFK's, HFK's en SF6

Bron: UNFCCC(2009).

*Benzine* is de tweede brandstof met een aandeel van 17 %. In 1990 bedroeg het aandeel van benzine nog 41 %. Het aandeel van *LPG* in de broeikasgasuitstoot is beperkt.

Grafiek 6 kijkt naar de evolutie van de broeikasgasuitstoot van het vervoer opgesplitst naar brandstof en naar broeikasgas:

**Grafiek 6: Evolutie van de broeikasgasuitstoot\* door het vervoer per brandstof over de periode 1990-2007 – kton en %**



\*: zonder PFK's, HFK's en SF6

Bron: UNFCCC(2009).

De verdieselijking van het Belgische wagenpark en de toename van het personen- en goederenverkeer stuwt de broeikasgasuitstoot van dieselmotoren met 9,3 miljoen ton de hoogte in over de periode 1990-2007. Die toename wordt slechts deels gecompenseerd door de terugval van de benzinemotoren in het Belgische wagenpark. Die terugval is goed voor 3,9 miljoen ton.

Ook voor de groei van N<sub>2</sub>O is de opgang van de dieselmotoren en het goederenvervoer over de weg de eerste verantwoordelijke. De grote relatieve groei van de N<sub>2</sub>O-uitstoot door benzinemotoren is te wijten aan een groeiend gebruik en de veroudering van katalysatoren.

## 2.3. Luchtverontreinigende stoffen

### 2.3.1. Context en afbakening

De uitstoot van luchtverontreinigende stoffen wordt gerapporteerd in het kader van verschillende internationale verplichtingen. In deze paragraaf worden die kort voorgesteld en vergeleken.

#### a. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP)

In 1979 werd binnen de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties (UNECE) het Verdrag Grensoverschrijdende Luchtverontreiniging Over Lange Afstand ondertekend (CLRTAP). De partijen van dit verdrag werken internationaal samen om de luchtverontreiniging te bestrijden. De verschillende protocollen aan dit verdrag streven een emissiereductie van luchtverontreinigende stoffen na. Daarbij worden zowel de verzurende emissies geïmplementeerd als de uitstoot van ozon-precursoren.

Jaarlijks rapporteert België de emissies per NFR ('Nomenclature For Reporting')-sector. Tabel 2 somt de NFR-sectoren op die betrekking hebben op het vervoer en de vervoerssubsector waartoe ze behoren:

**Tabel 2: Overeenkomst tussen de NFR-sectoren en de benamingen gehanteerd in deze nota**

NFR-sector	Benaming
Civil Aviation (Domestic, LTO)	Luchtvaart
Civil Aviation (Domestic, Cruise)	Luchtvaart
Other, Mobile (Including military, land based and recreational boats)	Luchtvaart
Road Transport:, Passenger cars	Wegvervoer
Road Transport:, Light duty vehicles	Wegvervoer
Road Transport:, Heavy duty vehicles	Wegvervoer
Road Transport:, Mopeds & Motorcycles	Wegvervoer
Road Transport:, Gasoline evaporation	Wegvervoer
Road Transport:, Automobile tyre and brake wear	Wegvervoer
Road Transport:, Automobile road abrasion	Wegvervoer
Railways	Vervoer per trein
International inland waterways	Binnenscheepvaart
National Navigation (Shipping)	Binnenscheepvaart
Pipeline compressors	Pijpleidingen

Bron: UNECE(2009).

Ten opzichte van de CRF-sectoren uit Tabel 1 zijn de NFR-sectoren meer uitgesplitst. Zo wordt voor de *luchtvaart* het onderscheid gemaakt tussen de emissies tijdens de 'Landing and Take-off' (LTO) en de cruise. De LTO omvat alle activiteiten in de nabijheid van de luchthaven op een hoogte lager dan 1000 m, de cruise de activiteiten boven de 1000 m. Voor het *wegvervoer* splitst

de rapportering de emissies niet enkel uit naar vervoermiddel, maar houdt men ook rekening met de uitstoot ten gevolge van de verdamping van benzine, het slijten van banden en remschijven en van het wegoppervlak. In dit deel omvat de *binnenscheepvaart* 'National Navigation (Shipping)' en 'International inland waterways'. Onder de eerste NFR-sector worden de emissies van de binnenscheepvaart gerapporteerd, onder de tweede de emissies van de scheepvaart tussen de Belgische zeehavens. Deze nota beperkt zich tot de uitstoot van het wegvervoer, het vervoer per trein en de binnenscheepvaart.

### b. National Emission Ceilings Directive (NEC)

Op 27 november 2001 werd richtlijn 2001/81/EG inzake nationale emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen gepubliceerd. Deze richtlijn, veelal de NEC-richtlijn genoemd (NEC: National Emission Ceilings, nationale emissieplafonds), legt de lidstaten van de Europese Unie absolute emissieplafonds op voor de NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NMVOC en NH<sub>3</sub>, waaraan vanaf 2010 moet voldaan worden. Jaarlijks moeten ook de emissies van de vier pollutanten worden gerapporteerd op sectorniveau.

Voor België werden de emissieplafonds verdeeld in een plafond voor stationaire bronnen per gewest en een nationaal plafond voor transport. Tabel 3 geeft de plafonds weer voor de vervoeremissies en voor de totale emissies van de vier pollutanten in België en de reductiepercentages t.o.v. 1990.

**Tabel 3: Nationale plafonds voor de vervoeremissies en de totale emissies [kton] in 2010 en reductiepercentages t.o.v. 1990 [%]**

Polluent	Vervoer		Totaal	
	Plafond [kton]	Reductie t.o.v. 1990 [%]	Plafond [kton]	Reductie t.o.v. 1990 [%]
SO <sub>2</sub>	2	-87,9%	99	-73,4%
NO <sub>x</sub>	68	-57,8%	176	-48,1%
NMVOC	35,6	-71,9%	139	-58,1%
NH <sub>3</sub>			74	-31,0%

Voor de uitstoot van SO<sub>2</sub> houdt een maximale uitstoot van 2 kton SO<sub>2</sub> een emissiereductie van 87,9 % ten opzichte van 1990 in. Voor NO<sub>x</sub> en NMVOC is dat respectievelijk 57,8 % en 71,9 %.

Voor de rapportering in het kader van de NEC-richtlijn, wordt hetzelfde formaat gebruikt als voor de rapportering in het kader van CLRTAP (zie Tabel 2).

### c. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

In de nationale inventarissen wordt ook informatie verstrekt over de indirecte broeikasgassen (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en NMVOC), die niet onder het Protocol van Kyoto vallen maar waarvan de emissies wel ter informatie moeten worden gerapporteerd.

#### d. Vergelijking van de rapportering

De methodologie voor de berekening van de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen in het kader van NEC en CLRTAP is dezelfde als die gebruikt voor de inventaris van de broeikasgasuitstoot (UNFCCC). De belangrijkste verschillen betreffen de gerapporteerde pollutanten en de vervoermodi die in het nationale totaal begrepen zijn.

Tabel 4 overloopt de verschillen tussen de drie bronnen:

**Tabel 4: Vergelijking van de bronnen**

	UNFCCC	CLRTAP	NEC
Polluenten	CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> en NMVOC	CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , NMVOC, NH <sub>3</sub> , ZM, POP's en PM	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , NMVOC en NH <sub>3</sub>
Civil Aviation (Domestic, LTO)	in nationaal totaal	in nationaal totaal	in nationaal totaal
Civil Aviation (Domestic, Cruise)	in nationaal totaal	in nationaal totaal	niet in nationaal totaal
International Aviation (LTO)	niet in nationaal totaal	niet in nationaal totaal	in nationaal totaal
International Aviation (Cruise)	niet in nationaal totaal	niet in nationaal totaal	niet in nationaal totaal
National Navigation (Shipping)	in nationaal totaal	in nationaal totaal	in nationaal totaal
International inland waterways	niet in nationaal totaal	niet in nationaal totaal	in nationaal totaal
International maritime Navigation	niet in nationaal totaal	niet in nationaal totaal	niet in nationaal totaal

Bron: EEA(2008).

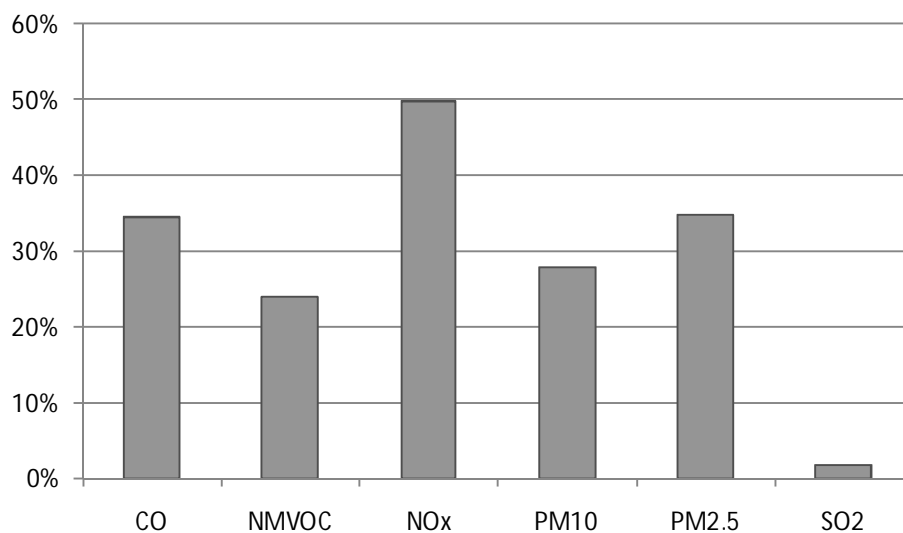
De 'International inland waterways' telt enkel mee in het nationale totaal bij de NEC, terwijl dat niet het geval is bij CLRTAP en UNFCCC. De inventarissen in het kader van CLRTAP omvat de breedste waaier van pollutanten. Ook de uitstoot van deeltjes (PM) komt in die inventarissen aan bod.

Gezien het belang van deeltjes, is de beschrijving van de evolutie van de uitstoot van verontreinigende stoffen door het vervoer in de volgende paragrafen gebaseerd op de rapportering in het kader van CLRTAP.

### 2.3.2. Het belang van het vervoer in de emissies van luchtverontreinigende stoffen

Het vervoer is een belangrijke bron van luchtverontreiniging. Grafiek 7 maakt een balans op voor een aantal verontreinigende stoffen gerapporteerd in het kader van CLRTAP.

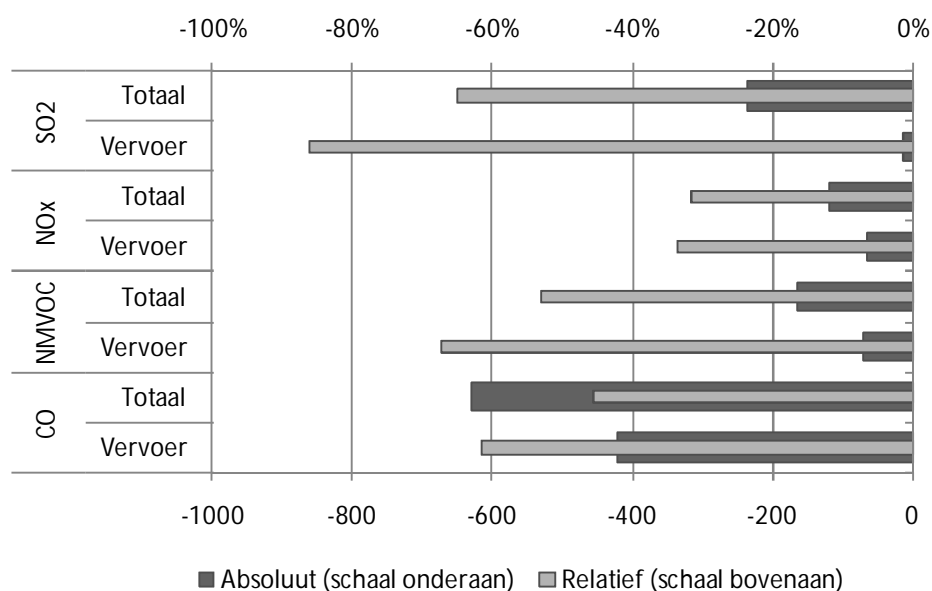
**Grafiek 7: Aandeel van het vervoer in de uitstoot van verschillende pollutanten in 2007 – %**



Bron: UNECE(2009).

Het aandeel van het vervoer in het nationale totaal is het grootst voor NO<sub>x</sub> en het kleinst voor SO<sub>2</sub>. Deeltjes worden niet enkel uitgestoten bij het brandstofverbruik, maar ook door het afslijten van remschijven en banden en het verslijten van de wegen. Voor de fijnere deeltjes (PM<sub>2.5</sub>) is het aandeel van vervoer groter dan voor de grovere deeltjes (PM<sub>10</sub>).

**Grafiek 8: Evolutie van de uitstoot van verschillende polluenten over de periode 1990-2007 – kton en %**

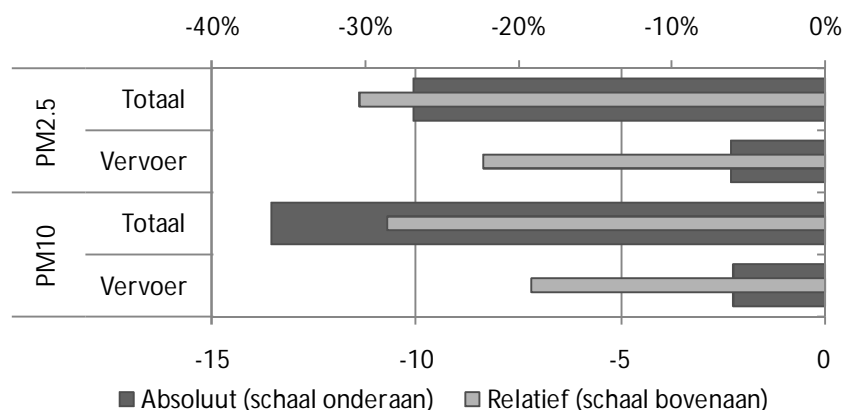


Bron: UNECE(2009).

Uit Grafiek 8 blijkt dat de verlaging van het zwavelgehalte in benzine en dieselbrandstof (zie bijlage 5.1) vruchten heeft afgeworpen voor de uitstoot van so<sub>2</sub>. Tussen 1990 en 2007 daalde de so<sub>2</sub>-uitstoot met 86 %. Daarmee ligt de vooropgestelde daling voor het vervoer in het kader van de nationale emissieplafonds van 87,9 % voor het vervoer binnen handbereik.

Ook de Europese emissieregelgeving (zie bijlage 5.2) waaraan personenauto's, lichte vrachtwagens en zware bedrijfsvoertuigen onderworpen zijn, mist haar effect niet. Tussen 1990 en 2007 daalde de uitstoot van NO<sub>x</sub>, NMVOC en CO. De reductiepercentages zijn bovendien groter in het vervoer dan in de andere sectoren. Voor de uitstoot van NO<sub>x</sub> en CO is meer dan de helft van de nationale vermindering op rekening van het vervoer te schrijven. De daling van de NO<sub>x</sub>-uitstoot van 33 % is nog ver verwijderd van de vooropgestelde emissiereductie voor transport. Voor NMVOC (-67 %) is de doelstelling niet veraf.



