



Planbureau voor de Leefomgeving

VERKEER EN VERVOER IN DE NATIONALE ENERGIEVERKENNING 2015

Achtergronden van de NEV-raming verkeer en vervoer

Gerben Geilenkirchen, Harm ten Broeke & Anco Hoen

21 april 2016

PBL

Colofon

Verkeer en vervoer in de Nationale Energieverkenning 2015

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2016

PBL-publicatienummer: 2377

Contact

Gerben.Geilenkirchen@pbl.nl

Auteurs

Gerben Geilenkirchen, Harm ten Broeke, Anco Hoen

Eindredactie en productie

PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Geilenkirchen et al. (2016), Verkeer en vervoer in de Nationale Energieverkenning 2015, Den Haag: PBL.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

Inhoud

1	Inleiding	6
1.1	Twee beleidsvarianten in de NEV 2015	7
1.2	Beleidsdoelen voor energiegebruik en emissies	8
1.2.1	SER Energieakkoord	8
1.2.2	Europese verplichting voor CO ₂ -reductie bij niet-ETS sectoren	9
1.2.3	Emissieplafonds voor luchtverontreinigende stoffen	9
1.3	Feitelijke en beleidsmatig toegerekende emissies	9
1.4	Leeswijzer	11
2	Omgevingsfactoren	12
2.1	Macro-economische ontwikkelingen	12
2.2	Energieprijzen	12
2.3	Demografische ontwikkelingen	14
3	Beleidsvarianten	15
3.1	Maatregelen voor energiegebruik en CO ₂ -emissies	15
3.1.1	Hernieuwbare energie in transport	15
3.1.2	Europees bronbeleid voor CO ₂ -uitstoot van wegvoertuigen	17
3.1.3	Fiscaal beleid voor personenauto's	19
3.1.4	Vershil in beleidsuitgangspunten met de NEV 2014	20
3.2	Maatregelen en acties uit het Energieakkoord	20
3.3	Maatregelen voor luchtverontreinigende emissies	21
3.3.1	Vastgestelde maatregelen voor luchtmissies	21
3.3.2	Vorgenomen beleidsmaatregelen voor luchtmissies	22
4	Resultaten	25
4.1	Groeioprognose verkeersvolumes	25
4.2	Energiegebruik en CO ₂ -emissie verkeer en vervoer	27
4.2.1	Personenautoverkeer	28
4.2.2	Vrachtvervoer over de weg	29
4.2.3	Overige mobiele bronnen	29
4.2.4	Afzet van bunkerbrandstoffen voor luchtvaart en scheepvaart	30
4.3	Energiebesparing door Energieakkoord in 2020	30
4.4	Luchtverontreinigende emissies door verkeer en vervoer	31
4.4.1	Ramingen uitstoot NO _x	31
4.4.2	Ramingen uitstoot PM _{2,5}	33
4.4.3	Ramingen uitstoot NMVOS	34
4.4.4	Ramingen uitstoot SO ₂	35
4.4.5	Ramingen uitstoot NH ₃	36
4.5	Belangrijkste verschillen met de NEV 2014	37
5	Personenvervoer over de weg	39
5.1	Groei van het personenvervoer in Nederland	39

5.2	Brandstofmix en brandstofefficiency nieuwverkopen	40
5.2.1	Invloed Europese CO ₂ -normering op autoaanbod in Nederland	40
5.2.2	Nieuwverkopen (semi-)elektrische auto's	41
5.2.3	Ontwikkeling brandstofefficiëntie nieuwverkopen in Nederland	42
5.2.4	Vershil in CO ₂ -uitstoot tussen test en praktijk	43
5.3	Omvang en samenstelling personenautopark en personenautoverkeer	44
5.3.1	Omvang en samenstelling personenautopark	44
5.3.2	Omvang en samenstelling personenautoverkeer op de weg	44
5.3.3	Toelichting automarktmodel Dynamo 3.0 en Koterpa	45
5.4	Energiegebruik en CO ₂ -uitstoot personenautoverkeer	47
5.4.1	Energiegebruik en CO ₂ -uitstoot bij vastgesteld beleid	47
5.4.2	Effect van voorgenomen beleidsmaatregelen op energiegebruik en CO ₂ -uitstoot	48
5.5	Emissies van luchtverontreinigende stoffen	48
5.5.1	Emissiefactoren voor personenauto's	48
5.5.2	Luchtverontreinigende emissies personenauto's bij vastgesteld beleid	49
5.5.3	Effect van voorgenomen beleidsmaatregelen op emissies van luchtverontreinigende stoffen van het personenautoverkeer	52
5.6	Autobussen	52
5.7	Motorfietsen en bromfietsen	53
6	Vrachtvervoer over de weg	55
6.1	Omvang en samenstelling verkeersvolumes	55
6.1.1	Groei verkeersvolumes	55
6.1.2	Samenstelling wagenparken en verkeer op de weg	56
6.2	Energiegebruik en CO ₂ -emissie bestelauto- en vrachtverkeer	58
6.2.1	Invloed CO ₂ -normering op de brandstofefficiëntie van bestelauto's	58
6.2.2	CO ₂ -emissiefactoren van het vrachtautopark	58
6.2.3	Ontwikkeling energiegebruik en CO ₂ -uitstoot	58
6.3	Emissies van luchtverontreinigende stoffen	59
7	Scheepvaart	63
7.1	Binnenvaart	63
7.1.1	Volumeprognoses binnenvaart	63
7.1.2	Samenstelling binnenvaartvloot	63
7.1.3	Energiegebruik en emissies binnenvaart	65
7.2	Zeescheepvaart	67
7.2.1	Volumeprognoses zeescheepvaart	67
7.2.2	Prognoses vlootontwikkeling zeevaart in en rond Nederland	68
7.2.3	Energiegebruik en emissies van de zeescheepvaart	69
7.3	Visserij en recreatievaart	70
8	Overige mobiele bronnen	72
8.1	Luchtvaart	72
8.1.1	Volumeprognoses luchtvaart	72
8.1.2	Vlootsamenstelling en emissies van de luchtvaart	74
8.2	Mobiele werktuigen	76
8.2.1	Prognoses voor volume en parkontwikkeling	76
8.2.2	Energiegebruik en emissies van mobiele werktuigen	77
8.3	Spoorvervoer	78
8.4	Militaire luchtvaart en scheepvaart	79

8.5	Bunkerbrandstoffen	80
9	Onzekerheidsanalyse	81
9.1	Onzekerheden rond energiegebruik en emissies van broeikasgassen	81
9.1.1	Onzekerheden economie, demografie en energieprijzen	83
9.1.2	Invulling van verplichting hernieuwbare energie voor transport	84
9.1.3	Ontwikkeling efficiency goederenvervoer	85
9.1.4	Ontwikkeling verschil in CO ₂ -uitstoot tussen test en praktijk	85
9.1.5	Tankgedrag van internationale transporteurs	85
9.1.6	Onzekerheden rond elektriciteitsverbruik verkeer en vervoer	86
9.2	Onzekerheden rond emissies van luchtverontreinigende stoffen	87
9.2.1	Onzekerheden rond ramingen bij vastgesteld beleid	87
9.2.2	Onzekerheden rond effecten van voorgenomen beleid voor luchtmissies	90
	Referenties	92
	Bijlage 1: Overzicht beleidsmaatregelen verkeer en vervoer	95
	Bijlage 2: Emissies luchtverontreinigende stoffen	98
	Bijlage 3: Modelinstrumentarium	101

1 Inleiding

In het najaar van 2015 is door het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) de tweede Nationale Energieverkenning (NEV 2015) uitgebracht. De NEV 2015 schetst een beeld van de ontwikkelingen in de Nederlandse energiehuishouding in de periode van 2000 tot 2030. Het gaat daarbij om de vraag naar en het aanbod van energie en de uitstoot van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen die voortvloeit uit het gebruik van energie in verschillende sectoren. Ook zijn de effecten in beeld gebracht van beleidsmaatregelen op het energiegebruik en de emissies. In de NEV wordt ook de voortgang van de doelen uit het Energieakkoord in kaart gebracht. De resultaten van de NEV 2015 zijn beschreven in het hoofdrapport van ECN en PBL (Schoots & Hammingh, 2015).