**Grafiek 9: Evolutie van de deeltjesuitstoot over de periode 2000-2007 – kton en %**

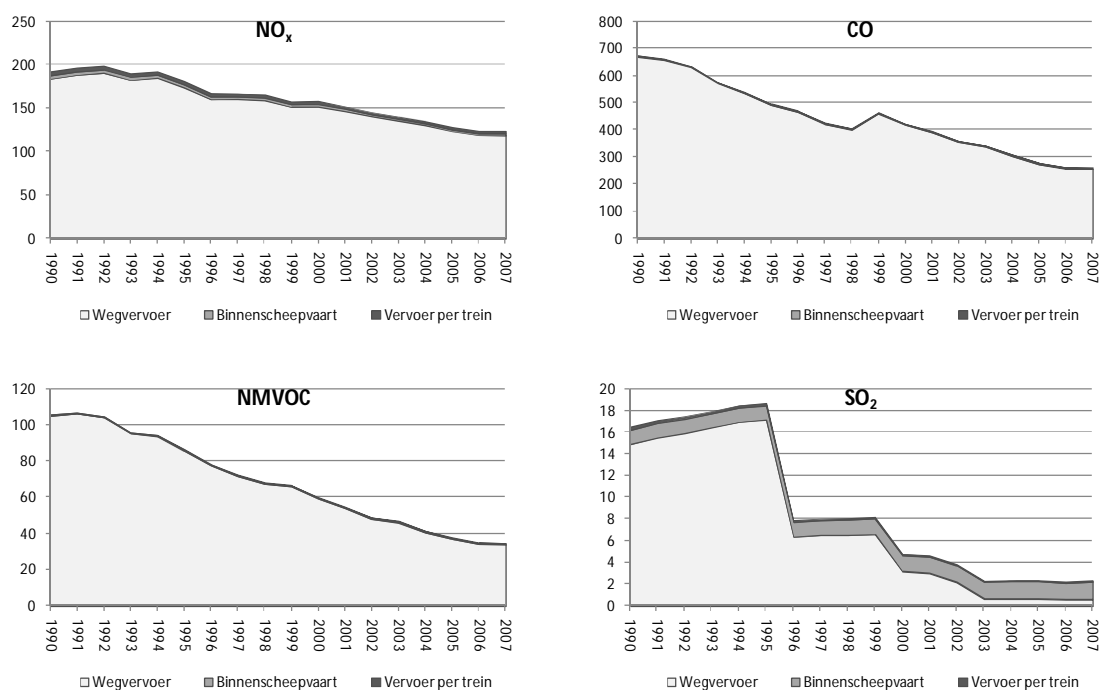
Bron: UNECE(2009).

Voor deeltjes ziet het plaatje er anders uit: de procentuele vermindering in het vervoer is kleiner dan in de andere sectoren.

### 2.3.3. De emissies van luchtverontreinigende stoffen per vervoermodus

Over de periode 1990-2007 daalde de uitstoot van verontreinigende stoffen door het vervoer. Zoals voor de uitstoot van broeikasgassen bepaalt de evolutie van de uitstoot van het *wegvervoer* grotendeels de evolutie van de totale uitstoot van het vervoer.

**Grafiek 10: Evolutie van de uitstoot van verschillende pollutanten van het vervoer over de periode 1990-2007 – kton**

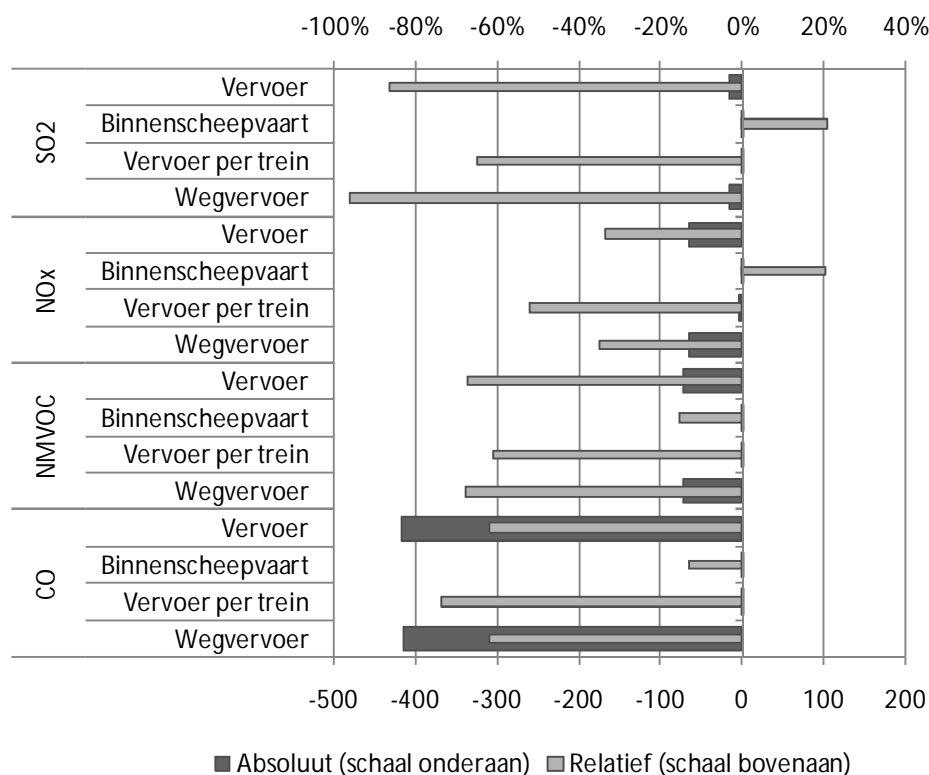


Bron: UNECE(2009).

Over die periode werden steeds strengere eisen opgelegd aan de uitstoot van NO<sub>x</sub>, CO en NMVOC door wegvoertuigen. De daling van de CO- en NMVOC-uitstoot wordt bovendien versterkt door het krimpen van het park van benzineauto's die meer NMVOC en CO uitstoten dan dieselauto's. Die twee effecten resulteren in daling van de uitstoot van CO en NMVOC met respectievelijk 62 % en 68 %. De daling van de NO<sub>x</sub>-uitstoot is kleiner en bedraagt 35 %.

De uitstoot van SO<sub>2</sub> door het wegvervoer werd aan banden gelegd door de brandstoffen een maximaal zwavelgehalte op te leggen. Zoals het getrapte verloop aantoont zijn de eisen opgelegd aan het zwavelgehalte van brandstoffen over de periode 1990-2007 verscheidene malen verscherpt. Die verlaging drukt de uitstoot van SO<sub>2</sub> door het wegvervoer met 96 %. Het vervoer over de weg levert de grootste bijdragen tot de verminderingen van de uitstoot van de beschouwde pollutanten.

**Grafiek 11: Evolutie van de uitstoot van verschillende polluenten opgesplitst per vervoermodus periode 1990-2007 – kton en %**



Bron: UNECE(2009).

De groeiende activiteit in de *binnenscheepvaart* doet de uitstoot van SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> van die modus stijgen. Anno 2007 is de binnenscheepvaart de eerste bron van SO<sub>2</sub>-uitstoot. Schonere technologieën in de binnenscheepvaart compenseren die groeiende activiteit voor de uitstoot van NMVOC en CO. De daling van de uitstoot van het *vervoer per trein* is te wijten aan een daling van de activiteit van dieseltreinen.

Het wegvervoer is de eerste emissiebron van deeltjes en de evolutie van de totale uitstoot van deeltjes wordt bepaald door de evolutie van de uitstoot van het wegvervoer.

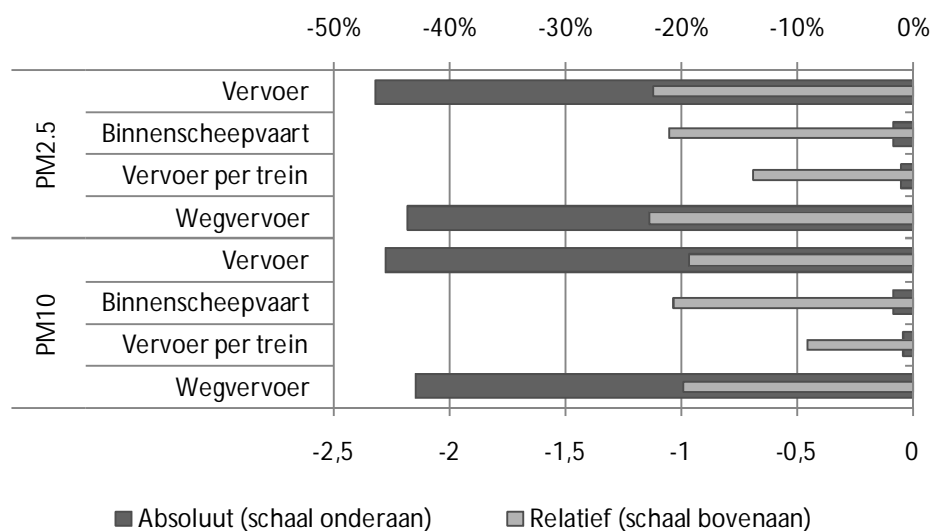
**Grafiek 12: Evolutie van de deeltjesuitstoot van het vervoer over de periode 2000-2007 – kton**



Bron: UNECE(2009).

Ook de Europese emissiewetgeving inzake de uitstoot van deeltjes van *wegvoertuigen* werpt vruchten af. Door het toenemend gebruik van deeltjesfilters daalde de uitstoot van deeltjes met 20 % over een tijdspanne van zeven jaar.

**Grafiek 13: Evolutie van de deeltjesuitstoot opgesplitst per vervoerssubsector over de periode 2000-2007 – kton en %**



Bron: UNECE(2009).

Voor het *vervoer per trein* zijn die dalingen in de eerste plaats te wijten aan een daling van de activiteit door dieseltreinen. Ook voor de *binnenscheepvaart* liep de uitstoot van deeltjes terug ondanks een stijgende activiteit.

## 3. Vooruitzichten

### 3.1. Inleiding

Het PLANET-model is een langetermijnmodel voor transport in België met als belangrijkste doelstellingen, (i) het opstellen van langetermijnvooruitzichten voor het personen- en het goederenvervoer in België, (ii) het simuleren van de effecten van beleidsmaatregelen voor transport en (iii) het opstellen van een kosten-baten-analyse (KBA) van die beleidsmaatregelen. In die KBA wordt rekening gehouden met de milieukosten van de uitstoot van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen.

Het PRIMES-model is ontworpen voor het maken van (i) langetermijnvooruitzichten voor energie, (ii) het opstellen van scenario's en (iii) het analyseren van de impact van beleidsmaatregelen rond energie. In dat model is de transportsector een deel van het globale energiesysteem.

Het REMOVE-model is ontworpen door de KULeuven en Transport & Mobility Leuven om (i) de impact van verschillende transport- en milieumaatregelen op de uitstoot van het vervoer door te rekenen en (ii) een KBA van die maatregelen op te maken.

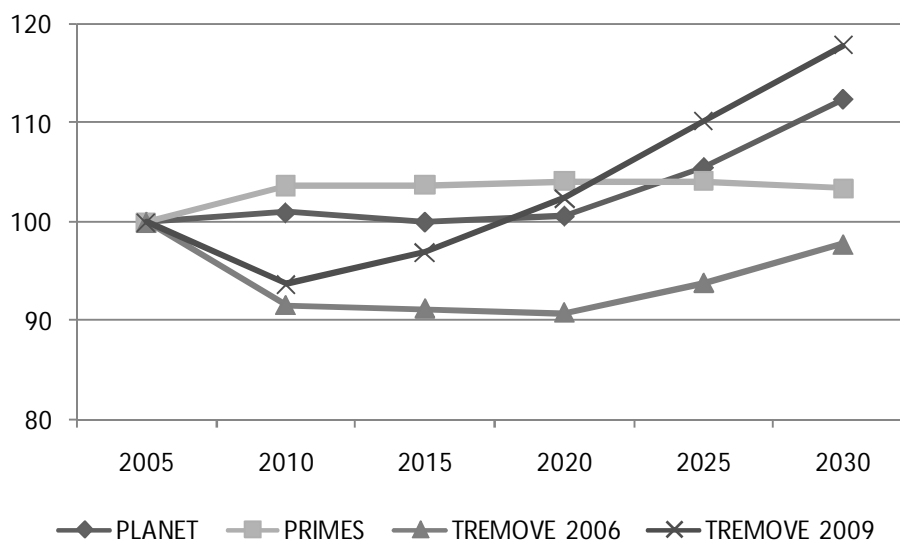
Met die drie modellen worden op regelmatige basis emissievooruitzichten opgemaakt. In dit deel vergelijken we de emissievooruitzichten voor vervoer van het referentiescenario van het PLANET-model ('PLANET-scenario') met referentiescenario's van het PRIMES- en REMOVE-model. In dit deel komen twee referentiescenario's met het REMOVE-model aan bod. Het eerste scenario ('REMOVE2006-scenario') werd opgesteld voor rekening van de FOD Mobiliteit en Vervoer en FEBIAC en dateert van 2006. Het tweede scenario dateert van 2009 en krijgt de benaming 'REMOVE2009' mee. De emissievooruitzichten met het PRIMES-model beperken zich tot CO<sub>2</sub>. In deze nota komt het referentiescenario opgemaakt voor de evaluatie van de impact van het Energie/Klimaatpakket op het Belgische energiesysteem ('PRIMES-scenario') van 2008 aan bod.

Dit deel leiden we in met een schets van de algemene evolutie van de uitstoot van CO<sub>2</sub> over de periode 2005-2030. In hoofdstuk 3.3 definiëren we de verschillende vervoermodi die we in de analyse opnemen en met welke voertuigen die overeenkomen in de verschillende modellen. Hoofdstuk 3.4 vergelijkt de evolutie van het personen- en goederenvervoer in de verschillende scenario's. Hoofdstukken 3.5 tot en met 3.8 zijn gewijd aan de analyse van de evolutie van de uitstoot van de verschillende pollutanten. Dit deel sluiten we af met een aantal conclusies.

### 3.2. Algemene evolutie van de uitstoot van CO<sub>2</sub> tot 2030

Grafiek 14 toont dat slechts één van de vier scenario's een daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot over de periode 2005-2030 voorziet. In het TREMOVE2006-scenario daalt de uitstoot met 2 %. In de andere scenario's groeit de uitstoot met 3 tot 18 %.

**Grafiek 14: Evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer over de periode 2005-2030 – 2005 = 100**



Bron: Hertveldt et al.(2009), Bossier et al.(2008), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

Eén van de belangrijkste determinanten van de evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer is de vraag naar personen- en goederenvervoer. In hoofdstuk 3.4 vergelijken we de evolutie van de vraag volgens de vier scenario's. Ter verduidelijking van die vergelijking, overloopt hoofdstuk 3.3 eerst enkele definitieverschillen met betrekking tot de vervoermodi.

### 3.3. Vervoermodi

PLANET onderscheidt voor het personenvervoer vier gemotoriseerde vervoermodi: motorrijwielen, personenauto's, bus, tram en metro (BTM) en passagierstreinen. PRIMES en TREMOVE nemen andere categorieën van vervoermodi op, waarvan de definities niet volledig overlappen met die in PLANET.

Tabel 5 overloopt de vervoermiddelen voor het personenvervoer die de gehanteerde termen dekken in de verschillende scenario's.

**Tabel 5: Beschouwde vervoermiddelen voor het personenvervoer**

Modus	PLANET	PRIMES	TREMOVE
Motorrijwiel	Motor- en bromfiets	Motorfiets	Motor- en bromfiets
Personenauto	Personenauto	Personenauto	Personenauto
BTM	Autobus, tram en metro	Autobus en -car	Autobus en -car, tram en metro
Passagierstrein	Trein	Trein, tram en metro	Trein

Het TREMOVE-model neemt naast de vervoermiddelen uit Tabel 5 ook nog het personenvervoer per bestelauto ('van') op. De TREMOVE2006-oefening in 2006 gaat uit van bestelauto's die zowel personen als goederen vervoeren. De TREMOVE2009-oefening splitst het park van bestelauto's op in voertuigen voor personen- en goederenvervoer. Omdat in PLANET bestelauto's enkel goederen vervoeren, nemen we de bestelauto's uit het TREMOVE2006-scenario enkel op in de analyse van het goederenvervoer.

**Tabel 6: Beschouwde vervoermiddelen voor het goederenvervoer**

Modus	PLANET	PRIMES	TREMOVE
Lichte vrachtwagen	Lichte vrachtwagen	nvt	Lichte vrachtwagen
Vrachtwagen en trekker	Vrachtwagen en trekker	Vrachtwagen en trekker	Vrachtwagen en trekker
Binnenscheepvaart	Binnenscheepvaart	Binnenscheepvaart	Binnenscheepvaart
Goederentrein	Goederentrein	Goederentrein	Goederentrein

In het PLANET-model worden voor het goederenvervoer de emissies van vier vervoermodi berekend: de lichte vrachtwagen, de vrachtwagens en trekkers, de binnenscheepvaart en de goederentrein. Die vier vervoermiddelen zijn ook terug te vinden in het TREMOVE-model. In het PRIMES-model is het vervoer per lichte vrachtwagen niet meegenomen.

### 3.4. Vraag naar vervoer

#### 3.4.1. Socio-economische veronderstellingen

Belangrijke invloedsfactoren voor de evolutie van de vraag naar personen- en goederenvervoer zijn de demografische groei en de evolutie van het bbp. Tabel 7 geeft de onderliggende hypothesen met betrekking tot de demografische groei en de evolutie van het bbp.

**Tabel 7: Evolutie van de socio-economische indicatoren – gemiddelde jaarlijkse groeivoet**

Bron	Indicator	2000-2010	2010-2020	2020-2030
SCENES – ASSESS (TREMOVE)	bbp	2,0%	2,0%	nb
	bevolking	0,3%	0,2%	nb
PRIMES	bbp	1,9%	2,0%	1,6%
	bevolking	0,3%	0,2%	0,2%
PLANET	bbp	1,9%	2,0%	1,9%
	bevolking	0,5%	0,7%	0,4%

Bron: T.M.Leuven(2005), Bossier et al.(2008), Hertveldt et al.(2009).

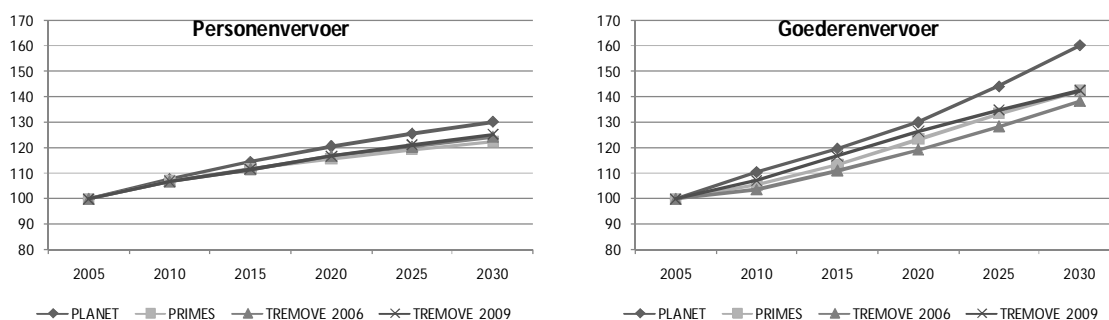
Het PLANET-model genereert zelf de vraag naar personen- en goederenvervoer. Het PRIMES-model genereert niet zelf de vraag naar vervoer. De evolutie van het personen- en het goederenvervoer in het PRIMES-scenario is in lijn met de resultaten van het 'Partial implementation scenario (P-scenario)' ontwikkeld voor de evaluatie van het Witboek Transport in het ASSESS-project met behulp van het SCENES-model.

Het SCENES-model levert ook een belangrijke input voor het REMOVE-model. Voor de twee REMOVE-oefeningen zijn de groeivoeten voor de periode 2000-2020 van de verschillende vervoermodi, op het vervoer per personenauto na, ook afkomstig van het ASSESS-project. De REMOVE-oefening van 2006 neemt voor de periode 2020-2030 de groeivoeten over de periode 2010-2020 van die vervoermodi over. Voor het vervoer per personenauto wordt uitgegaan van een kleinere groeivoet dan in het ASSESS-project. Voor de REMOVE-oefening van 2009 werden de groeivoeten lichtjes herzien. Ter informatie neemt Tabel 7 de groei van het bbp en de bevolking uit het ASSESS-project op.

### 3.4.2. Algemene evolutie van het personen- en goederenvervoer

De scenario's gaan uit van een groei van 22 tot 30 % voor het personenvervoer. Van de vier scenario's voorziet het PLANET-scenario de sterkste groei over de periode 2005-2030. Het PLANET-scenario gaat dan ook uit van de sterkste demografische groei. Het PRIMES-scenario gaat uit van de laagste groei van het personenvervoer. In het nieuwe referentiescenario voor België met REMOVE van 2009 is de groei van de vervoeractiviteit groter dan die van 2006.

**Grafiek 15: Evolutie van het personen- en goederenvervoer in termen van reizigerskilometer en tonkilometer over de periode 2005-2030 – 2005 = 100**



Bron: Hertveldt et al.(2009), Bossier et al.(2008), REMOVE(2006), REMOVE(2009), eigen berekeningen.

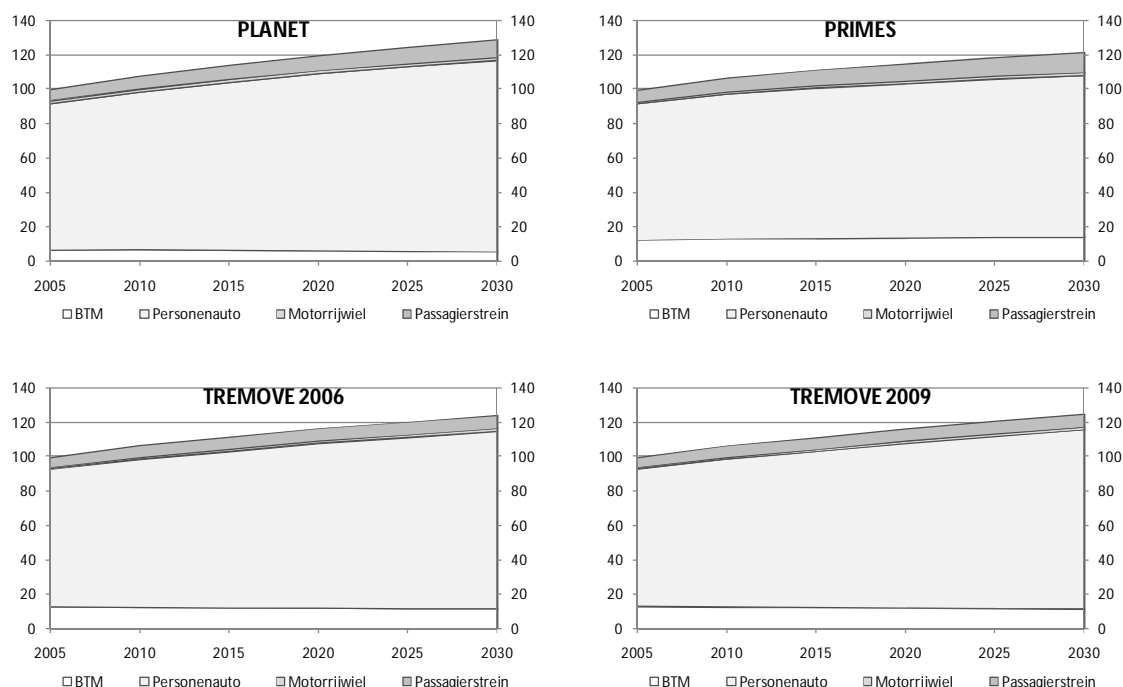
Voor het goederenvervoer is de spreiding van de vooruitzichten iets groter. Net als voor het personenvervoer is de groei van de activiteit van het goederenvervoer over de periode 2005-2030 het grootst voor PLANET (+ 60 %). De groei van het goederenvervoer is het kleinst voor de REMOVE-oefening van 2006 (+ 38 %).



### 3.4.3. Personenvervoer

Grafiek 16 vergelijkt de evolutie van het personenvervoer volgens de vier scenario's opgesplitst per vervoermodus.

**Grafiek 16: Evolutie van het personenvervoer per vervoermodus in termen van reizigerskilometer over de periode 2005-2030 – 2005 = 100**



Bron: Hertveldt et al.(2009), Bossier et al.(2008), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

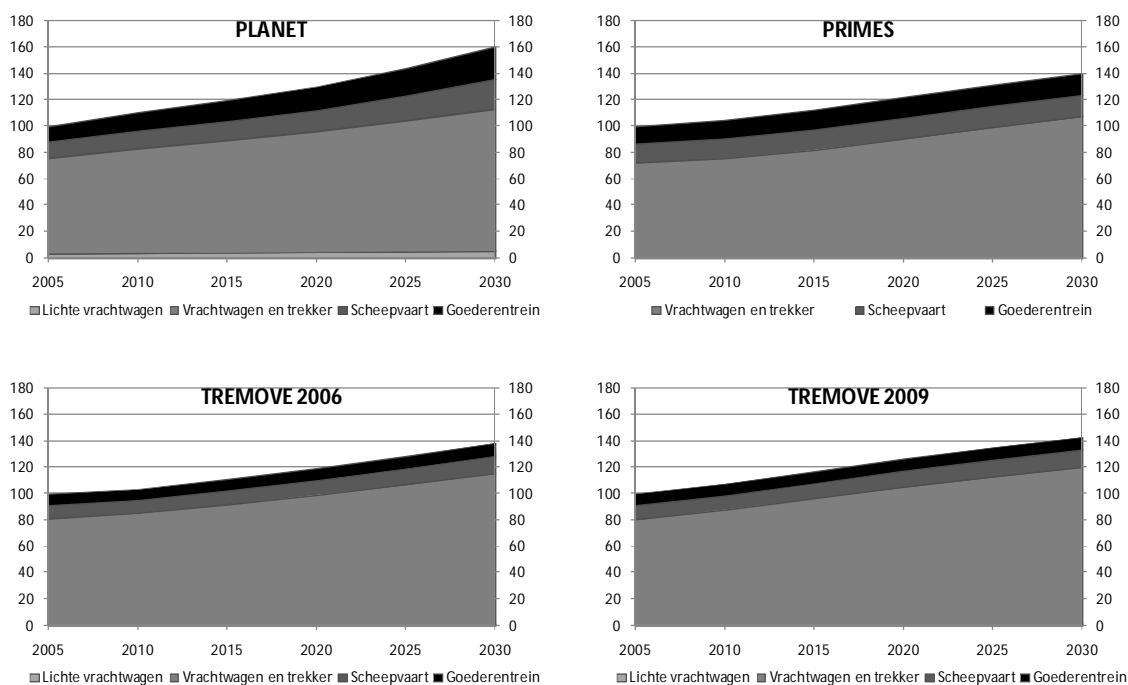
De groei van het personenvervoer wordt gedomineerd door de groei van het vervoer per *personenauto*. Met een groei van 19 % is die het kleinst in het referentiescenario in PRIMES. Enkel in dat scenario verliest de personenauto terrein ten voordele van de andere vervoermodi. In de andere scenario's bedraagt de groei ongeveer 30 %.

In de vier scenario's groeit het vervoer per *passagierstrein* sneller dan het vervoer per personenauto. Met een groei van meer dan 60 % is de winst voor de passagierstrein het grootst in het planet- en het PRIMES-scenario. Enkel in het PRIMES-scenario groeit de activiteit van de BTM over de periode 2005-2030. Het *motorrijwiel* kent een belangrijke groei, maar over de hele projectieperiode blijft het aandeel van die modus in de vier scenario's kleiner dan 2 %.

### 3.4.4. Goederenvervoer

Grafiek 17 vergelijkt de evolutie van de vervoeractiviteit per vervoermodus in de verschillende scenario's over de periode 2005-2030.

**Grafiek 17: Evolutie van het goederenvervoer per vervoermodus in termen van tonkilometer over de periode 2005-2030 – 2005 = 100**



Bron: Hertveldt et al.(2009), Bossier et al.(2008), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

De vrachtwagens en trekkers zijn de belangrijkste vervoermodi. Met 43 % is de groei van die vervoermodus het kleinste in het TREMOVE2006-scenario. Net als in het TREMOVE2009- en het PRIMES-scenario wint de vrachtwagen in dat scenario marktaandeel over de periode 2005-2030. Enkel in het PLANET-scenario levert de vrachtwagen marktaandeel in aan de andere vervoermodi.

In het PLANET-scenario is de groei van de vervoeractiviteit van de andere vervoermodi groter dan in de andere scenario's. Dit hangt samen met de hypothese in het PLANET-model met betrekking tot de vervoerkosten. In het PLANET-scenario wordt uitgegaan van een ongewijzigde infrastructuur, waardoor de gemiddelde snelheid op de weg daalt en die modus minder aantrekkelijk wordt. Over de periode 2005-2030 zou de activiteit per *trein* meer dan verdubbelen en die van de *binnenscheepvaart* groeien met bijna 80 %. Door een verschuiving in de aard van de vervoerde goederen zou het goederenvervoer per lichte vrachtwagen over de periode 2005-2030 groeien met twee derden. In de TREMOVE-scenario's ligt de groei van die vervoermodus rond de 20 %.

### 3.4.5. Bezetting en belading van vervoermodi

Voor de omrekening van de vraag naar vervoer in termen van reizigerskilometer of tonkilometer naar het aantal voertuigkilometer, wordt een vaste bezetting of belading gebruikt. Die kan wel verschillen naargelang van het motief van de verplaatsing, het tijdstip van de dag, het type voertuig, enzovoort.

**Tabel 8: Evolutie van de gemiddelde bezetting van de vervoermodi voor personenvervoer – 2005 = 100**

Bron	Vervoermodus	2005	2010	2015	2020	2025	2030
PLANET	BTM	100	97,7	95,6	93,7	92,0	90,4
	Personenauto	100	98,2	96,9	95,9	94,9	94,1
	Passagierstrein	100	100	100	100	100	100
TREMOVE2006	BTM	100	103,0	103,6	104,2	104,8	105,4
	Personenauto	100	100,4	100,6	100,8	101,0	101,2
	Passagierstrein	100	88,5	79,5	70,1	60,9	51,6
TREMOVE2009	BTM	100	103,0	103,6	104,2	104,7	105,2
	Personenauto	100	100,4	100,6	100,8	97,4	94,0
	Passagierstrein	100	88,5	79,5	70,1	60,9	51,6

Bron: Hertveldt et al.(2009), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

Voor het personenvervoer verschilt in het PLANET-model de bezetting tussen de piek- en daluren. Door een verschuiving van piek- naar daluren en van auto pool (meerdere inzittenden) naar auto solo (één inzittende) daalt de gemiddelde bezetting van de personenauto en BTM over de periode 2005-2030. In beide TREMOVE-scenario's halveert de gemiddelde bezetting van de passagierstrein bijna, terwijl die van BTM licht stijgt. Wat betreft de personenauto, stijgt de bezettingsgraad licht in het TREMOVE2006-scenario, terwijl die daalt in het TREMOVE2009-scenario.

**Tabel 9: Evolutie van de gemiddelde belading van de vervoermodi voor goederenvervoer – 2005 = 100**

Bron	Vervoermodus	2005	2010	2015	2020	2025	2030
PLANET	Binnenscheepvaart	100	100	100	100	100	100
	Goederentrein	100	100	100	100	100	100
	Vrachtwagen en trekker	100	101,1	104,2	105,7	107,0	108,3
	Lichte vrachtwagen	100	100	100	100	100	100
TREMOVE2006	Binnenscheepvaart	100	107,1	113,3	115,3	117,2	118,8
	Goederentrein	100	99,9	100,6	101,2	101,0	101,0
	Vrachtwagen en trekker	100	101,6	102,1	102,7	103,2	103,7
	Lichte vrachtwagen	100	95,1	96,4	97,8	99,1	100,6
TREMOVE2009	Binnenscheepvaart	100	107,1	113,3	115,3	115,3	115,3
	Goederentrein	100	99,9	100,6	101,2	101,0	100,9
	Vrachtwagen en trekker	100	101,6	102,1	102,7	102,7	102,7
	Lichte vrachtwagen	100	95,1	96,4	97,8	99,7	101,3

Bron: Hertveldt et al.(2009), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

In het PLANET-model evolueert enkel de belading van vrachtwagens en trekkers in de tijd. Over de periode 2005-2030 wordt uitgegaan van een stijging van meer dan 8 % van de gemiddelde belading. In de beide TREMOVE-scenario's ligt die groei lager. Voor de binnenscheepvaart voorzien beide TREMOVE-scenario's een stijging van de gemiddelde belading.