Eén van de sectoren die in de NEV 2015 aan bod komt is verkeer en vervoer. In dit rapport worden de achtergronden beschreven bij de ramingen van het energiegebruik, de energiebesparing en de emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen door de sector verkeer en vervoer in Nederland zoals die in de NEV 2015 zijn gepresenteerd. Het rapport beschrijft de aanpak die is gebruikt voor het ramen van het energiegebruik, de energiebesparing en de uitstoot van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen van de verschillende modaliteiten binnen de sector verkeer en vervoer.

De ramingen in de NEV 2015 geven een beeld van de ontwikkelingen in het energiegebruik en de emissies van verkeer en vervoer op nationaal niveau. Tot de sector verkeer en vervoer worden in dit kader gerekend:

- Het wegverkeer, waaronder personenauto's, bestelauto's, vrachtauto's, brom- en motorfietsen, autobussen en (elektrische) fietsen.
- De scheepvaart, waaronder de binnenvaart, de zeescheepvaart, de recreatievaart, de visserij en militaire scheepvaart.
- De luchtvaart, waaronder civiele en militaire luchtvaart
- Mobiele werktuigen, zoals landbouwtractoren, graafmachines en vorkheftrucks.

Beleidsmatig worden niet alle emissies van deze bronnen aan Nederland toegerekend. Dit wordt toegelicht in paragraaf 1.3.

De NEV 2015 schetst zowel de historische ontwikkeling van energiegebruik en emissies in de periode 2000-2013 als de ramingen voor 2020 en 2030. De historische cijfers voor energiegebruik en emissies van verkeer en vervoer in de NEV 2015 zijn afkomstig uit de Emissieregistratie (www.emissieregistratie.nl). De ramingen in de NEV 2015 zijn gebaseerd op de emissiecijfers die eind 2014 zijn vastgesteld in de ER voor de periode 1990-2013 en die zijn gerapporteerd in het 2015 National Inventory Report (Coenen et al., 2016) en het 2015 Informative Inventory Report (Jimmink et al., 2015). De onderliggende methoden om de emissies van verkeer en vervoer te berekenen zijn beschreven in Klein et al. (2015). Waar relevant worden deze methoden in het huidige rapport kort toegelicht. Voor een uitgebreide beschrijving van de wijze waarop de historische cijfers voor energiegebruik en emissies voor verkeer en vervoer tot stand zijn gekomen wordt verwezen naar Klein et al. (2015).

In 2014 hebben ECN en PBL de eerste Energieverkenning uitgebracht (de NEV 2014). De NEV 2015 bouwt voort op de editie uit 2014, maar gaat op een aantal punten verder: waar

in de NEV 2014 alleen de emissies van broeikasgassen zijn geraamd, worden in de NEV 2015 ook ramingen gepresenteerd van de emissies van luchtverontreinigende stoffen. Ook is in de NEV 2015 geraamd wat de bijdrage is van de acties en maatregelen uit het Energieakkoord op de energiebesparing binnen verkeer en vervoer in 2020. In de NEV 2014 is de bijdrage van de transportsector aan de energiebesparingsdoelstelling voor 2020 nog niet in kaart gebracht. Specifiek voor mobiliteit geldt dat de ramingen uit de NEV 2014 nog grotendeels waren gebaseerd op eerdere analyses uit de Referentieraming 2012 (Hoen et al., 2014). Ten behoeve van de NEV 2015 zijn voor alle modaliteiten nieuwe projecties gemaakt op basis van een grotendeels geactualiseerd modelinstrumentarium. Dit wordt toegelicht in het huidige rapport. Ook worden de belangrijkste verschillen geduid tussen de ramingen van energiegebruik en CO₂-emissies door transport in de NEV 2014 en de NEV 2015.

De Nationale Energieverkenning en de WLO

De Nationale Energieverkenning (NEV) geeft een breed en feitelijk overzicht van de ontwikkelingen in de Nederlandse energiehuishouding. De NEV geeft prognoses van die ontwikkelingen op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid voor de relatief korte termijn tot 2030. Eind 2015 hebben het CPB en PBL (2015) de toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving (WLO) uitgebracht. In de WLO zijn demografische en economische trends in kaart gebracht en zijn de ontwikkelingen geanalyseerd van de fysieke leefomgeving op de lange termijn. De WLO bevat twee referentiescenario's, Hoog en Laag, die zijn uitgewerkt voor de jaren 2030 en 2050. De WLO is beleidsarm ingestoken, maar bevat in vergelijking met de NEV wel extra internationaal klimaat- en energiebeleid.

De NEV verschilt op een aantal punten wezenlijk van de WLO. Waar de WLO naar de lange termijn kijkt, ligt de focus van de NEV op de korte en middellange termijn. In de WLO zijn twee scenario's uitgewerkt, waar de NEV één prognose schetst met daaromheen een bandbreedte. In de NEV worden vastgestelde beleidsmaatregelen en voldoende concreet uitgewerkte beleidsvoornemens meegenomen, waar in de WLO wordt uitgegaan van minimaal gedifferentieerd trendmatig beleid.

Zowel de NEV als de WLO bevat een mobiliteitsbeeld (of in het geval van de WLO meerdere) voor het jaar 2030. Ondanks de hiervoor geschetste verschillen zit er overlap in zowel de aanpak als de resultaten van de WLO en de NEV voor mobiliteit. Het modelinstrumentarium is vrijwel identiek en ook de uitgangspunten voor de analyses zijn met elkaar in lijn. De resultaten van de NEV voor het jaar 2030 bevinden zich daarmee binnen de bandbreedte van de WLO-scenario's.

1.1 Twee beleidsvarianten in de NEV 2015

De ontwikkeling van het energiegebruik en de resulterende uitstoot van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen door verkeer en vervoer wordt beïnvloed door overheidsbeleid en maatregelen en handelen van maatschappelijke actoren. In de NEV 2015 zijn twee beleidsvarianten uitgewerkt: een variant met alleen vastgestelde beleidsmaatregelen en een variant met zowel vastgestelde als voorgenomen beleidsmaatregelen. De variant met vastgesteld beleid (V) bevat enkel de maatregelen en acties waarvan de uitvoering via wetten of (zoveel mogelijk) bindende afspraken op 1 mei 2015 was geïnstrumenteerd. De variant met voorgenomen beleid (VV) bevat naast vastgestelde maatregelen ook openbare voornemens voor maatregelen die op 1 mei 2015 al voldoende concreet waren uitgewerkt om in de berekeningen mee te kunnen nemen. Voor de sector verkeer en vervoer gaat het bij voorgenomen beleid bijvoorbeeld om de aanscherping van de Europese CO₂-norm voor nieuwe personenauto's naar 73 gram per kilometer in 2025 en de invoering van de Real Driving Emissions (RDE) regelgeving voor personenauto's en bestelauto's. In hoofdstuk 3 wordt de invulling van beide beleidsvarianten voor de sector verkeer en vervoer toegelicht.

1.2 Beleidsdoelen voor energiegebruik en emissies

De ramingen van energiegebruik en emissies uit de NEV 2015 zijn sterk verwoven met (inter)nationale wetgeving, afspraken en beleidsdoelen rond energiegebruik en de emissies van luchtverontreinigende stoffen en broeikasgassen. De verschillende beleidskaders worden hieronder kort toegelicht.

1.2.1 SER Energieakkoord

In 2013 is onder auspiciën van de SER het Energieakkoord voor duurzame groei getekend (SER, 2013). Hierin is door een groot aantal maatschappelijke organisaties, inclusief ministeries, een aantal afspraken vastgelegd. Het akkoord bevat zowel procesmatige afspraken en doelen als uit te voeren maatregelen en acties. De invulling van de Energieakkoordmaatregelen is een doorlopend proces dat plaatsvindt onder toezicht van de Borgingscommissie van het Energieakkoord (BEA). Over de voortgang in het Energieakkoord wordt jaarlijks gerapporteerd door de Borgingscommissie (SER, 2015). De belangrijkste doelen uit het Energieakkoord zijn:

- Een besparing van het finale energiegebruik met gemiddeld 1,5 procent per jaar.
- Een energiebesparing van 100 petajoule in het finale energiegebruik in 2020.
- Een toename van het aandeel hernieuwbare energieopwekking naar 14 procent in 2020 en verdere stijging naar 16 procent in 2023.
- Het creëren van ten minste 15.000 voltijdsbanen.

De mobiliteit- en transportsector moet in 2020 een bijdrage leveren van 15 à 20 petajoule aan de overkoepelende doelstelling van 100 petajoule energiebesparing voor de hele economie. Daarnaast omarmen de partijen de ambitie dat in 2050 de broeikasgasemissie van de sector mobiliteit en transport met minimaal 60 procent is gereduceerd ten opzichte van 1990. Als tussendoel is voor 2030 een maximale CO₂-uitstoot van 25 megaton afgesproken (SER, 2013).

Interpretatie besparingsdoelstelling uit het Energieakkoord in de NEV 2015

In het Energieakkoord is afgesproken dat de mobiliteit- en transportsector in 2020 een bijdrage zal leveren aan de energiebesparingsdoelstelling van 100 petajoule voor de hele economie door 15 à 20 petajoule besparing te realiseren ten opzichte van de Referentieraming Energie en Emissies 2012 van ECN en PBL (Verdonk & Wetzels, 2012). Om de energiebesparing bij mobiliteit te bepalen is in de NEV 2015 eerst een raming van het totale energiegebruik in 2020 gemaakt op basis van de huidige vastgestelde en voorgenomen maatregelen en acties (voor zover al voldoende concreet en doorrekenbaar). Vervolgens is in overleg met de SER en de betrokken partijen bij het Energieakkoord bepaald welke acties en maatregelen voortvloeien uit het Energieakkoord en van die acties is geraamd tot hoeveel energiebesparing ze leiden in 2020. Anders geformuleerd: er is berekend hoeveel hoger het energiegebruik in 2020 zou zijn geweest in de NEV 2015 als de maatregelen en acties uit het Energieakkoord niet waren uitgevoerd.

De acties die door de SER en betrokken actoren zijn aangeleverd betroffen bijvoorbeeld de Green Deal Autodelen en de voorlichtingscampagne 'Kies de beste band'. Andere maatregelen en acties die sinds het sluiten van het Energieakkoord zijn vastgesteld of aangekondigd, maar die niet voortvloeien uit het Energieakkoord, zijn buiten beschouwing gelaten bij het bepalen van de energiebesparing in 2020 (denk bijvoorbeeld aan de uitrol van de verhoging van de maximumsnelheden op het hoofdwegennet en het versoberen van de fiscale voordelen voor (zeer) zuinige benzine- en dieselauto's). Deze maatregelen tellen uiteraard wel mee in de raming van het totale energiegebruik door mobiliteit en transport in 2020.

1.2.2 Europese verplichting voor CO₂-reductie bij niet-ETS sectoren

Voor het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen zijn ook in Europees kader afspraken gemaakt. Europa kent een tweesporen-aanpak. Emissies door de elektriciteitssector en de energie-intensieve industrie vallen onder het Europees emissiehandelssysteem (ETS). Daarvoor geldt een Europees emissieplafond en een Europees handelssysteem voor emissierechten. De sectoren die niet onder het ETS vallen, waaronder verkeer en vervoer, vallen onder de verantwoordelijkheid van de nationale overheden. Elke lidstaat heeft zich verplicht om in 2020 aan een CO₂-emissieplafond te voldoen voor deze niet-ETS sectoren. Dit is vastgelegd in beschikking 406/2009/EG (EC, 2009a). Nederland heeft zich binnen Europa gecommitteerd om de uitstoot van broeikasgassen die niet onder het ETS vallen in 2020 met 16 procent terug te dringen ten opzichte van 2005.

Deze nationale doelstelling is binnen Nederland vertaald naar streefwaarden voor de verschillende sectoren (IenM, 2011). Voor mobiliteit geldt een streefwaarde van 35,5 megaton CO₂ in 2020 (in de Kamerbrief staat een streefwaarde van 35,0 megaton CO₂ plus het effect van de invoering van 130 km/u en de wijzigingen in de fiscaliteit; wat neerkomt op een waarde van 35,5 megaton).

1.2.3 Emissieplafonds voor luchtverontreinigende stoffen

Vanaf 2010 gelden in Nederland emissieplafonds voor de uitstoot van stikstofoxiden (NO_x), ammoniak (NH₃), zwaveldioxide (SO₂) en niet-methaan vluchtige organische waterstoffen (NMVOS). Met uitzondering van NH₃ wordt momenteel aan deze plafonds voldaan (Jimmink et al., 2015). Deze emissieplafonds zijn vastgelegd in de zogenoemde NEC-richtlijn (National Emission Ceilings) van de EU.

In VN-kader zijn in 2013 reductiedoelen afgesproken voor 2020. Deze doelen zijn vastgelegd in het herziene Gotenburg Protocol onder het verdrag van de Verenigde Naties inzake grensoverschrijdende luchtverontreiniging (UNECE, 2014). Verder ligt er momenteel een voorstel van de Europese Commissie met bindende emissiereductiedoelen voor 2020 en 2030 op tafel (EC, 2013). Dit voorstel is in behandeling bij het Europees Parlement en in de Raad. Voor 2020 baseert dit voorstel zich op de afspraken uit het herziene Gotenburg Protocol. In het herziene Gotenburg Protocol en in het commissievoorstel zijn voor het eerst ook emissiedoelen opgenomen voor fijn stof (PM_{2.5}), naast de vier stoffen waarvoor momenteel al emissieplafonds gelden.

1.3 Feitelijke en beleidsmatig toegerekende emissies

De emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen door het wegverkeer in Nederland zijn in de NEV 2015 geraamd op basis van verkeersvolumes en emissiefactoren per gereden kilometer. Dit geeft de beste schatting van de feitelijke emissies van het wegverkeer op Nederlands grondgebied. Conform internationale afspraken moeten landen hun emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen door het wegverkeer echter rapporteren op basis van de brandstofafzet (*fuel sold*) aan het wegverkeer. De op basis van kilometrages berekende emissietotalen (*fuel used*) zijn daarom gecorrigeerd voor het verschil tussen de brandstofverkoop en het (berekende) brandstofverbruik door wegverkeer in Nederland.

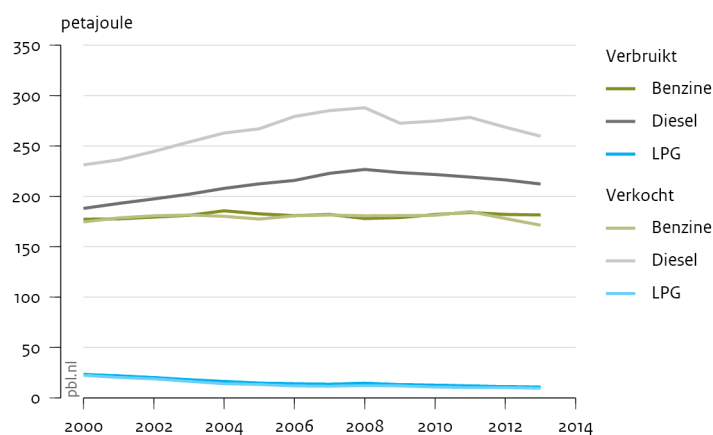
Het brandstofverbruik van het wegverkeer in Nederland wordt berekend op basis van dezelfde kilometrages die ook worden gebruikt om de emissies te berekenen. Voor benzine en LPG ligt het berekende brandstofverbruik in Nederland goed in lijn met de door het CBS gerapporteerde brandstofverkoop aan het wegverkeer, zoals blijkt uit Figuur 1.1. Voor diesel geldt echter dat het verbruik binnen Nederland lager is dan de afzet van diesel aan het wegverkeer in Nederland. De belangrijkste oorzaak hiervoor is naar verwachting het gebruik van diesel in het internationale wegvervoer. Vrachtauto's kunnen met een volle tank meer dan

duizend kilometer rijden. Een vrachtauto die in Nederland tankt voor een internationale rit kan dus een groot deel van de brandstof buiten Nederland verbruiken.