### 3.5. Uitstoot van CO<sub>2</sub>

#### 3.5.1. Belangrijkste hypothesen

##### a. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van nieuwe personenauto's

In 1998 en 1999 heeft de Europese Commissie convenanten gesloten met de koepelorganisaties van de Europese (ACEA), Japanse (JAMA) en Koreaanse (KAMA) autofabrikanten. Daarin hebben de fabrikanten zich geëngageerd om de specifieke CO<sub>2</sub>-uitstoot van nieuwe personenauto's terug te brengen tot 140 g/km in 2008 (ACEA) en 2009 (JAMA en KAMA). De CO<sub>2</sub>-uitstoot in reële rijomstandigheden verschilt sterk van die in de testcyclus. De vier scenario's houden daar op verschillende wijzen rekening mee.

Daarnaast voorzien de vier scenario's verschillende implementatiepaden voor die akkoorden. Het PLANET-scenario en de twee TREMOVE-scenario's gaan ervan uit dat de doelstellingen gehaald worden in 2008/2009. Het PLANET-scenario gaat ervan uit dat technologische verbeteringen niet zullen volstaan om het toenemend gewicht van nieuwe personenauto's en een hogere penetratiegraad van airconditioning te compenseren. Dit is wel het geval in de TREMOVE-scenario's. Bijgevolg blijft in de TREMOVE-scenario's de specifieke CO<sub>2</sub>-uitstoot van het personenautopark dalen, terwijl die in het PLANET-scenario op het eind van de projectieperiode stijgt.

In het PRIMES-scenario worden de ACEA/JAMA/KAMA-doelstellingen niet exogeen opgelegd. Maar dat scenario voorziet wel een daling van de specifieke CO<sub>2</sub>-uitstoot door verbetering van de energie-efficiëntie van motoren van personenauto's over de periode 2005-2030.

##### b. Het gebruik van biobrandstoffen in het vervoer

De evolutie van de penetratie van biobrandstoffen in het vervoer speelt een belangrijke rol in de vier scenario's. In het PRIMES-scenario is het aandeel van biobrandstoffen endogeen berekend. Volgens dat scenario zou door vertragingen in de implementatie op nationaal niveau het Europees vooropgestelde aandeel van 5,75 % voor biobrandstoffen in het diesel- en benzineverbruik niet gehaald worden in 2010. In het PLANET-model worden de aandelen die PRIMES berekent overgenomen.

**Tabel 10: Evolutie van het aandeel van biobrandstoffen in het diesel- en benzineverbruik – % [MJ/MJ]**

	2005	2010	2020	2030
--	------	------	------	------

PLANET & PRIMES	0	2,1	6,9	9
TREMOVE2006	0	5,75	8	8
TREMOVE2009	0	5,75	5,75	5,75

Bron: Hertveldt et al.(2009), Bossier et al.(2008), Logghe et al.(2006), De Ceuster et al.(2007).

Zowel de TREMOVE-oefening van 2006 als die van 2009 gaat ervan uit dat de doelstelling voor biobrandstoffen gehaald worden. De oudste oefening hield ook rekening met een aandeel van 8 % in 2020 zoals dat in Europese documenten vooropgesteld werd. In de oefening van 2009 is die doelstelling uit het referentiescenario geschrapt.

In het PLANET- en PRIMES-scenario wordt de uitstoot door het gebruik van biobrandstoffen niet meegenomen in de evaluatie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer. Dit komt overeen met de wijze waarop gerapporteerd wordt in het kader van UNFCCC. De TREMOVE-resultaten houden wel rekening met de CO<sub>2</sub>-uitstoot door het gebruik van biobrandstoffen. Om die resultaten te kunnen vergelijken met die van de twee andere scenario's, werden zij gecorrigeerd voor het gebruik van biobrandstoffen op basis van Tabel 10.

### 3.5.2. Evolutie 2005-2030

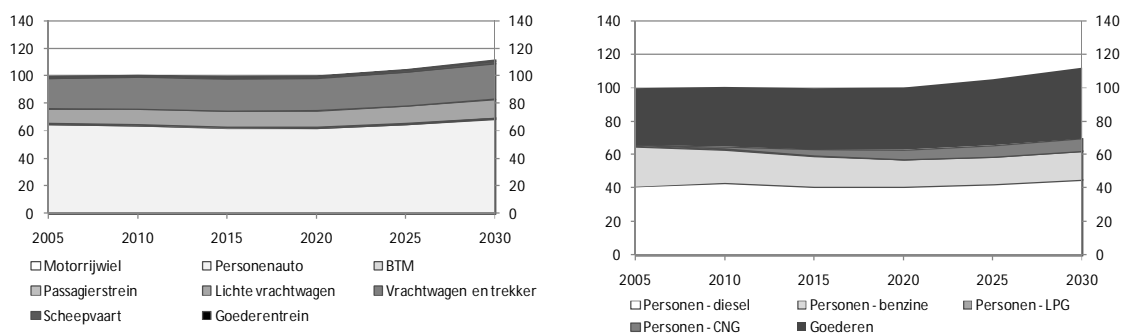
Het TREMOVE2006-scenario voorziet een daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 2 % over de periode 2005-2030. Volgens de andere drie scenario's zou de CO<sub>2</sub>-uitstoot groeien met 3 tot 18 %.

De *personenauto* is de belangrijkste bron van CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2005 en is dat in 2030 nog steeds. Die vervoermodus bepaalt in grote mate de evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer over de periode 2005-2030. In het PRIMES- en het TREMOVE2006-scenario daalt de uitstoot van de personenauto in 2030 ten opzichte van 2005. In dat eerste scenario is die daling het grootst, maar wordt die daling meer dan gecompenseerd door de groei van de uitstoot van het goederenvervoer. In het TREMOVE2006-scenario daalt de uitstoot van het vervoer wel over de periode 2005-2030. In het PLANET- en TREMOVE2009-scenario groeit de CO<sub>2</sub>-uitstoot van personenauto's, zij het minder snel dan die van de belangrijkste andere vervoermodi.

De voorziene evolutie in de tijd van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van personenauto's verschilt tussen de verschillende scenario's. Dit heeft te maken met de wijze waarop de ACEA/JAMA/KAMA-akkoorden en de Europese richtlijn met betrekking tot biobrandstoffen worden geïmplementeerd.

De *vrachtwagens en trekkers* en de *lichte vrachtwagens* zijn de tweede en derde bron van CO<sub>2</sub>-uitstoot. In de vier scenario's groeit de CO<sub>2</sub>-uitstoot van die vervoermodi sneller dan die van personenauto's. Het aandeel in de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het goederenvervoer groeit in de vier scenario's.

**Grafiek 18: Evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer over de periode 2005-2030 per vervoermodus en per brandstof volgens het PLANET-scenario – 2005 = 100**

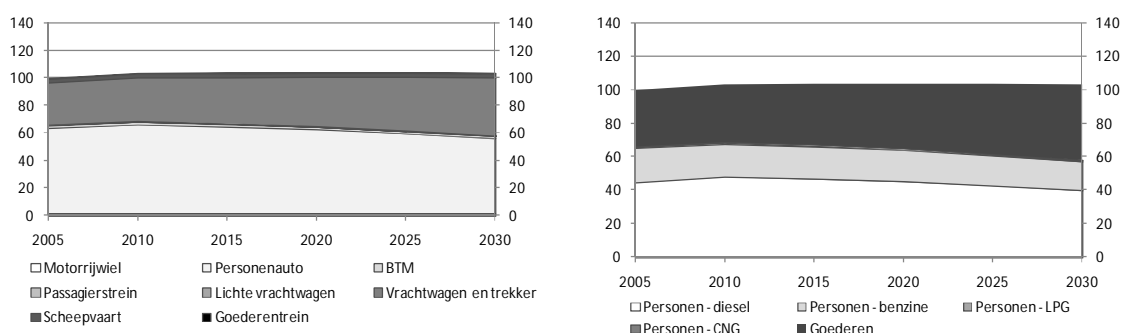


Bron: Hertveldt et al.(2009).

In het PLANET-scenario stabiliseert de CO<sub>2</sub>-uitstoot van personenauto's over de periode 2005-2020. Na 2020 wordt die verbeterde energie-efficiëntie van de motoren deels teniet gedaan door het gebruik van grotere en zwaardere voertuigen en van airconditioning en volstaat een groeiend gebruik van biobrandstoffen niet om de stijgende vraag naar personenvervoer te compenseren.

Dieselmotoren zijn veruit de belangrijkste bron van CO<sub>2</sub>-uitstoot. Over de periode 2005-2030 stijgt het aandeel van diesel, enerzijds door een verdieselijking van het park van personenauto's en anderzijds door een groeiend belang van het goederenvervoer in de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Het PLANET-scenario gaat ook uit van een groeiend aandeel van personenauto's met CNG-motoren. In 2030 is de CO<sub>2</sub>-uitstoot door CNG goed voor een aandeel van 11 % van de uitstoot van het personenvervoer of 7 % van de totale uitstoot van het vervoer.

**Grafiek 19: Evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer over de periode 2005-2030 per vervoermodus en per brandstof volgens het PRIMES-scenario – 2005 = 100**

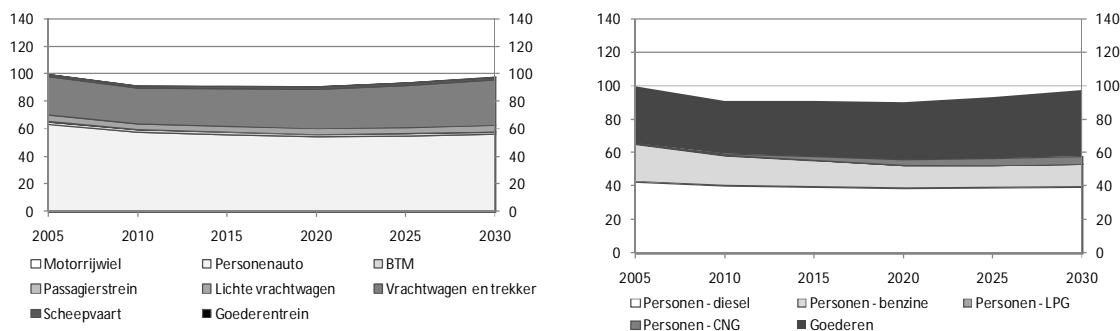


Bron: Bossier et al.(2008).

Doordat het PRIMES-scenario voorziet dat noch de doelstelling voor biobrandstoffen, noch die voor de CO<sub>2</sub>-uitstoot van nieuwe personenauto's gehaald worden, groeit de CO<sub>2</sub>-uitstoot licht

over de periode 2005-2010. Vanaf 2010 zou de CO<sub>2</sub>-uitstoot wel dalen door een verbetering van de efficiëntie van de motoren en een groeiend aandeel van biobrandstoffen.

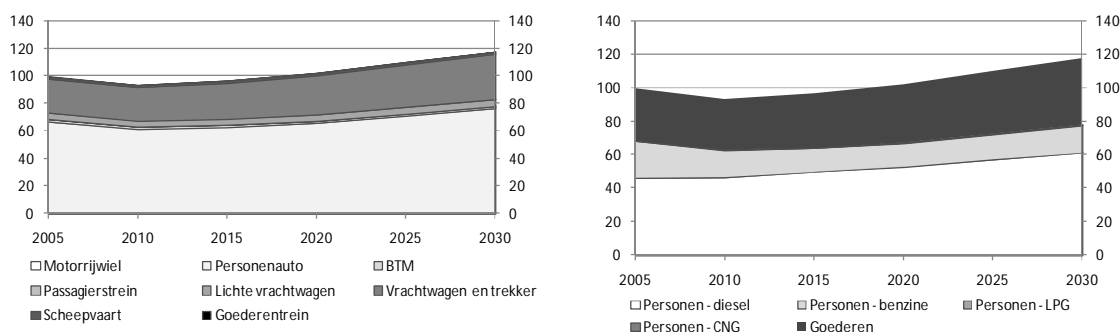
**Grafiek 20: Evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer over de periode 2005-2030 per vervoermodus en per brandstof volgens het TREMOVE2006-scenario – 2005 = 100**



Bron: TREMOVE(2006), eigen berekeningen.

In de twee TREMOVE-scenario's worden beide doelstellingen gehaald, wat resulteert in een daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot over de periode 2005-2010. In de TREMOVE-oefening van 2006 daalt de CO<sub>2</sub>-uitstoot verder over de periode 2010-2020 door de stelselmatige vernieuwing van het park met lage CO<sub>2</sub>-voertuigen en een groeiend aandeel van biobrandstoffen (8 % in 2020). Na 2020 compenseert die vernieuwing van het park van personenauto's de stijgende vraag naar vervoer niet langer en groeit de CO<sub>2</sub>-uitstoot opnieuw. Ook in dit scenario is een belangrijke rol weggelegd voor CNG-personenauto's. In 2030 zou het aandeel van die technologie in de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het personenvervoer 8 % bedragen en 5 % in de totale uitstoot van het vervoer.

**Grafiek 21: Evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer over de periode 2005-2030 per vervoermodus en per brandstof volgens het TREMOVE2009 -scenario – 2005 = 100**



Bron: TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

Door het ontbreken van een versterkte doelstelling voor biobrandstoffen in 2020 groeit de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de TREMOVE-oefening van 2009 al vanaf 2010.

### 3.5.3. Decompositieanalyse

#### a. Inleiding

Met behulp van een decompositieanalyse kan de invloed van de verschillende verklarende variabelen op de emissies gekwantificeerd worden. Voor onze analyse maken we het onderscheid tussen de emissies die in de eerste plaats afhangen van het brandstofverbruik zoals CO<sub>2</sub> en SO<sub>2</sub> en de emissies die eerder afhangen van de technologie in de voertuigen (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC en PM).

In deze paragraaf stellen we de decompositie voor de brandstofafhankelijke emissies van CO<sub>2</sub> en SO<sub>2</sub> voor. In de analyse van de evolutie van de uitstoot van die twee pollutanten betrekken we de volgende factoren:

- (i) de evolutie van de vraag naar personen- of goederenvervoer;
- (ii) de evolutie van de modale aandelen;
- (iii) de evolutie van de gemiddelde bezetting of belading van de vervoermodi;
- (iv) de evolutie van het belang van de verschillende brandstoftechnologieën;
- (v) de evolutie van het specifieke energieverbruik;
- (vi) de evolutie van het aandeel van biobrandstoffen in het diesel- en benzineverbruik;
- (vii) de evolutie van het zwavelgehalte in de brandstoffen.

Voor de kwantificering van de effecten van die factoren, gieten we uitstoot van het vervoer in de volgende formule:

$$Polluent = \sum_{ij} \frac{Polluent_{ij}}{NRG_{ij}} \cdot \frac{NRG_{ij}}{NRG_i} \cdot \frac{NRG_i}{VI_i} \cdot \frac{VI_i}{MI_i} \cdot \frac{MI_i}{MI} \cdot MI$$

Hierin is:

- Polluent: CO<sub>2</sub> of SO<sub>2</sub>;
- i: vervoermodus;
- j: brandstoftechnologie;
- MI: een mobiliteitsindicator, (i) de vraag naar personenvervoer in termen van reizigerskilometer (rkm) en (ii) de vraag naar goederenvervoer in termen van tonkilometer (tkm);
- MI<sub>i</sub>/MI: het aandeel van vervoermodus i in de vraag naar personenvervoer of goederenvervoer;
- VI: een verkeersindicator, die afhangt van (i) de vervoermodus en (ii) het scenario;
- VI<sub>i</sub>/MI<sub>i</sub>: de inverse van de bezetting/belading van het voertuig;
- NRG<sub>i</sub>/VI<sub>i</sub>: het specifieke energieverbruik van vervoermodus i;
- NRG<sub>ij</sub>/NRG<sub>i</sub>: het aandeel van brandstoftechnologie j in het energieverbruik van vervoermodus i;
- Polluent<sub>ij</sub>/NRG<sub>ij</sub>: de emissiefactor van vervoermodus i met brandstoftechnologie j.



De evolutie van die laatste factor hangt voor CO<sub>2</sub> af van de evolutie van het percentage biobrandstoffen. De evolutie van de zwavelinhoud bepaalt de evolutie van die factor voor SO<sub>2</sub>.