De afzet van diesel aan het wegverkeer in Nederland lag de afgelopen jaren circa 20 tot 30 procent hoger dan het diesilverbruik door wegverkeer binnen Nederland. Om te voldoen aan de internationale rapportageverplichtingen worden de op basis van verkeersvolumes berekende emissies van luchtverontreinigende stoffen door dieselveertuigen opgehoogd met dit zelfde percentage. Het resultaat wordt aangeduid als de *fuel sold* emissie van het wegverkeer. Een deel van deze emissies vindt buiten Nederland plaats. Deze emissies wordt beleidsmatig wel aan Nederland toegerekend. Voor modellering van de (toekomstige) luchtkwaliteit in Nederland is ook de feitelijke emissie op Nederlands grondgebied nodig. Hiervoor worden de ongecorrigeerde emissiecijfers gebruikt, die worden aangeduid als de *fuel used* emissies.

Figuur 1.1

Brandstofverkoop en -verbruik wegverkeer



Bron: Emissieregistratie

Ook voor de andere modaliteiten binnen de sector verkeer en vervoer zijn er internationaal afspraken gemaakt over welke emissies beleidsmatig aan landen worden toegerekend. Voor de broeikasgassen geldt dat alleen de emissies van de nationale luchtvaart en scheepvaart aan Nederland worden toegerekend. Dit zijn de verplaatsingen met herkomst én bestemming in Nederland. Het overgrote deel van de luchtvaart en zeescheepvaart in Nederland is internationaal van karakter en ook in de binnenvaart beginnen of eindigen veel reizen buiten Nederland. De emissies van broeikasgassen van deze reizen worden beleidsmatig niet tot de nationale totalen gerekend en vallen daarmee buiten de beleidsopgaven die gelden voor broeikasgasemissies. Het energiegebruik voor de internationale lucht- en scheepvaart wordt gerapporteerd onder de bunkerbrandstoffen. Beleidsmatig vallen deze bunkers onder de Internationale Burgerluchtvaartorganisatie (ICAO) en de Internationale Maritieme Organisatie (IMO).

Voor de luchtverontreinigende stoffen gelden andere afspraken:

- *Binnenvaart*: alle emissies van de binnenvaart op Nederlands grondgebied (tot aan de grens) worden beleidsmatig aan Nederland toegerekend, ongeacht de herkomst of bestemming van de verplaatsing.
- *Luchtvaart*: alle emissies tijdens het landen en opstijgen (*landing and take-off, LTO*) worden aan Nederland toegerekend tot een hoogte van circa 1 kilometer (3000 voet), van zowel de nationale als internationale luchtvaart.

- *Zeescheepvaart*: de emissies van luchtverontreinigende stoffen door de zeescheepvaart in en rond Nederland worden beleidsmatig niet tot het nationale emissietotaal gerekend. Deze emissies zijn echter wel van invloed op de luchtkwaliteit en de depositie in Nederland. Daarom zijn in de NEV 2015 ook de emissies van de zeescheepvaart geraamd. Het betreft de zeescheepvaart op de Nederlandse binnenwateren en op het Nederlands Continentaal Plat (NCP).

Tank-to-wheel en well-to-wheel emissies van verkeer

De ramingen van de emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen in de huidige rapportage hebben enkel betrekking op de emissies tijdens het gebruik van de voer-, vaar- en vliegtuigen, ofwel de zogenoemde *Tank-to-Wheel* (TTW) emissies. De emissies die vrijkomen bij de winning, de productie en het transport van de brandstoffen, ofwel de *Well-to-Tank* emissies (WTT), blijven in de huidige rapportage buiten beschouwing. Dit geldt ook voor de emissies die vrijkomen bij de productie en de sloop van de voer-, vaar- en vliegtuigen. Voor zover deze emissies plaatsvinden binnen Nederland worden ze wel gerapporteerd in de NEV 2015, maar dan onder de desbetreffende sectoren zoals de elektriciteitssector (elektriciteitsopwekking) of de raffinagesector (productie fossiele brandstoffen). Als gevolg van deze aanpak worden er aan elektrische voertuigen geen emissies toegerekend binnen de sector verkeer en vervoer. Voor een zuivere vergelijking van de milieuprestaties van verschillende typen voertuigen verdient het aanbeveling de hele keten van de brandstoffen en voertuigen in beschouwing te nemen. De inzichten uit de huidige rapportage zijn hiervoor niet bruikbaar.

1.4 Leeswijzer

De opbouw van dit rapport is als volgt. In hoofdstuk 2 worden de economische en demografische uitgangspunten beschreven voor de ramingen voor verkeer en vervoer en de ontwikkeling van de energieprijzen zoals die in de NEV 2015 is verondersteld. In hoofdstuk 3 worden beide beleidsvarianten toegelicht voor verkeer en vervoer en worden de verschillen geduid met de beleidsmatige uitgangspunten die in de NEV 2014 zijn gebruikt. Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van de resultaten van de NEV 2015 voor de sector als geheel. Het gaat daarbij om het geraamde energiegebruik, de energiebesparing in 2020 die voortvloeit uit het Energieakkoord en de emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen. Ook worden in hoofdstuk 4 de belangrijkste verschillen in de resultaten beschreven met de NEV 2014. In de hoofdstukken 5 tot en met 8 worden de aanpak en resultaten vervolgens in meer detail toegelicht voor de verschillende modaliteiten binnen verkeer en vervoer. Hoofdstuk 5 beschrijft de ramingen voor het personenvervoer over de weg en hoofdstuk 6 de ramingen voor het vrachtvervoer over de weg. Vervolgens komen in hoofdstuk 7 de ramingen voor de scheepvaart aan bod, waaronder de binnenvaart, de zeescheepvaart, de visserij en de recreatievaart. In hoofdstuk 8 komen achtereenvolgens de luchtvaart, de mobiele werktuigen, het spoorvervoer, de militaire lucht- en scheepvaart en de afzet van bunkerbrandstoffen aan bod. Hoofdstuk 9 gaat in op de belangrijkste onzekerheden waarmee de emissieramingen voor verkeer en vervoer zijn omgeven.

Uitgebreide tabellen met detailcijfers van alle emissiegetallen uitgesplitst naar modaliteiten zijn beschikbaar op aanvraag bij de auteurs.

2 Omgevingsfactoren

De ontwikkeling van het energiegebruik en de emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen door verkeer en vervoer wordt beïnvloed door factoren als de ontwikkeling van de economie, de omvang en samenstelling van de bevolking en de energieprijzen. In dit hoofdstuk wordt een korte beschrijving gegeven van de omgevingsfactoren die van belang zijn voor het energiegebruik en de emissies van verkeer en vervoer. Voor een uitgebreide beschrijving van de veronderstellingen over de omgevingsfactoren wordt verwezen naar het achtergrondrapport over economie en demografie in de NEV 2015 (Drissen, 2016).

2.1 Macro-economische ontwikkelingen

De groei van de verkeersvolumes is mede afhankelijk van de macro-economische ontwikkelingen in Nederland. In Tabel 2.1 worden de macro-economische ontwikkelingen weergegeven die in de NEV 2015 zijn verondersteld. De verwachting is dat het economisch herstel uit 2014 zich de komende jaren doorzet: voor 2015 en 2016 wordt een groei verwacht van de economie van respectievelijk 1,7 en 1,8 procent (CPB, 2015). Met die groei heeft het bbp in 2016 het niveau bereikt van voor de economische crisis. Tussen 2017 en 2020 wordt eveneens een jaarlijkse groei verwacht van 1,8 procent. Na 2020 trekt de groei in eerste instantie iets aan naar gemiddeld 2,1 procent per jaar. Dit komt vooral door de verwachte groei van de werkgelegenheid in die jaren. In de tweede helft van het decennium zakt de groei terug tot gemiddeld 1,4 procent per jaar. Gemiddeld over de hele periode 2015-2030 ligt de in de NEV 2015 veronderstelde jaarlijkse economische groei op 1,75 procent. Dit is lager dan in de periode 2000-2008, toen de groei gemiddeld 2,3 procent per jaar was.

Tabel 2.1
Economische groei in % per jaar

	2015	2016	2017	2018-2020	2021-2025	2026-2030
Economische groei (BBP)	1,7%	1,8%	1,8%	1,8%	2,1%	1,4%
Besteedbaar inkomen	2,5%	0,6%	1,5%	1,6%	1,8%	1,3%
Consumptieve bestedingen	1,5%	1,7%	2,4%	2,4%	2,5%	1,9%

Het besteedbaar inkomen en de consumptieve bestedingen volgen hetzelfde patroon als de economische groei. De groei van de consumptieve bestedingen is hoger dan de economische groei. Dat is anders dan in de afgelopen twintig jaar, toen de groei van de particuliere consumptie achterbleef bij de economische groei. Een belangrijke reden voor deze omslag is de ontsparring bij pensioenen als gevolg van de vergrijzing.

2.2 Energieprijzen

De kale prijzen (zonder heffingen) van de motorbrandstoffen voor vervoer zijn sterk afhankelijk van de ontwikkeling van de olieprijs. De prijs van aardolie is sinds medio 2014 fors

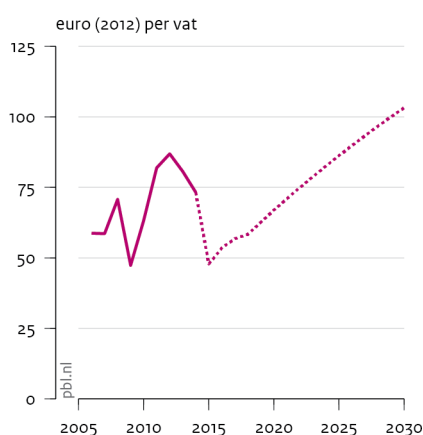
gedaald. In de NEV 2015 is verondersteld dat de olieprijs de eerstkomende jaren laag blijft, maar wel weer iets gaat toenemen tot circa 70 dollar per vat in 2018, conform de prijzen op de termijnmarkt van begin 2015. Om de lange(re) termijn verwacht het Internationaal Energie Agentschap (IEA) dat de vraag naar olie wereldwijd gaat toenemen bij huidig beleid, met als gevolg dat de olieprijs weer gaat stijgen. In de NEV 2015 is conform het *Current Policies Scenario* van de *World Energy Outlook 2014* (IEA, 2014) in 2030 een olieprijs verondersteld van 140 dollar per vat. Dit beleidsscenario van de IEA sluit het beste aan bij de beleidsuitgangspunten die in de NEV 2015 zijn gehanteerd.

Om de olieprijs te vertalen naar pompprijzen van benzine en diesel in Nederland zijn ze omgerekend naar euro's. In de NEV 2015 is voor de 2015 en 2016 een wisselkoers verondersteld van \$ 1.13 per euro, conform CPB (2015). In 2030 is in lijn met beide WLO-scenario's een wisselkoers verondersteld van \$ 1.33 per euro. Voor de tussenliggende jaren is geïnterpoleerd. Figuur 2.1 geeft de ontwikkeling van de olieprijs in euro's. De olieprijs daalt in 2015 naar verwachting tot circa 48 euro per vat en stijgt vervolgens weer tot ruim 100 euro per vat in 2030. De veranderende wisselkoers leidt ertoe dat de prijsstijging van olie in euro's minder groot is dan die in dollars.

Figuur 2.1

Brandstofprijzen in NEV 2015

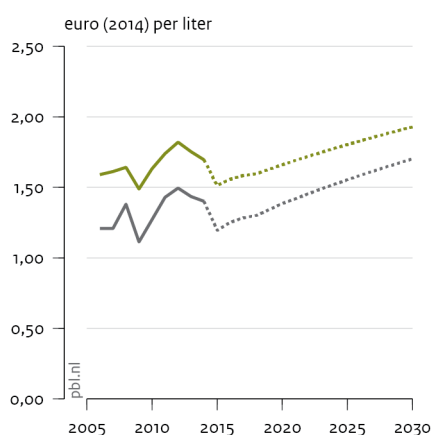
Olieprijs



— Olieprijs

Bron: IEA, 2014

Pompprijs



— Benzine

— Diesel

Bron: PBL

De geraamde olieprijsen zijn vervolgens vertaald naar kale pompprijzen van benzine (Euro 95), diesel en LPG in Nederland op basis van een analyse van de historische relatie tussen de olieprijs en de kale pompprijzen. Vervolgens is het effect bepaald van de toename van de bijmenging van biobrandstoffen op de kale brandstofprijzen. De heffingen (accijns, BTW en voorraadheffing) op motorbrandstoffen zijn in NEV 2015 reëel constant verondersteld. De resulterende pompprijzen voor benzine en diesel zijn weergegeven in Figuur 2.1 (in prijspeil 2014). De verwachte stijging van de olieprijs leidt tot een toename van de brandstofprijzen. De toename van de brandstofprijzen is echter minder groot dan die toename van de olieprijsen omdat de pompprijzen voor het merendeel bestaan uit belastingen en heffingen.

Door het verdwijnen van het gereduceerde accijnstarief voor rode diesel bestaat er geen verschil meer in de heffingen op diesel in verschillende toepassingen binnen transport. De (ontwikkeling van de) dieselprijzen uit Figuur 2.1 is daarom ook gebruikt voor de projecties

van het energiegebruik in het railvervoer (diesel) en mobiele machines zoals landbouwtractoren en graafmachines. De motorbrandstoffen voor de luchtvaart, de binnenvaart en de zeescheepvaart zijn vrijgesteld van accijns. De ontwikkeling van de brandstofprijzen voor deze modaliteiten is gekoppeld aan de ontwikkeling van de olieprijs.

2.3 Demografische ontwikkelingen

De groei van de verkeersvolumes is mede afhankelijk van demografische ontwikkelingen zoals de groei van bevolking en het aantal huishoudens en de samenstelling van die huishoudens. In de NEV 2015 zijn de bevolkingsprognoses gebruikt die het CBS in 2014 heeft uitgebracht. In deze prognose blijft de omvang van de bevolking tot 2030 toenemen, maar de groei vlakt wel af. De demografische uitgangspunten zijn weergegeven in Tabel 2.2. Voor een uitgebreide toelichting wordt verwezen naar Drissen (2016).

Tabel 2.2
Demografische uitgangspunten voor de NEV 2015 (miljoen)

	1990	2000	2010	2014	2020	2030
Bevolking	14,9	15,9	16,6	16,8	17,2	17,7
Potentiële Beroepsbevolking*	10,3	10,8	11,1	11,1	11,4	11,3
Particuliere huishoudens	6,1	6,8	7,4	7,6	8,1	8,4
Waarvan eenpersoons-huishoudens	1,8	2,3	2,7	2,8	3,1	3,4
Gemiddelde huishoudensgrootte (aantal personen per huishouden)	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1

*) alle personen tussen de 15 jaar en de AOW-leeftijd

De bevolkingsomvang blijft tot 2030 toenemen, maar de groei vlakt wel af. Gemiddeld is de bevolkingsgroei in de periode 1990-2014 circa 0,5% terwijl die in de periode 2014-2030 op 0,3% is geraamd. De verhoging van de AOW-leeftijd zorgt ervoor dat de potentiële beroepsbevolking zal gaan toenemen na een stabilisatie de afgelopen jaren, maar na 2020 vindt weer een lichte daling plaats. De gemiddelde groei tussen 2014 en 2030 is ondanks de afname na 2020 nog wel positief: 0,1% per jaar. De AOW-leeftijd zal in 2021 opgelopen zijn tot 67 jaar en naar verwachting tot 68 jaar in 2030, dit effect doet de toename van de vergrijzing op de beroepsbevolking teniet.