De verkeersindicator VI hangt af van de eenheid waarin de specifieke emissies worden uitgedrukt in de drie modellen en van de vervoermodus:

**Tabel 11: Verkeersindicatoren voor de verschillende vervoermodi en scenario's**

Vervoermodus	PLANET	TREMOVE
Wegvervoer	Voertuigkilometer	voertuigkilometer
Binnenscheepvaart	Tonkilometer	vaartuigkilometer
Vervoer per trein	bruto getrokken tonkilometer	treinkilometer

In het PLANET-model worden de specifieke emissies voor binnenscheepvaart en het vervoer per trein uitgedrukt in respectievelijk tonkilometer (tkm) en bruto getrokken tonkilometer (btkm). Voor beide vervoermodi wordt een constante bezetting/belading gehanteerd. Het aantal tkm en btkm kan hier dus als verkeersindicator gebruikt worden.

Voor de PRIMES-vooruitzichten gaan we uit van een constante bezetting/belading van de verschillende voertuigen. Dit houdt in dat we de evolutie van de mobiliteitsindicator gebruiken als benaderende waarde van de evolutie van de verkeersindicator.

In paragraaf b kwantificeren we de impact van de verschillende factoren op de evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het personenvervoer over de periode 2005-2030 volgens de verschillende scenario's. Dit laat ons toe om (i) de evolutie volgens de verschillende scenario's en (ii) de verschillen in evolutie tussen de verschillende scenario's te verklaren. Daarin kijken we eerst naar het totale personenvervoer en daarna naar de individuele vervoermodi. Paragraaf c doet diezelfde oefening over voor het goederenvervoer en heeft dezelfde structuur.

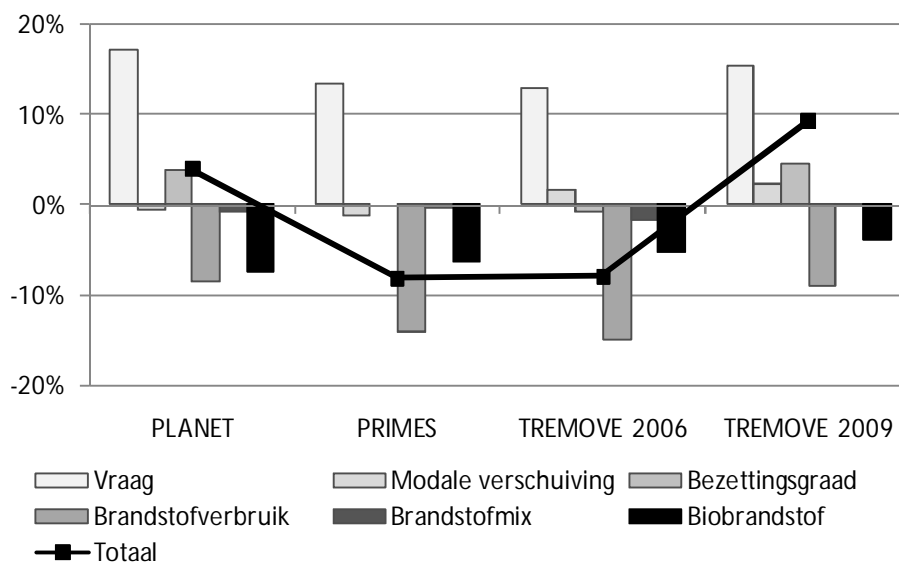
## **b. Personenvervoer**

### **Totaal**

Grafiek 22 splitst de evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het personenvervoer uit naar de verschillende effecten. De grafiek stelt die voor als het veranderingspercentage ten opzichte van de **totale** CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer in 2005. Daaruit blijkt dat de vraag, het brandstofverbruik en in mindere mate het aandeel van biobrandstoffen de belangrijkste determinanten van de evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot zijn.

De stijging van de *vraag naar personenvervoer* in het PLANET-scenario doet de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 17 % stijgen over de periode 2005-2030. In het PRIMES- en TREMOVE2006-scenario liggen die groeicijfers lager: 13 %. De meest recente TREMOVE-oefening voor België legt die groei iets hoger: 15 % over de periode 2005-2030.

**Grafiek 22: Decompositie van de evolutie van de CO<sub>2</sub>-emissies van het personenvervoer over de periode 2005-2030 – %**



Bron: Hertveldt et al.(2009), Bossier et al.(2008), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

De impact van de *modale verschuiving* op de CO<sub>2</sub>-uitstoot is beperkt. In het PLANET- en PRIMES-scenario drukt de modale verschuiving de CO<sub>2</sub>-uitstoot in beperkte mate. Dit wijst op een modale verschuiving naar minder CO<sub>2</sub>-intensieve modi. In die scenario's is er een sterke groei van het aandeel van het vervoer per trein. In beide TREMOVE-oefeningen groeit de CO<sub>2</sub>-uitstoot door de modale verschuiving.

In het PLANET- en TREMOVE2009-scenario draagt een daling van de *bezetting* over de projectieperiode bij tot een stijging met 4 % van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.

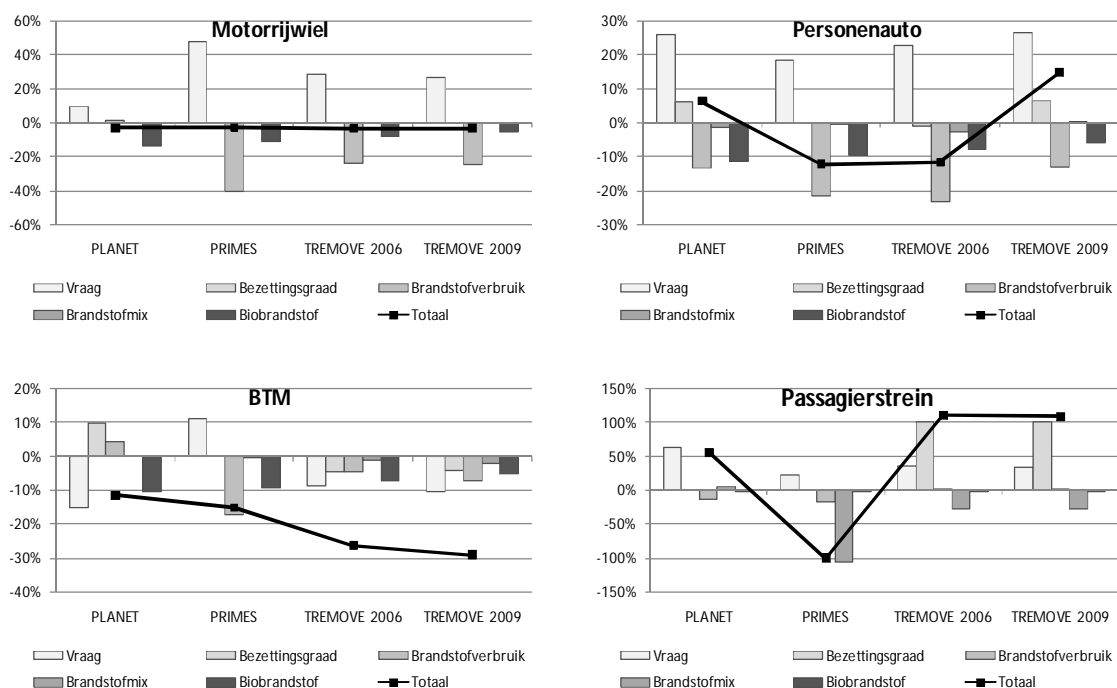
De evolutie van het gemiddelde *energieverbruik* zorgt voor grote verschillen tussen de scenario's in de evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Het PRIMES- en TREMOVE2006-scenario voorzien de grootste verbetering van de energie-efficiëntie van motoren van personenauto's over de periode 2005-2030. In het PRIMES-scenario is dit voornamelijk te wijten aan de stijging van de brandstofprijzen. In het PLANET- en TREMOVE2009-scenario is de daling van het brandstofverbruik kleiner. In het primes- en TREMOVE2006-scenario drukt de daling van het gemiddelde energieverbruik de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer respectievelijk met 14 en 15 %. In het PLANET- en TREMOVE2009-scenario is dat percentage kleiner, namelijk respectievelijk 8 en 9 %.

Het PLANET-scenario en de TREMOVE-oefening van 2006 zien een belangrijke rol weggelegd voor de CNG-technologie in personenauto's. Enkel in die scenario's speelt de verschuiving in de *brandstofmix* een rol van betekenis in de evolutie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Het PLANET- en PRIMES-scenario voorzien de grootste toename van het aandeel van *biobrandstoffen* in het vervoer. In die scenario's is de impact van het groeiende gebruik van biobrandstoffen het grootst.

Grafiek 23 kwantificeert de effecten van de verschillende factoren op de uitstoot van de individuele vervoermodi voor personenvervoer. In tegenstelling tot Grafiek 22 stelt deze grafiek de evolutie voor als het veranderingspercentage ten opzichte van de CO<sub>2</sub>-uitstoot **van de individuele modus** in 2005.

**Grafiek 23: Decompositie van de evolutie van de CO<sub>2</sub>-emissies van de verschillende vervoermodi voor personenvervoer over de periode 2005-2030 – %**



Bron: Hertveldt et al.(2009), Bossier et al.(2008), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

### Motorrijwiel

Ten opzichte van 2005 voorzien de vier scenario's een daling van ongeveer 3 %. De achterliggende redenen voor die daling verschilt echter tussen het PLANET-scenario en de andere drie scenario's. In het PLANET-scenario compenseert het groeiend gebruik van biobrandstoffen de groei van de vraag. In de andere drie scenario's ligt de groei van de vraag hoger en speelt vooral de toename van de energie-efficiëntie van de motorrijwielen een rol.

### Personenauto

Het TREMOVE2009-scenario voorziet een stijging van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 15 % over de periode 2005-2030. In dat scenario wegen een verbetering van de energie-efficiëntie en een stijgend

aandeel van biobrandstoffen niet op tegen de groeiende vraag naar vervoer en een dalende voertuigbezetting. In het PLANET-scenario wegen die factoren iets zwaarder door en is de groei van de uitstoot beperkt tot 6 %. In de andere twee scenario's is de daling van het gemiddelde brandstofverbruik groter en wordt een daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van 12 % voorzien.

### **BTM**

De vier scenario's voorzien een daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot door BTM. Beide TREMOVE-oefeningen voorzien een daling van bijna 30 %. PLANET voorziet de kleinste daling, 11 %. In het PLANET- en de TREMOVE-scenario's draagt de dalende activiteit bij tot die daling. In de TREMOVE-scenario's dragen alle componenten bij tot de daling en is de daling van de uitstoot over de periode 2005-2030 het grootst. De stijging van het gemiddelde energiegebruik in het PLANET-scenario beperkt de daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Het PRIMES-scenario voorziet in tegenstelling tot de andere scenario's nog wel een groei van de BTM-activiteit. Die groei wordt echter gecompenseerd door een hoger aandeel van biobrandstoffen en een sterkere verbetering van de energie-efficiëntie van de voertuigen.

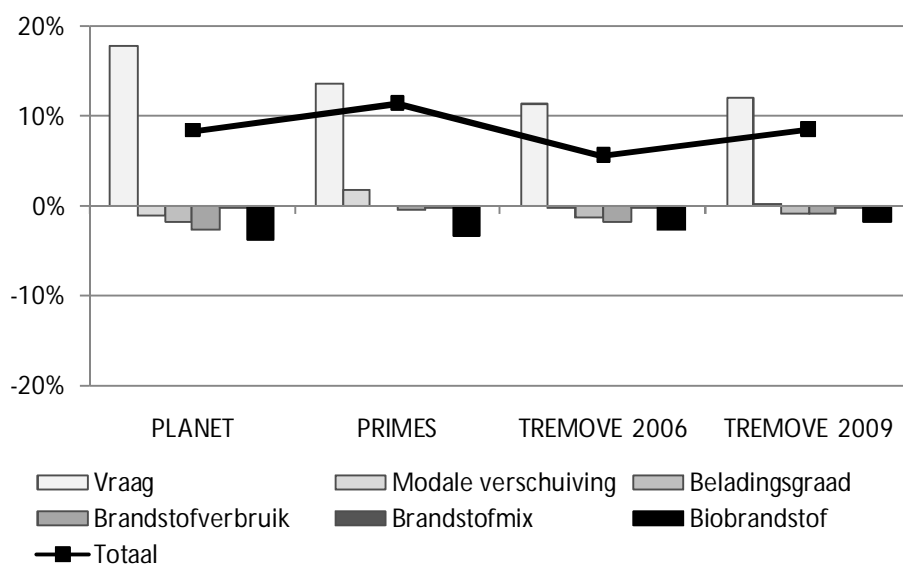
### **Passagierstrein**

Het PRIMES-scenario veronderstelt een volledige elektrificatie van het personenvervoer per spoor vanaf 2020. De andere drie scenario's voorzien geen volledige elektrificatie. Beide TREMOVE-scenario's gaan wel uit van een verdere elektrificatie, PLANET gaat uit van een lichte toename van het aandeel van diesel. Die laatste drie scenario's zien de uitstoot van CO<sub>2</sub> wel nog groeien over de periode 2005-2030. In PLANET stijgt de CO<sub>2</sub>-uitstoot voornamelijk door een stijging van de activiteit. Een daling van het gemiddelde energieverbruik kan dit slechts in beperkte mate compenseren. De grote stijging van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in beide TREMOVE-scenario's is te wijten aan een daling van de bezettingsgraad.

### **c. Goederenvervoer**

Grafiek 24 splitst de evolutie op in de verschillende factoren. Onafhankelijk van het scenario is de evolutie van de vraag naar goederenvervoer de belangrijkste determinant. De toename van de *vraag naar goederenvervoer* in het PLANET-scenario doet de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer met 18 % stijgen. Die stijging is de grootste van de vier scenario's. De kleinste toename van de vraag is te noteren voor de TREMOVE-oefening van 2006.

**Grafiek 24: Decompositie van de evolutie van de CO<sub>2</sub>-emissies van het goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %**



Bron: Hertveldt et al.(2009), Bossier et al.(2008), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

Uit die grafiek blijkt ook dat enkel in het PLANET-scenario sprake is van een *modale verschuiving* naar de vervoermodi met lagere CO<sub>2</sub> uitstoot, in het bijzonder van vrachtwagens en trekkers naar het spoor en de binnenscheepvaart. De impact is echter klein: -1 %. In het PRIMES-scenario is er sprake van een verschuiving naar modi met een hogere CO<sub>2</sub>-uitstoot. In dat scenario groeit de uitstoot door de modale verschuiving met 2 %.

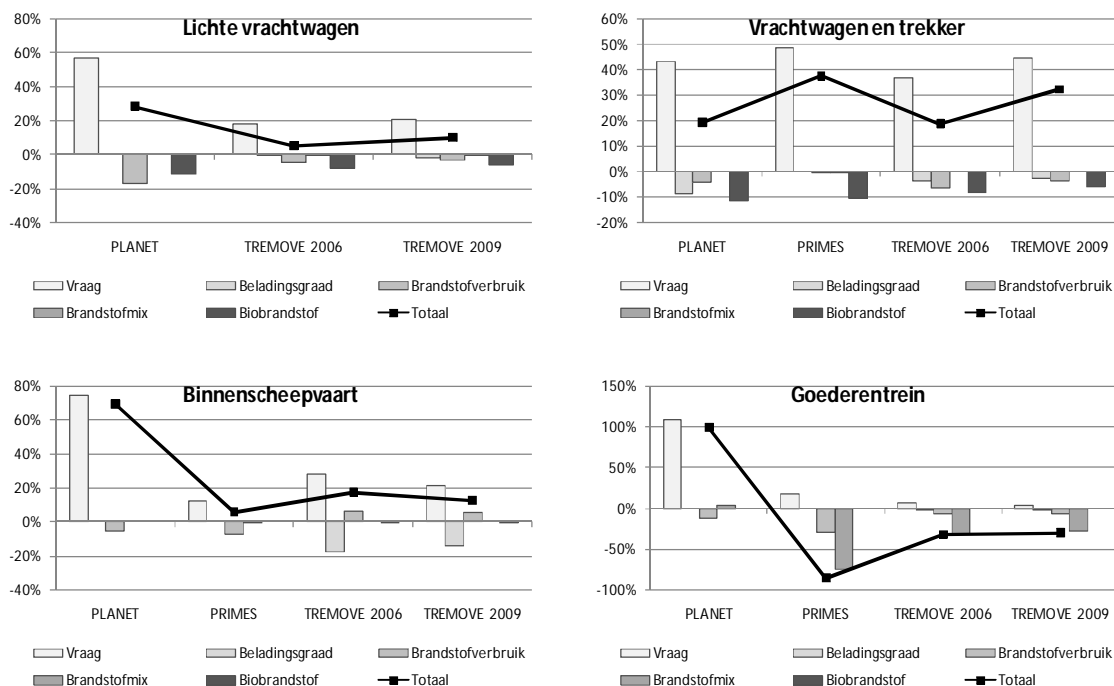
Ook de impact van de *beladingsgraad* is beperkt. In het PLANET-scenario drukt de verhoging daarvan de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 2 %. In de twee TREMOVE-scenario's is dat 1 %.

In tegenstelling tot de andere scenario's voorziet het PRIMES-scenario geen vermindering van het gemiddelde *brandstofverbruik* over de periode 2005-2030. In het PLANET-scenario heeft de daling van het gemiddelde brandstofverbruik de grootste impact. Voor de TREMOVE-oefening van 2009 is de daling van het gemiddelde brandstofverbruik kleiner dan die van 2006.

Net als bij het personenvervoer is de impact van een groter aandeel van *biobrandstoffen* in het goederenvervoer het grootst in het PLANET- en PRIMES-scenario.

Grafiek 25 kwantificeert de effecten van de verschillende factoren op de uitstoot van de individuele vervoermodi voor goederenvervoer. De evolutie wordt hier voorgesteld als het veranderingspercentage ten opzichte van de CO<sub>2</sub>-uitstoot **van de individuele modus** in 2005.

**Grafiek 25: Decompositie van de evolutie van de CO<sub>2</sub>-emissies van de verschillende vervoermodi voor goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %**



Bron: Hertveldt et al.(2009), Bossier et al.(2008), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

### Lichte vrachtwagens

Het PLANET-scenario voorziet een groei van 28 % voor de CO<sub>2</sub>-uitstoot van lichte vrachtwagens over de periode 2005-2030. De TREMOVE-oefening van 2009 voorziet een grotere groei dan die van 2006, namelijk 10 % tegenover 5 %.

De groei van de uitstoot van lichte vrachtwagen in het PLANET-scenario is groter dan die in de andere scenario's ondanks een sterkere daling van het brandstofverbruik en een groter aandeel van biobrandstoffen. Dit is te wijten aan een grotere voorziene groei van de vraag naar vervoer per lichte vrachtwagen. In het PLANET-scenario duwt de toenemende vraag de CO<sub>2</sub>-uitstoot bijna 60 % hoger, in de andere twee scenario's is dat slechts 20 %.

### Vrachtwagens en trekkers

De grootste stijging van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van vrachtwagens en trekkers is voor het PRIMES-scenario (+ 38 %). Dit is te wijten aan een groeiende vraag naar goederenvervoer per vrachtwagen, gekoppeld aan een onveranderd gemiddeld brandstofverbruik over de periode 2005-2030. Dat wordt slechts deels gecompenseerd door een groter aandeel van biobrandstoffen.

Bij de andere drie scenario's drukt een daling van het gemiddeld brandstofverbruik, een betere belading en een groter aandeel van biobrandstoffen de groei van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Het TREMOVE-

scenario van 2009 en het PLANET-scenario hebben ongeveer dezelfde vooruitzichten wat betreft de groei van het vervoer per vrachtwagen, maar een betere belading en een groter aandeel van biobrandstoffen legt de groei van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in het PLANET-scenario lager.

### **Binnenscheepvaart**

Door de explosieve groei van de binnenscheepvaart groeit de CO<sub>2</sub>-uitstoot in het PLANET-scenario met 70 %. De andere scenario's voorzien slechts een groei van 6 % (PRIMES) tot 17 % (TREMOVE 2009).

In het PRIMES-scenario ligt de groei van de CO<sub>2</sub>-uitstoot het laagst door de lage groei van de binnenscheepvaart en een daling van het gemiddelde brandstofverbruik over de periode 2005-2030. In de TREMOVE-scenario's duwt de groei van de vraag de CO<sub>2</sub>-uitstoot 21-28 % hoger. Die groei wordt deels gecompenseerd door een stijgende beladingsgraad.

### **Goederentrein**

Door een sterke groei van de vraag naar goederenvervoer per trein voorziet het PLANET-scenario een verdubbeling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot over de periode 2005-2030. De andere drie scenario's voorzien een daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het goederenvervoer per trein. Dit is in de eerste plaats te wijten aan een daling van het aandeel van dieseltreinen.

## **3.6. Uitstoot van andere broeikasgassen: CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O**

### **3.6.1. Inleiding**

Net als voor de uitstoot van CO<sub>2</sub> en SO<sub>2</sub> willen we voor de andere pollutanten (i) de vraag naar personen- of goederenvervoer, (ii) de evolutie van de modale aandelen en (iii) de evolutie van de gemiddelde bezetting of belading van de vervoermodi in de analyse betrekken.

Voor deze pollutanten zullen we de evolutie van het belang van de verschillende brandstoftechnologieën niet meten aan de hand van hun aandeel in het energieverbruik, maar op basis van hun aandeel in de verkeersprestaties. De verbetering van de milieuprestaties van de voertuigen wordt in rekening gebracht via de evolutie van de specifieke emissies.

Voor de andere pollutanten stellen we de volgende decompositie voor:

$$Polluent = \sum_{ij} \frac{Polluent_{ij}}{VI_{ij}} \cdot \frac{VII}{VII} \cdot \frac{MII}{MI} \cdot MI$$

Hierin is:

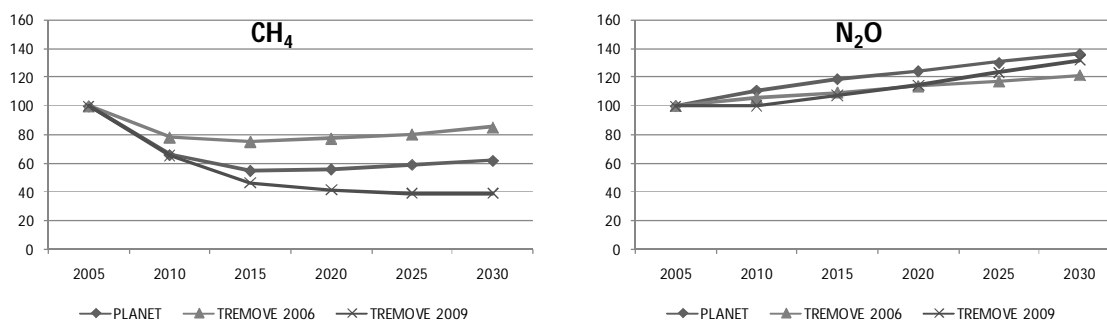
- Polluent: CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC of PM;
- i: vervoermodus;
- j: brandstoftechnologie;
- MI: een mobiliteitsindicator, (i) de vraag naar personenvervoer in termen van reizigerskilometer (rkm) en (ii) de vraag naar goederenvervoer in termen van tonkilometer (tkm);
- Mli/MI: het aandeel van vervoermodus i in de vraag naar personenvervoer of goederenvervoer;
- VI: een verkeersindicator, die afhangt van (i) de vervoermodus en (ii) het scenario (zie Tabel 11);
- Vli/MI: de inverse van de bezetting/belading van het voertuig;
- Vlij/VI: het aandeel van brandstoftechnologie j in de verkeersindicator van vervoermodus i;
- Polluentij/Vlij: de specifieke emissie van brandstoftechnologie j in vervoermodus i.

Het PRIMES-scenario bevat enkel vooruitzichten voor CO<sub>2</sub> en wordt dus niet in deze decompositie betrokken.

### 3.6.2. Evolutie 2005-2030 en decompositieanalyse

Van de drie scenario's daalt de CH<sub>4</sub>-uitstoot het sterkst in het TREMOVE2009-scenario: -61 % over de periode 2005-2030. Grafiek 27 leert dat het personen- en goederenvervoer even veel bijdragen tot die daling.

**Grafiek 26: Evolutie van de CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O-uitstoot over de periode 2005-2030 – 2005=100**



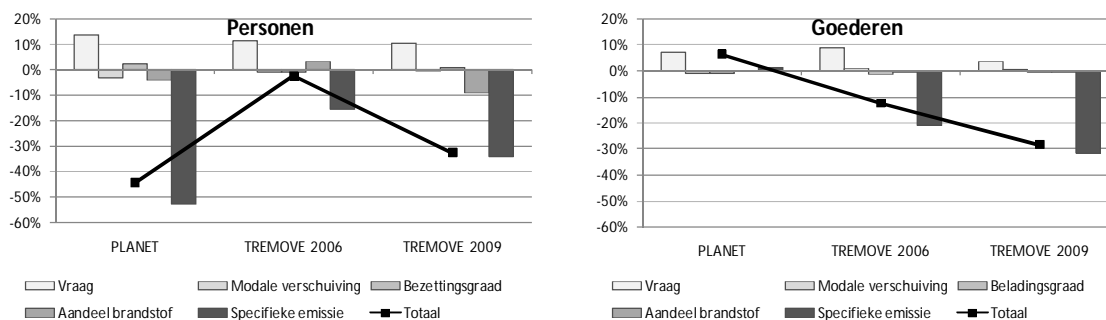
Bron: Hertveldt et al.(2009), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

In het PLANET-scenario contrasteert de daling van de uitstoot in het personenvervoer met de stijging in het goederenvervoer. Dankzij een sterke daling van de specifieke emissies van de benzineauto daalt de CH<sub>4</sub>-uitstoot van het personenvervoer met 44 %. De specifieke emissies van vrachtwagens en trekkers stijgen licht. De toename van het goederenvervoer duwt de CH<sub>4</sub>-uitstoot 6 % hoger. De daling van de CH<sub>4</sub>-uitstoot is het kleinst in het TREMOVE2006-scenario. De afname van de uitstoot in dat scenario is toe te schrijven aan de daling van de specifieke emissie



van de vrachtwagens en trekkers. In dat scenario compenseert de daling van de specifieke emissies van de personenauto de stijgende vraag naar personenvervoer amper.

**Grafiek 27: Decompositie van de evolutie van de CH<sub>4</sub>-uitstoot van personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %**

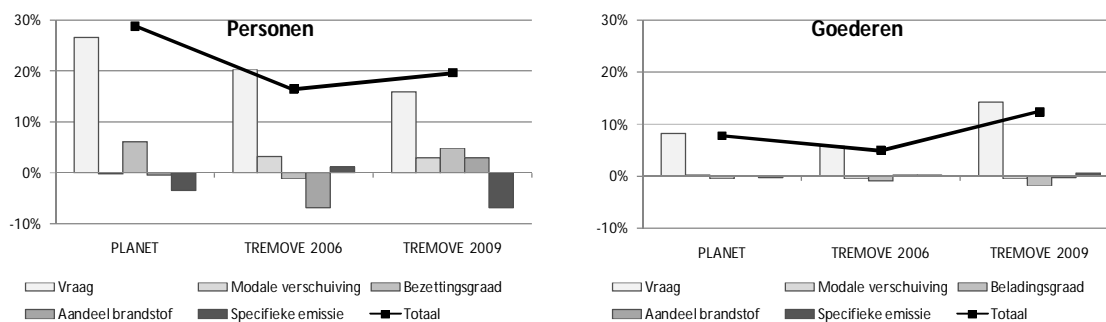


Bron: Hertveldt et al.(2009), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

De drie scenario's voorzien een groei van de N<sub>2</sub>O-uitstoot over de periode 2005-2030. De groei van de N<sub>2</sub>O-uitstoot is in de eerste plaats op rekening van het personenvervoer te schrijven. In het PLANET-scenario groeit de uitstoot van het personenvervoer het sterkst door een sterk groeiende vraag en dalende bezettinggraad. Ook in het TREMOVE2009-scenario kan de daling van de specifieke emissies die twee effecten slechts deels compenseren.

In het TREMOVE2006-scenario is de stijging van de N<sub>2</sub>O-uitstoot van het personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 het kleinst. In dat scenario wordt de groei van het personenvervoer deels gecompenseerd door de verschuiving van benzinemotoren naar diesel- en CNG-motoren voor personenauto's.

**Grafiek 28: Decompositie van de evolutie van de N<sub>2</sub>O-uitstoot van personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %**



Bron: Hertveldt et al.(2009), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

Voor het goederenvervoer wordt de evolutie van de N<sub>2</sub>O-uitstoot in de eerste plaats bepaald door de evolutie van de vraag naar goederenvervoer.

### 3.7. Gereguleerde emissies: NO<sub>x</sub>, PM, CO en NMVOC

#### 3.7.1. Belangrijkste hypothesen

Personenwagens, lichte vrachtwagens en vrachtwagens zijn onderworpen aan de Europese emissieregeling voor NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC en PM. De uitstoot van die pollutanten verschilt in de realiteit sterk van die bij de homologatietesten. Zowel voor het PLANET- als voor de REMOVE-scenario's wordt de COPERT-methodologie gebruikt voor de berekening van de uitstoot in reële condities. De specifieke emissies in het PLANET-scenario vertrekken van de werkzaamheden van de VITO en zijn gebaseerd op de COPERTIII-methodologie. Dit is ook het geval voor de specifieke emissies in het REMOVE2006-scenario. Het REMOVE2009-scenario is gebaseerd op de COPERTIV-methodologie.

De scenario's kunnen moeilijk vergeleken worden op basis van de EURO-normen die ze in de berekeningen meenemen. In plaats daarvan wordt gekeken naar de evolutie van de specifieke emissies over de periode 2005-2030 in de verschillende scenario's.

Het PRIMES-scenario bevat geen resultaten voor de gereguleerde emissies en wordt dus niet in dit hoofdstuk vermeld.

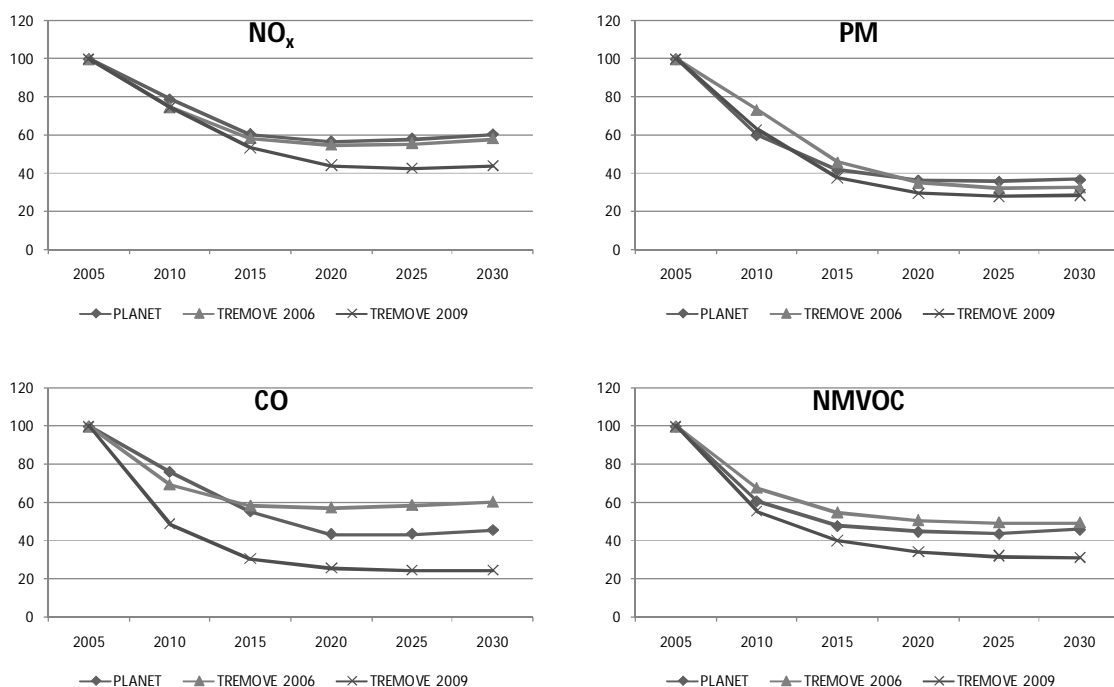
#### 3.7.2. Evolutie 2005-2030 en decompositieanalyse

Voor gereguleerde emissies voorzien de drie scenario's een daling over de periode 2005-2030. De vork waarbinnen de daling zou liggen, hangt af van de pollutant. De vork is het breedst voor de pollutanten die vooral door benzineauto's uitgestoten worden. De uitstoot van NMVOC en CO zou respectievelijk 50-69 % en 40-75 % dalen over de periode 2005-2030. Voor PM is die vork het minst breed en voorzien de drie scenario's een daling van 63-71 %. De daling van de NO<sub>x</sub>-uitstoot zou tussen 44 en 60 % liggen.