Het aantal huishoudens groeit tot en met 2030, maar het groeitempo zwakt iets af gedurende de periode. De groei in de periode 1990-2014 was gemiddeld 0,9% per jaar, daarna is deze gemiddeld 0,6%. Over de gehele perioden neemt het aantal huishoudens toe van 6,1 miljoen naar 8,4 miljoen. Het aantal personen per huishouden neemt af met gemiddeld 0,4% per jaar. In 2030 is de gemiddelde huishoudensgrootte 2,07 personen per gezin. De afname van de gemiddelde huishoudgrootte is vooral het gevolg van de relatief sterke toename van het aantal éénpersoonshuishoudens, door de vergrijzing en de individualisering.

3 Beleidsvarianten

De ontwikkeling van het energiegebruik en de emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen door verkeer en vervoer wordt beïnvloed door overheidsbeleid en het handelen van maatschappelijke actoren. In dit hoofdstuk worden de beleidsuitgangspunten voor verkeer en vervoer beschreven die zijn gebruikt in de twee beleidsvarianten in de NEV 2015. Het betreft geen uitputtend overzicht van het vastgestelde beleid, de beschrijving beperkt zich tot maatregelen die de hoogte van de ramingen substantieel beïnvloeden. Voor een volledig overzicht van de maatregelen en acties voor verkeer en vervoer wordt verwezen naar de bijlage.

3.1 Maatregelen voor energiegebruik en CO₂-emissies

Deze paragraaf beschrijft de belangrijkste maatregelen gericht op het reduceren van het energiegebruik en de CO₂-emissie van verkeer en vervoer. Dit betreft zowel de vastgestelde als de voorgenenen maatregelen. De maatregelen en acties die voortvloeien uit het Energieakkoord worden beschreven in paragraaf 3.2. Op basis van die maatregelen is berekend hoeveel de sector verkeer en vervoer bijdraagt aan de doelstelling van 100 petajoule energiebesparing in 2020 die in het Energieakkoord is opgenomen.

3.1.1 Hernieuwbare energie in transport

De inzet van hernieuwbare energie voor transport is de afgelopen jaren toegenomen. In 2013 was de inzet van biobrandstoffen voor verkeer en vervoer in Nederland 13 petajoule, en in 2014 was dat bijna 16 petajoule (CBS, 2015a). In 2013 hadden biobrandstoffen een aandeel van iets minder dan 3 procent in het binnenlandse energiegebruik van verkeer en vervoer. Conform de Europese Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED) moet 10 procent van het energiegebruik in het weg- en spoorvervoer en het elektriciteitsverbruik in alle vormen van transport in 2020 uit hernieuwbare energie bestaan (EC, 2009b). Bij het bepalen van de inzet van hernieuwbare energie in transport mag de hernieuwbare elektriciteit die is gebruikt voor wegverkeer met een factor 5 worden vermenigvuldigd. Hernieuwbare elektriciteit voor railvervoer mag met een factor 2.5 worden vermenigvuldigd. Indien lidstaten deze verplichting implementeren via een bijmengverplichting aan brandstofleveranciers, dan zijn ze verplicht om bepaalde biobrandstoffen dubbel mee te tellen, namelijk biobrandstoffen op basis van afval, residuen, non-food cellulosemateriaal en lignocellulose materiaal.

De verplichtingen uit de RED zijn in Nederland vastgelegd in het Besluit hernieuwbare energie vervoer 2015. Dit besluit bevat naast de verplichting voor 2020 ook verplichtingen voor de tussenliggende jaren, die zijn weergegeven in Tabel 3.1. De verplichting uit de RED om hernieuwbare energie in te zetten voor transport wordt naar verwachting grotendeels ingevuld met de inzet van biobrandstoffen.

Tabel 3.1
Verplichting inzet hernieuwbare energie in vervoer in Nederland

Jaar	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aandeel hernieuwbare energie	6,25%	7%	7,75%	8,5%	9,25%	10%

De inzet van biobrandstoffen voor transport wordt niet alleen door de RED beïnvloed, maar ook door de Brandstofkwaliteitsrichtlijn (FQD) (EU, 2009c). De FQD verplicht brandstofleveranciers om de CO₂-emissie over de hele brandstofketen van productie tot gebruik van benzine en diesel tussen 2010 en 2020 met 6 procent te verminderen. Het staat de leveranciers vrij om te kiezen tussen maatregelen gericht op het winnings- en raffinageproces, zoals het tegengaan van affakkelen, en de inzet van biobrandstoffen om aan de verplichting te voldoen. De biobrandstoffen die worden ingezet, moeten voldoen aan duurzaamheidscriteria die in de FQD zijn opgenomen. Zo moet de emissiereductie over de brandstofketen van de biobrandstoffen minimaal 35 procent bedragen, oplopend tot 50 procent per 2017. Op 1 januari 2018 wordt een eis van 60 procent van kracht voor alle installaties die zijn gebouwd na 2017 (de eis voor oudere installaties blijft 50 procent). Ook mogen leveranciers aardgas en elektriciteit inzetten in het wegverkeer om te komen tot de verplichte ketenreductie. Deze verplichting uit de FQD is in Nederland vastgelegd in het Besluit brandstoffen luchtverontreiniging. Dit besluit bevat naast de verplichting voor 2020 van 6% reductie ook verplichting voor 2014 (2%) en 2017 (4%). De inzet van biobrandstoffen is één van de mogelijkheden om die reductie te bewerkstelligen. Voor de FQD geldt geen dubbeltelling van geavanceerde biobrandstoffen. Verwacht wordt dat de FQD richting 2020 leidend wordt voor de (fysieke) inzet van biobrandstoffen in transport in Nederland (Commissie Corbey, 2014).

Ten slotte worden in de zogenoemde ILUC-richtlijn (Indirect veranderend landgebruik) aanvullende eisen gesteld aan de inzet van biobrandstoffen om aan de FQD en RED te voldoen. Zo is aan de RED een 7% limiet toegevoegd voor het aandeel conventionele biobrandstoffen, inclusief energiegewassen die zijn geteeld op landbouwgronden. Het staat lidstaten vrij om in de nationale wet- en regelgeving een lager percentage voor te schrijven. Ook mogen lidstaten deze limiet toepassen op de FQD. Over de inhoud van de ILUC-richtlijn is in maart 2015 overeenstemming bereikt binnen de EU. De richtlijn zelf is in september 2015 gepubliceerd (EC, 2015). De implementatie in de Nederlandse regelgeving moet nog plaatsvinden. In december 2014 is een motie aangenomen om in Nederland een limiet van 5% in te voeren voor het aandeel conventionele biobrandstoffen. Deze motie moet eveneens nog worden uitgewerkt in de nationale regelgeving.

CE Delft (2015) heeft ten behoeve van de NEV 2015 onderzocht hoe de inzet van biobrandstoffen voor transport zich ontwikkelt tot 2020 onder invloed van de RED en FQD en de verwachte inzet van hernieuwbare elektriciteit voor transport. Vanwege de hogere kosten van geavanceerde(re) biobrandstoffen is de verwachting dat de limiet van 7% voor conventionele biobrandstoffen volledig wordt benut. Het aandeel dubbeltellende biobrandstoffen bedraagt in 2020 naar verwachting 0,9% en het aandeel geavanceerde biobrandstoffen bedraagt 0,5%. Omdat die laatste twee categorieën dubbel tellen voor de nationale verplichting, komt de formele inzet van biobrandstoffen daarmee uit op 9,8% ($= 7\% + 2 * (0,9\% + 0,4\%)$). De fysieke inzet van biobrandstoffen (op basis van energie-inhoud) in 2020 bedraagt 8,4% ($= 7\% + 0,9\% + 0,4\%$).