NO<sub>x</sub> en PM worden in de eerste plaats uitgestoten door dieselmotoren, CO en NMVOC vooral door benzineauto's. Dieselmotoren worden zowel in het personen- als in het goederenvervoer gebruikt, benzineauto's in personenauto's en motorrijwielen. De evolutie van de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen in de verschillende scenario's wordt vooral bepaald door de evolutie van de specifieke emissies. Voor CO en NMVOC zijn dat de specifieke emissies van benzineauto's, voor NO<sub>x</sub> en PM die van dieselmotoren in personen- en vrachtwagens.

In de drie scenario's daalt de uitstoot van het personenvervoer sterker dan die van het goederenvervoer en wint het goederenvervoer aan belang. De drie scenario's voorzien tot 2020 een daling van de gereguleerde emissies. Vanaf 2020 volstaat de daling van de specifieke emissies in geen van de drie scenario's om de groei van het goederenvervoer te compenseren. Voor NO<sub>x</sub> en CO leidt dit in het PLANET- en REMOVE2006-scenario tot een stijging van de uitstoot vanaf 2020.

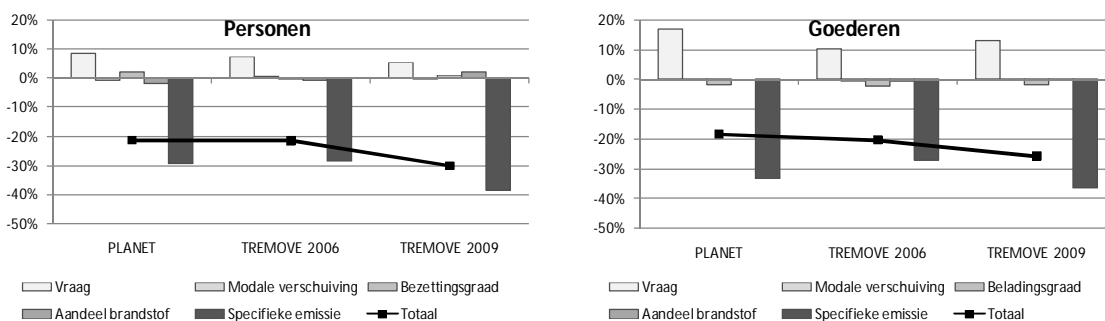
**Grafiek 29: Evolutie van de uitstoot van NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC en PM door het vervoer – 2005 = 100**



Bron: Hertveldt et al.(2009), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

In de drie scenario's dragen het personen- en het goederenvervoer ongeveer in dezelfde mate bij tot de daling van de NO<sub>x</sub>-uitstoot van het vervoer. De daling is het grootste voor het TREMOVE2009-scenario. Grafiek 30 leert dat dat scenario een grote daling van de specifieke emissies voor het personenvervoer combineert met een grote daling van de specifieke emissies van het goederenvervoer. De daling is het kleinst in het PLANET-scenario door een grotere bijdrage van de groei van zowel het personen- als het goederenvervoer.

**Grafiek 30: Decompositie van de evolutie van de NO<sub>x</sub>-emissies van het personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %**

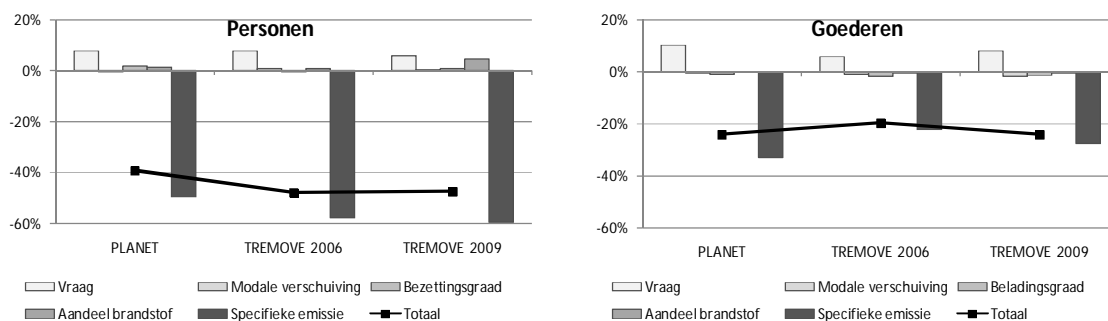


Bron: Hertveldt et al.(2009), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

Het PLANET-scenario voorziet een daling van de uitstoot van deeltjes van 63 %. De daling van de PM-uitstoot in de twee REMOVE-scenario's is iets groter dan in het PLANET-scenario: 67 % voor de oefening van 2006 en 71 % voor de oefening van 2009. In de drie scenario's draagt het personenvervoer het meest bij tot de daling van de uitstoot. In het PLANET-scenario is de daling van de specifieke emissies van de personenauto het kleinst en daalt de PM-uitstoot het minst.

In tegenstelling tot in het PLANET-scenario is de binnenscheepvaart in beide REMOVE-scenario's een belangrijke bron van PM-uitstoot. Die scenario's voorzien in tegenstelling tot het PLANET-scenario geen daling van de specifieke emissies van de binnenscheepvaart over de periode 2005-2030. Bovendien gaat het PLANET-scenario uit van een sterkere daling van de specifieke emissie van vrachtwagens dan de REMOVE-scenario's. Daardoor daalt de PM-uitstoot van het goederenvervoer, ondanks een lagere activiteit, in de REMOVE-scenario's minder sterk dan in het PLANET-scenario.

**Grafiek 31: Decompositie van de evolutie van de deeltjesuitstoot van het personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %**

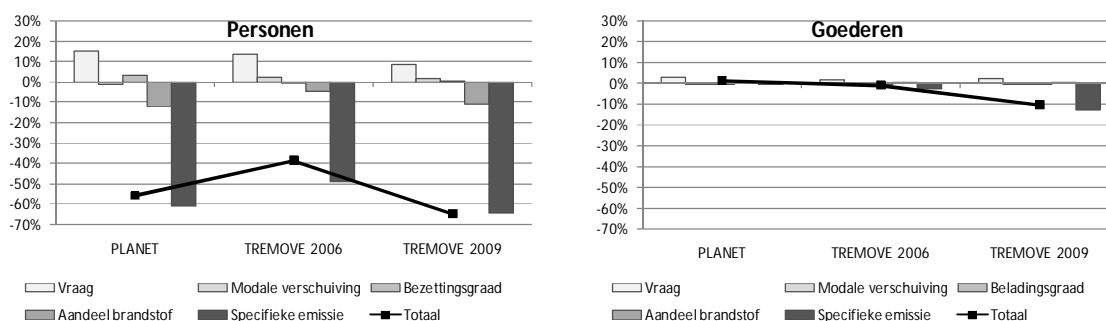


Bron: Hertveldt et al.(2009), REMOVE(2006), REMOVE(2009), eigen berekeningen.

Personenauto's met benzinemotoren zijn de eerste bron van CO-uitstoot en bepalen grotendeels de evolutie ervan. In het PLANET- en REMOVE2009-scenario draagt de daling van de specifieke emissies voor meer dan 60 % bij aan de daling van de uitstoot, tegenover 50 % in het REMOVE2006-scenario. Dit effect wordt nog versterkt door de verschuiving van benzine naar diesel. Door een hogere vraag naar personenvervoer is de daling in het PLANET-scenario kleiner dan in het REMOVE2009-scenario.

In het REMOVE2009-scenario levert de daling van de specifieke emissies van vrachtwagens en trekkers een daling van de CO-uitstoot op. In de andere twee scenario's is de bijdrage van het goederenvervoer verwaarloosbaar.

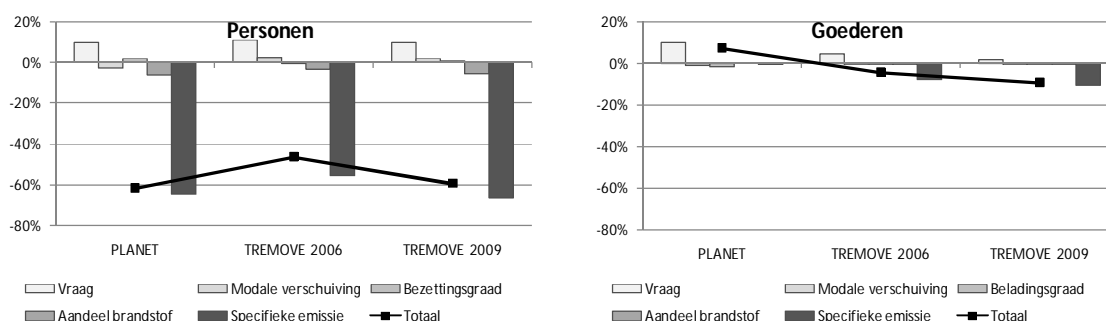
**Grafiek 32: Decompositie van de evolutie van de co-uitstoot van het personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %**



Bron: Hertveldt et al.(2009), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

In het PLANET-scenario daalt de *NMVO*C-uitstoot met 54 % over de periode 2005-2030. Over die periode daalt de *NMVO*C-uitstoot van het personenvervoer door een daling van de specifieke emissies van benzineauto's en de switch van benzine naar diesel personenauto's. De groei van het goederenvervoer over de weg wordt niet gecompenseerd door een daling van de specifieke emissies. Over de periode 2005-2030 groeien de emissies van *NMVO*C van het goederenvervoer.

**Grafiek 33: Decompositie van de evolutie van de *NMVO*C-uitstoot van het personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %**



Bron: Hertveldt et al.(2009), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

Het TREMOVE2006-scenario voorziet een daling van de *NMVO*C-uitstoot met 50 % over de periode 2005-2030. Die daling is echter kleiner dan in het PLANET-scenario door een kleinere voorziene daling van de specifieke emissies van benzine personenauto's. In het TREMOVE2006-scenario wordt de groeiende vraag naar goederenvervoer wel gecompenseerd door een daling van de specifieke emissie en daalt de uitstoot van het goederenvervoer licht.

In het TREMOVE2009-scenario is de daling van de *NMVO*C-uitstoot het grootst door de combinatie van een sterke daling van de specifieke emissies van personenauto's en van vrachtwagens.

### 3.8. SO<sub>2</sub>

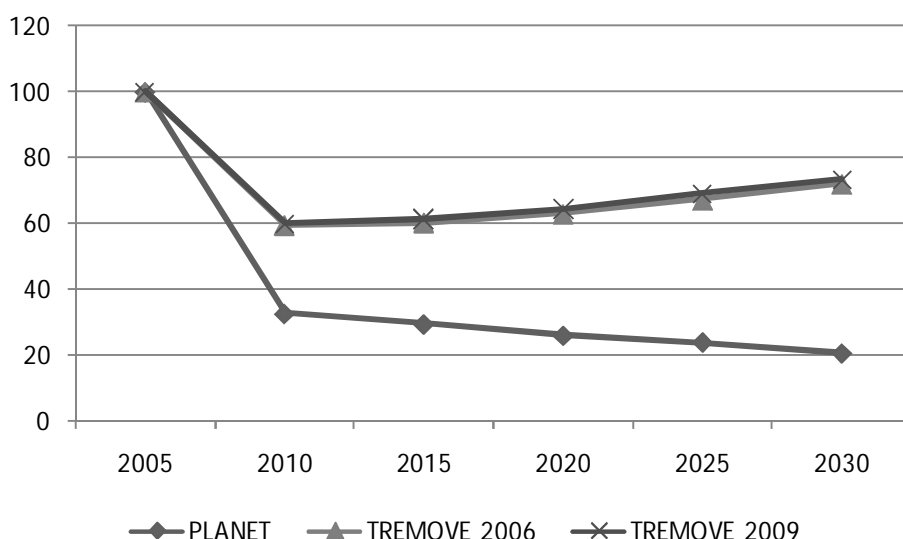
#### 3.8.1. Belangrijkste hypothesen

De drie scenario's houden rekening met een verlaging van het maximale zwavelgehalte in benzine- en dieselbrandstoffen bestemd voor het wegvervoer vanaf 2009 (zie bijlage 5.1). Daarnaast houdt het PLANET-scenario ook rekening met een daling van het zwavelgehalte voor de dieselbrandstof voor de binnenscheepvaart.

#### 3.8.2. Evolutie 2005-2030 en decompositieanalyse

Het PLANET-scenario voorziet een daling van de SO<sub>2</sub>-emissies van 79 % over de periode 2005-2030. Die daling is het grootste over de periode 2005-2010. Vanaf 2010 moeten brandstoffen gebruikt in het wegvervoer immers voldoen aan strengere eisen met betrekking tot het maximale zwavelgehalte. In tegenstelling tot het PLANET-scenario gaan de REMOVE-scenario's niet uit van een verlaging van het zwavelgehalte in de dieselbrandstof voor de binnenscheepvaart. Daardoor stijgt de SO<sub>2</sub>-uitstoot in die scenario's vanaf 2010 en is de daling kleiner dan in het PLANET-scenario. In beide scenario's bedraagt de reductie minder dan 30 % en is de binnenscheepvaart in 2030 veruit de belangrijkste bron van SO<sub>2</sub>-uitstoot, met een aandeel van meer dan 60 %.

**Grafiek 34: Evolutie van de SO<sub>2</sub>-uitstoot door het vervoer volgens het PLANET-scenario – 2005 = 100**

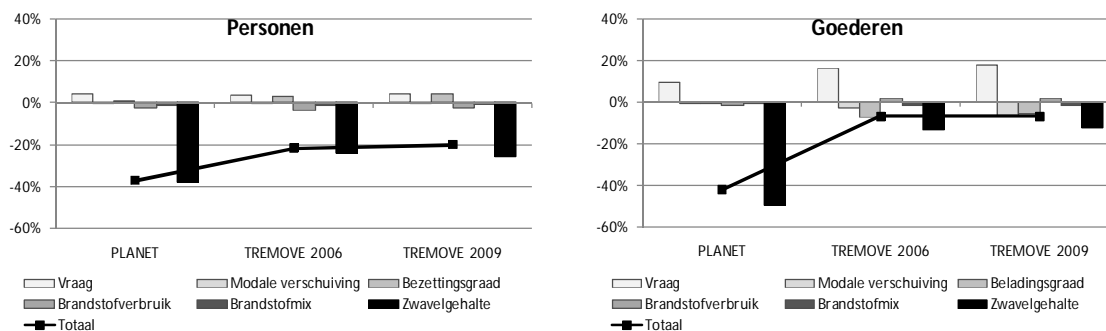


Bron: Hertveldt et al.(2009), REMOVE(2006), REMOVE(2009), eigen berekeningen.

Zoals Grafiek 35 illustreert, is voor het personenvervoer de zwavelinhoud van de brandstoffen in alle scenario's de belangrijkste verklarende variabele. Voor het goederenvervoer is dat ook het geval voor het PLANET-scenario. In de twee REMOVE-scenario's draagt naast de daling van

de zwavelinhoud ook de modale verschuiving van binnenscheepvaart naar het wegvervoer bij tot de daling van de  $SO_2$ -uitstoot.

**Grafiek 35: Decompositie van de evolutie van de  $SO_2$ -uitstoot van het personen- en goederenvervoer over de periode 2005-2030 – %**



Bron: Hertveldt et al.(2009), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

### 3.9. Conclusies

In het voorgaande hebben we de evolutie van de vervoeremissies volgens verschillende scenario's vergeleken en het effect van een aantal factoren gekwantificeerd. Dit heeft ons toegelaten de belangrijkste verschillen tussen de scenario's te achterhalen.