CE Delft heeft de geraamde inzet van biobrandstoffen in 2020 ook verbijzonderd naar typen biobrandstoffen en naar toepassingen. Dit is weergegeven in Tabel 3.2. Naar verwachting wordt er meer biodiesel ingezet dan biobenzine. De inzet van biodiesel bij vrachtauto's en trekker-opleggers is iets hoger dan bij personenauto's en bestelauto's vanwege de veronderstelde inzet in *dedicated fleets*. Behalve de inzet van biobrandstoffen voor wegverkeer wordt ook inzet verondersteld voor mobiele machines, omdat een deel van de brandstoffen voor mobiele machines afkomstig is van reguliere pompstations (naar schatting 50%). De inschattingen uit Tabel 2.4 zijn gebruikt in de NEV 2015. Voor een uitgebreide toelichting bij de veronderstelde inzet van biobrandstoffen voor transport in 2020 wordt verwezen naar de rapportage van CE (2015).

Tabel 3.2
Aandeel biobrandstoffen in het energiegebruik (op basis van energieinhoud)

Modaliteit	Benzine	Diesel	LPG	CNG
Personenauto's	6,5%	8,5%		100%
Lichte bedrijfsvoertuigen*	6,5%	8,5%		100%
Zware bedrijfsvoertuigen		9,4%		
Autobussen		8,5%		
Motorfietsen en bromfietsen	6,5%			
Mobiele machines	3,2%	4,3%		

*) bestelauto's en lichte speciale voertuigen

De verplichtingen uit de RED en de FQD en de daaruit voortvloeiende Nederlandse regelgeving gelden voor de periode tot en met 2020, maar niet voor de jaren daarna. Daarmee is onzeker hoe de inzet van biobrandstoffen voor transport zich ná 2020 gaat ontwikkelen. In de NEV 2015 is het aandeel biobrandstoffen tussen 2020 en 2030 constant verondersteld (conform de aandelen uit Tabel 3.2). Bedacht moet worden dat hiervoor een extra beleidsinspanning nodig is. Bij het huidige beleid zou het aandeel biobrandstoffen in beginsel kunnen dalen naar 0 procent in 2030. Medio 2016 komt de Europese Commissie met de mededeling over 'decarbonisering transport'. Hierin moet de richting van de plannen onder het Klimaat- en Energiepakket 2030 voor onder meer de inzet van biobrandstoffen duidelijker worden. Omdat de invulling daarvan bij het uitwerken van de NEV 2015 nog niet bekend is, zijn deze plannen niet meegenomen in de beide beleidsvarianten.

De CO₂-emissie die resulteert uit de verbranding van biobrandstoffen wordt niet gerekend tot de nationale emissietotalen. De emissies die het gevolg zijn van productie en distributie van biobrandstoffen tellen niet mee voor de sector verkeer en vervoer, maar voor de sector waarin de emissies plaatsvinden (veelal onder landbouw en industrie in het land waar de productie plaatsvindt). Het gevolg daarvan is dat het aandeel biobrandstoffen in het energiegebruik van transport in 2020 van 8,4% resulteert in een evenredige reductie van de CO₂-emissie van transport. De veronderstellingen over de inzet van biobrandstoffen voor transport zijn daarmee van grote invloed op de geraamde CO₂-emissie. Door de dubbeltelling van geavanceerde biobrandstoffen kan de verplichting uit de RED ook worden gerealiseerd met een lagere fysieke bijmenging van biobrandstoffen. Dit leidt er echter toe dat de officiële CO₂-emissie van verkeer en vervoer hoger uitvalt. Die wordt namelijk beïnvloed door de fysieke inzet, de dubbeltelling van bepaalde typen biobrandstoffen speelt daarbij geen rol.

3.1.2 Europees bronbeleid voor CO₂-uitstoot van wegvoertuigen

Onder invloed van Europees bronbeleid voor personenauto's en bestelauto's komen er steeds zuinigere auto's op de markt met een steeds lagere CO₂-uitstoot per gereden kilometer. Vanaf 2015 mag de gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuwe auto's in de EU maximaal 130 gram per kilometer (g/km) bedragen. De normen worden opgelegd aan de autofabrikanten en zijn afhankelijk van het gemiddelde gewicht van de auto's, zodanig dat het gemiddelde over alle fabrikanten op 130 g/km uitkomt. In 2013 is binnen de EU overeenstemming bereikt over aanscherping van de CO₂-norm voor personenauto's naar 95 g/km in 2021. In 2020 moet 95 procent van de nieuwverkopen al aan de norm voldoen. Wel mogen autofabrikanten in de jaren 2020 tot en met 2022 gebruikmaken van zogenoemde superkredieten voor het halen van de norm: zeer zuinige auto's die minder dan 50 g CO₂/km uitstoten, tellen zwaarder mee bij het bepalen van de gemiddelde CO₂-uitstoot van hun nieuwverkopen. Voor iedere zeer

zuinige auto die fabrikanten verkopen, kunnen ze tot en met 2022 dus meerdere onzuinige modellen verkopen. De superkredieten mogen maximaal 7,5 g CO₂/km bijdragen aan het halen van de norm.

Ondanks dat de aanscherping van de CO₂-norm naar 95 g/km pas vanaf 2021 in werking treedt, heeft de strengere norm in de jaren voorafgaand aan de inwerkingtreding al invloed op de ontwikkeling van het autoaanbod. Technologieën die grootschalig moeten worden ingezet om de norm te halen, zullen de komende jaren al op de markt worden gebracht om ervoor te zorgen dat deze technologieën technisch en economisch kunnen rijpen en om consumenten ermee vertrouwd te maken. Een meer lineaire ingroei richting de norm voor 2021 ligt dus in de lijn der verwachting.

Verskil in brandstofverbruik en CO₂-uitstoot tussen test en praktijk

De Europese CO₂-normen hebben betrekking op de CO₂-uitstoot die is gemeten tijdens de Europese typegoedkeuring van de auto's. In de praktijk liggen het brandstofverbruik en de CO₂-uitstoot van de auto's gemiddeld hoger dan tijdens de keuring. De afgelopen jaren is het verschil in brandstofverbruik tussen test en praktijk toegenomen, zo blijkt uit onderzoek van TNO (Ligterink & Eijk, 2014) en de ICCT (2014). De CO₂-uitstoot van nieuwe auto's is volgens de testwaarden snel gedaald, zoals blijkt uit Figuur 3.1, maar in de praktijk was de afname van de CO₂-uitstoot per kilometer maar ongeveer half zo groot als in de test. Dit komt omdat autofabrikanten energiebesparende technologie toepassen die tijdens de test tot een grotere besparing leidt dan in de praktijk. Ook zijn steeds meer nieuwe auto's uitgerust met airco's en navigatiesystemen, die in de praktijk het brandstofverbruik verhogen maar in de test uit blijven staan. Ten slotte zijn autofabrikanten meer gebruik gaan maken van de marges in de Europese testprocedure om hun testwaarden zoveel mogelijk terug te dringen. De effectiviteit van de CO₂-normen en het fiscale beleid, dat ook gebaseerd is op de CO₂-testwaarden, was hierdoor in de praktijk lager dan op basis van de testwaarden verwacht had mogen worden.

In de NEV 2015 is op basis van onderzoek van TNO (Ligterink et al., 2015) verondersteld dat het verschil tussen test en praktijk de komende jaren nog iets verder toeneemt, onder invloed van de steeds strengere CO₂-normering. Dit wordt toegelicht in paragraaf 5.2.4.

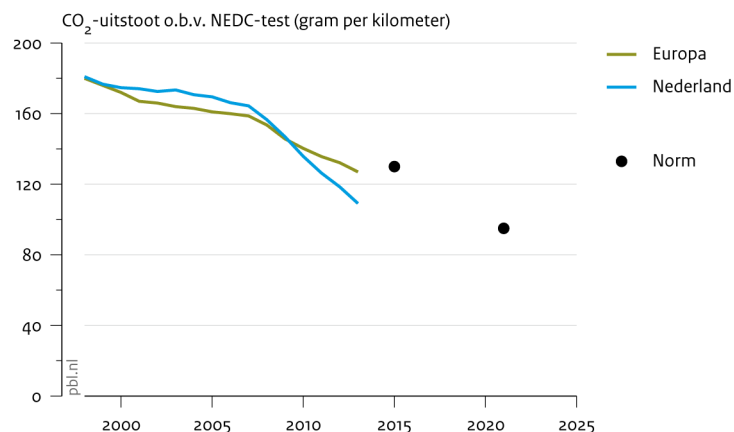
In de beleidsvariant met voorgenomen beleid (VV) is een aanscherping verondersteld van de CO₂-norm voor nieuwe personenauto's naar 73 g/km in 2025. De wijze waarop de norm van 95 g/km in 2021 en de aanscherping in 2025 doorwerkt op het autoaanbod is bepaald op basis van onderzoek van TNO (Ligterink et al., 2015). Dit wordt toegelicht in paragraaf 5.2.1.