De evolutie van de  $CO_2$ -uitstoot is het resultaat van tal van factoren. Daarvan hebben de vraag naar personen- en goederenvervoer, het specifieke brandstofverbruik en het aandeel van biobrandstoffen het grootste effect op de uitstoot. Het PRIMES- en het TREMOVE2006-scenario gaan uit van de grootste efficiëntiewinsten voor de motoren in personenauto's over de periode 2005-2030. In die scenario's daalt de  $CO_2$ -uitstoot van het personenvervoer. In het PRIMES-scenario doet de groei van de  $CO_2$ -emissies van het goederenvervoer die daling teniet.

In het PLANET- en TREMOVE2009-scenario dalen de specifieke emissies van personenauto's minder sterk over de periode 2005-2030 en stijgt de  $CO_2$ -uitstoot van het personenvervoer. De groei van de uitstoot van goederenvervoer komt daar nog bovenop.

De evolutie van de vraag naar personen- en goederenvervoer, de specifieke emissies en in mindere mate het aandeel van de verschillende brandstoftechnologieën hebben een belangrijk effect op de *gereguleerde emissies en de emissies van  $CH_4$* . Door een sterke daling van de specifieke emissies van zowel personenauto's als vrachtwagens, daalt de uitstoot van die pollutanten in alle scenario's, maar het sterkst in het TREMOVE2009-scenario.

Door een grotere daling van de specifieke emissies van benzineauto's is de daling van de uitstoot van  $CH_4$ , CO en NMVOC groter in het PLANET-scenario dan in het TREMOVE2006-scenario. Voor de andere gereguleerde pollutanten is de daling groter in het TREMOVE2006-scenario.

De evolutie van de specifieke emissies zijn van geen tel in de evolutie van de  $N_2O$ -uitstoot. Die wordt in de eerste plaats bepaald door de evolutie van de vraag naar personenvervoer. In het PLANET-scenario groeit die het sterkst over de periode 2005-2030.

De grotere daling van de  $SO_2$ -uitstoot in het PLANET-scenario ten opzichte van de TREMOVE-scenario's is te wijten aan een grotere daling van het zwavelgehalte van zowel de brandstoffen voor het wegvervoer als die voor de binnenscheepvaart.



## 4. Evolutie 1990-2030

### 4.1. Inleiding

In dit deel plaatsen we de emissievooruitzichten voor vervoer van de vier scenario's in een historisch perspectief. Daarbij zullen we de evolutie van de uitstoot van de broeikasgassen en van de andere pollutanten op basis van respectievelijk de UNFCCC- en CLRTAP-emissie-inventarissen vergelijken met de vooruitzichten. Het vervoer omvat de volgende drie vervoermodi: het vervoer over de weg (personen + goederen), de binnenscheepvaart en het vervoer per trein (personen + goederen).

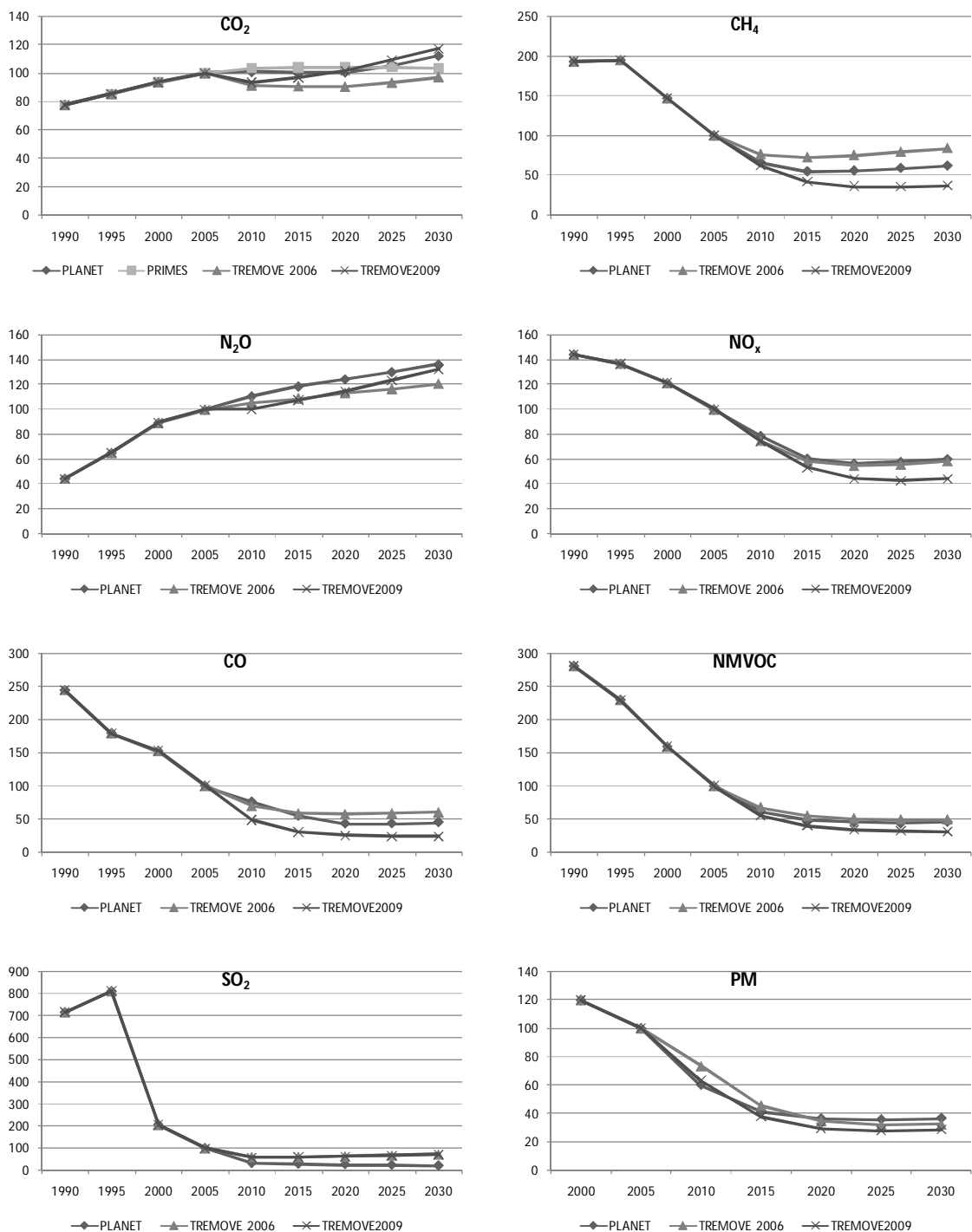
### 4.2. Evolutie van de uitstoot

Grafiek 36 plaatst de vooruitzichten van de uitstoot van de verschillende pollutanten van het vervoer over de weg in een historisch perspectief.

Door de verbetering van de energie-efficiëntie van personenauto's en een groeiend gebruik van biobrandstoffen voorzien de vier scenario's minstens een vertraging van de groei van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vervoer over de periode 2005-2030 ten opzichte van het verleden. Over de periode 1990-2005 groeide de CO<sub>2</sub>-uitstoot gemiddeld met 1,7 % per jaar. Het TREMOVE2006 voorziet voor de periode 2005-2030 een gemiddelde jaarlijkse daling van 0,1 %, terwijl de andere scenario's een gemiddelde jaarlijkse groei van 0,1 % tot 0,6 % vooropstellen.

De N<sub>2</sub>O-uitstoot is niet onderworpen aan emissieregelgeving en zou blijven groeien over de periode 2005-2030. De drie scenario's voorzien wel een vertraging van de groei ten opzichte van het verleden. Over de periode 2005-2030 zou de uitstoot gemiddeld met 0,8 % tot 1,3 % per jaar groeien tegenover 5,5 % per jaar over de periode 1990-2005.

Grafiek 36: Evolutie 1990-2030 van de uitstoot van het vervoer volgens de verschillende scenario's – 2005 = 100



Bron: UNFCCC(2009), UNECE(2009), Hertveldt et al.(2009), TREMOVE(2006), TREMOVE(2009), eigen berekeningen.

Door een verdere daling van de specifieke emissies, voorzien de drie scenario's een voortzetting van dalende trend van de gereguleerde emissies (NO<sub>x</sub>, PM, CO en NMVOC) en van de emissies van CH<sub>4</sub> tot 2020. Die daling is het grootste voor het TREMOVE2009-scenario. Vanaf 2020 voorzien

de drie scenario's een stagnatie of lichte groei van de uitstoot. Ten opzichte van de periode 1990-2005 vertraagt de daling over de periode 2005-2030, ook in het TREMOVE2009-scenario. Enkel de daling van de NO<sub>x</sub>-uitstoot zou in de projectieperiode versnellen in dat scenario.

## 5. Bijlagen

### 5.1. Maximale zwavelinhoud van brandstoffen

De opeenvolgende verlagingen van het zwavelgehalte in brandstoffen voor wegvoertuigen beogen niet enkel de SO<sub>2</sub>-emissies terug te dringen, maar ook om de nabehandelingssystemen optimaal te laten werken.

**Tabel 12: Maximaal zwavelgehalte in diesel- en benzinebrandstoffen voor wegvoertuigen – mg/kg**

Brandstof	1/1/1980	1/1/1989	1/10/1994	1/10/1996	1/1/2000	1/1/2005	1/1/2009
Diesel	4000	3000	2000	500	350	50	10
Benzine					150	50	10

Sinds 1 januari 2009 mogen diesel- en benzinebrandstoffen nog slechts 10 mg zwavel per kg brandstof bevatten.

### 5.2. Uitstoot van nieuwe voertuigen

Personenwagens, lichte vrachtwagens en vrachtwagens zijn onderworpen aan de Europese emissieregeling. Tabel 13 schetst de evolutie van de wetgeving voor personenauto's en lichte vrachtwagens met referentiemassa tot 1305 kg (klasse I). Voor de lichte vrachtwagens met een hogere maximummassa (klasse II en III) liggen de grenswaarden iets hoger.

**Tabel 13: Emissiewetgeving voor personenauto's en lichte vrachtwagens – g/km**

Brandstof	Polluent	EURO1	EURO2	EURO2	EURO3	EURO4	EURO5	EURO6
Type			IDI	DI				
Diesel	CO	2,72	1	1	0,64	0,5	0,5	0,5
	HC+NO <sub>x</sub>	0,97	0,7	0,9	0,56	0,3	0,23	0,17
	NO <sub>x</sub>				0,5	0,25	0,18	0,08
	PM	0,14	0,08	0,1	0,05	0,025	0,005	0,005
Benzine	CO	2,72		2,2	2,3	1	1	1
	HC				0,2	0,1	0,1	0,1
	HC+NO <sub>x</sub>	0,97		0,5				
	NO <sub>x</sub>				0,15	0,08	0,06	0,06
	PM						0,005	0,005

Vanaf EURO4 worden vooral de maximumwaarden voor diesel aangescherpt. Ten opzichte van EURO4 mogen EURO5- en EURO6-dieselwagens nog een vijfde van de hoeveelheid deeltjes per km

uitstoten. Daarnaast wordt ook de maximumwaarden voor koolwaterstoffen (HC) en NO<sub>x</sub> verder beperkt. Vanaf EURO5 wordt ook de uitstoot van deeltjes voor benzine-wagens gereguleerd.

**Tabel 14: Invoeringsdata van de verschillende EURO-emissienormen voor personenwagens en lichte vrachtwagens**

	EURO1	EURO2	EURO3	EURO4	EURO5	EURO6
Personenauto	1992.07	1996.01	2000.01	2005.01	2009.09	2014.09
Lichte vrachtwagen - klasse I	1994.10	1998.01	2000.01	2005.01	2009.09	2014.09
Lichte vrachtwagen - klasse II & III	1994.10	1998.01	2001.01	2006.01	2010.09	2015.09

Tabel 14 overloopt de invoeringsdata van de verschillende EURO-emissienormen. Het gaat hier om de datum waarop geen typegoedkeuring mag verleend worden aan nieuwe voertuigen die niet aan die emissienormen voldoen. De Europese richtlijn bevat daarnaast nog een andere datum, meestal een jaar later, die verwijst naar het moment waarop geen nieuwe voertuigen meer mogen in het verkeer gebracht worden die niet aan die emissienormen voldoen.

**Tabel 15: Emissiewetgeving voor zware bedrijfsvoertuigen – g/kWh**

Polluent	Euro I		Euro II		Euro III		Euro IV	Euro V	Euro VI
	< 85 kW	> 85 kW	Fase 1	Fase 2	EEV	Alle			
Type									
CO	4,5	4,5	4	4	1,5	2,1	1,5	1,5	1,5
HC	1,1	1,1	1,1	1,1	0,25	0,66	0,46	0,46	0,13
NO <sub>x</sub>	8	8	7	7	2	5	3,5	2	0,4
PM	0,612	0,36	0,25	0,15	0,02	0,1	0,02	0,02	0,01
Invoeringsdatum	1992.01	1996.10	1998.10	1998.10	2000.10	2000.10	2005.01	2008.01	2013.01

EURO VI betekent voor de zware bedrijfsvoertuigen (waartoe autobussen en -cars, vrachtwagens en trekkers behoren) een verdere beperking van de uitstoot van koolwaterstoffen, NO<sub>x</sub> en PM.

**Tabel 16: Invoeringsdata van de verschillende EURO-emissienormen voor personenwagens en lichte vrachtwagens**

EURO I	EURO II – fase 1	EURO II – fase 2	EURO III	EURO IV	EURO V	EURO VI
1992.01	1996.10	1998.10	2000.10	2005.10	2008.10	2013.01

EURO VI is van kracht vanaf 2013.

## Referenties

- Bossier, F., D. Devogelaer, D. Gusbin, F. Verschueren (2008), Impact of the EU Energy and Climate Package on the Belgian energy system and economy, Study commissioned by the Belgian federal and three regional authorities, Working Paper 21-08, Federaal Planbureau, Brussel, november 2008.
- De Ceuster, G., van Herbruggen, B., Ivanova, O., Carlier, K., Martino, A. en Fiorello, D., (2007) TREMOVE, Service contract for the further development and application of the transport and environmental TREMOVE model, Lot 1 (Improvement of the data set and model structure), 2007, Internet.  
([http://www.tremove.org/documentation/Final\\_Report\\_TREMOVE\\_9July2007c.pdf](http://www.tremove.org/documentation/Final_Report_TREMOVE_9July2007c.pdf))
- EEA(2008), Annual European Community LRTAP Convention emission inventory report 1990-2006, Submission to EMEP through the Executive Secretary of the UNECE, juli 2008, Internet.  
([http://www.eea.europa.eu/publications/technical\\_report\\_2008\\_7](http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2008_7))
- Europese Commissie(2008), National inventories and emission projections, Belgium, 2008 – Belgian Reporting NEC 2001/81/EC, Article 8 (1), december 2008, Internet.  
(<http://rod.eionet.europa.eu/obligations/141/deliveries>)
- Hertveldt, B., B. Hoornaert, I. Mayeres, I. (2009), Langetermijnvooruitzichten van transport in België: referentiescenario, Planning Paper 107, Federaal Planbureau, Brussel, februari 2009.
- Logghe, S., B. Van Herbruggen and B. Van Zeebroeck (2006), Emissions of Road Traffic in Belgium, Report under the authority of FEBIAC and FPS Mobility and Transport, T.M.Leuven, januari 2006.
- Nationale Klimaatcommissie, Broeikasgasemissies in België, Trends, prognoses en vorderingen ten opzichte van de Kyoto-doelstelling, 2007, Internet.
- UNFCCC(2009), Greenhouse gas inventories, Belgium, 2009 – Belgian Reporting 280/2004/EC, maart 2009.
- T.M.Leuven (2005) Leuven, ASSESS, Assessment of the contribution of the TEN and other transport policy measures to the midterm implementation of the White Paper on the European Transport Policy for 2010, Final Report, 2005, Internet.
- TREMOVE(2006), Emissions of road transport in Belgium for 1990-2030, Pivots-basecase-post-EUROIV.zip, 2006, Internet. (<http://www.tremove.org/runs/index.htm>)
- TREMOVE(2009), v2.7b Basecase Pivots EU15+CH+NO.exe, 2009, Internet.  
(<http://www.tremove.org/documentation/index.htm>)
- UNECE(2009), Air emission annual data reporting, Belgium, CLRTAP data 2009 submission, februari 2009, Internet. (<http://rod.eionet.europa.eu/obligations/357/deliveries>)