De EU heeft ook CO₂-normen vastgesteld voor nieuwe bestelauto's. Vanaf 2017 geldt voor bestelauto's een CO₂-norm van 175 g/km en vanaf 2020 wordt dit 147 g/km. De norm voor 2017 is overigens in 2014 al bereikt, zo blijkt uit cijfers van de EEA (2015). Ook voor bestelauto's is de verwachting dat het autoaanbod in de jaren tussen 2017 en 2020 geleidelijk zuiniger wordt. Beide normen voor bestelauto's zijn al vastgesteld en maken dus onderdeel uit van beide beleidsvarianten in de NEV 2015. Er is voor bestelauto's geen aanscherping meegenomen van de norm ná 2020.

Er zijn nog geen CO₂-normen voor andere typen wegvoertuigen zoals vrachtauto's of motorfietsen.

Figuur 3.1

CO₂-uitstoot van nieuw verkochte personenauto's



Bron: RDW, EEA

3.1.3 Fiscaal beleid voor personenauto's

Het fiscale beleid voor personenauto's dat in 2016 van kracht is, is vastgelegd in het Belastingplan 2015. Dit fiscale regime voor het jaar 2016 dient als uitgangspunt voor beide beleidsvarianten in de NEV 2015. De belangrijkste wijziging in 2016 ten opzichte van eerdere jaren is de versoering van de CO₂-differentiatie in de fiscale bijtelling. In 2015 bedraagt de fiscale bijtelling voor ultrazuinige auto's met een CO₂-uitstoot van maximaal 50 g/km nog 7%, maar vanaf 2016 is dit verhoogd naar 15%. De meeste plug-in hybriden vallen in deze categorie. De 14%- en 20%-bijtellingscategorieën voor (zeer) zuinige auto's zijn vanaf 2016 komen te vervallen. Voor zuinige auto's geldt in 2016 een bijtelling van 21% en voor de overige auto's blijft de bijtelling op 25%. De 4%-bijtellingscategorie voor nulemissieauto's wordt wel gecontinueerd in 2016. Tabel 3.3 geeft de ontwikkeling van de bijtelling voor de verschillende categorieën auto's in de periode 2011-2016.

Tabel 3.3

Fiscale bijtelling voor zakenauto's die voor privédoeleinden worden gebruikt

Jaar	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Nulemissieauto's	14%	0%	0%	4%	4%	4%
Ultrazuinig (<51 g/km)	14%	0%	0%	7%	7%	15%
Zeer zuinig*	14%	14%	14%	14%	14%	21%
Zuinig*	20%	20%	20%	20%	20%	21%
Overig	25%	25%	25%	25%	25%	25%

**) de CO₂-grenzen voor de categorieën zeer zuinig en zuinig zijn jaarlijks verlaagd*

Voor nulemissieauto's geldt in 2016 een vrijstelling van mrb en voor ultrazuinige auto's geldt een korting van 50% op het tarief. De structuur van de bpm is niet gewijzigd in 2016. Wel zijn de CO₂-grenzen verlaagd van de bpm-schijven om te corrigeren voor het toenemende aanbod van zuinige auto's met lage CO₂-uitstoot.

De plannen voor de periode ná 2016 waren bij het uitwerken van de ramingen voor de NEV 2015 niet bekend. In de NEV is daarom tot en met 2030 een trendmatige continuering ver-

ondersteld van het belastingregime dat in 2016 geldt, inclusief de CO₂-differentiatie in de fiscale bijtelling zoals weergegeven in Tabel 3.3. Dit betekent voor zowel de fiscale bijtelling als de bpm dat de tariefstructuur ongewijzigd blijft. Wel zijn de CO₂-grenzen voor de bpm-schijven en de fiscale bijtelling verlaagd in de jaren na 2016 in lijn met de daling van de CO₂-uitstoot van het autoaanbod, zoals dat in de afgelopen jaren ook is gebeurd. Als gevolg van de CO₂-normering daalt de CO₂-uitstoot van nieuwe auto's. Zonder correctie van de CO₂-grenzen zou dit tot een lastenverlichting leiden in zowel de bpm als de fiscale bijtelling. In beide beleidsvarianten van de NEV 2015 wordt de correctie gecontinueerd tot 2030, in lijn met de daling van de CO₂-uitstoot van nieuwe auto's die voortvloeit uit de CO₂-normering.

Autobrief II

In juni 2015 heeft het kabinet in Autobrief II haar plannen gepresenteerd voor de autogereleerde belastingen in de periode 2017-2020. Deze plannen waren niet beschikbaar tijdens het uitwerken van de NEV 2015 en maken dus geen onderdeel uit van de beleidsvarianten in de NEV 2015. Wel is in de NEV 2015 in een tekstbox een inschatting gedaan van de effecten van deze plannen op het geraamde energiegebruik en de CO₂-uitstoot van het personenautoverkeer. De Autobrief II bevat voorstellen voor de fiscale bijtelling en voor de bpm en de mrb. De CO₂-differentiatie van de fiscale bijtelling wordt de komende jaren verder beperkt. De korting op de bijtelling voor zuinige benzine- en dieselauto's komt te vervallen vanaf 2017 en wordt voor plug-in hybriden met een CO₂-uitstoot van maximaal 50 gram per kilometer stapsgewijs verlaagd tot nihil in 2019. Alleen voor nulmissieauto's blijft tot 2020 een laag bijtellingstarief gelden van 4%; voor alle andere auto's geldt vanaf 2019 een tarief van 22%.

Het kabinet stelt in Autobrief II ook voor om de bpm tot 2020 met gemiddeld 12 procent te verlagen. De mrb wordt in 2017 met 2 procent verlaagd, maar voor dieselauto's zonder gesloten roetfilter gaat die vervolgens in 2019 met 15 procent omhoog. Het effect van de plannen uit Autobrief II op het energiegebruik en de CO₂-emissie van het personenautoverkeer wordt toegelicht in paragraaf 4.2.1.

3.1.4 Verschil in beleidsuitgangspunten met de NEV 2014

De beleidsuitgangspunten voor de NEV 2015 verschillen op een aantal punten wezenlijk van die voor de NEV 2014:

- CO₂-normering: de aanscherping van de CO₂-norm voor personenauto's naar 73 g/km in 2025 was nog geen onderdeel van de ramingen in de NEV 2014. In de NEV 2015 is die als voorgenomen beleid meegenomen. De vastgestelde normen voor 2020 en 2021 waren ook in de NEV 2014 al onderdeel van het vastgestelde beleid. Behoudens de voorgenomen aanscherping van de norm voor personenauto's in 2025 is er dus niets gewijzigd.
- Fiscaliteit: in de NEV 2014 is een trendmatige continuering verondersteld van het belastingregime voor personenauto's zoals dat in 2015 gold. In de NEV 2015 is het belastingregime voor 2016 trendmatig gecontinueerd. De belangrijkste wijziging in 2016 ten opzichte 2015 is de versoering van de CO₂-differentiatie in de fiscale bijtelling, zoals hiervoor is beschreven. Tabel 3.3 geeft de bijtellingscategorieën zoals die golden in 2015 en zoals die in 2016 van kracht zijn.

3.2 Maatregelen en acties uit het Energieakkoord

In het Energieakkoord is afgesproken dat de sector mobiliteit in 2020 een energiebesparing realiseert van 15 tot 20 petajoule. Daarmee moet de sector een bijdrage leveren aan de overkoepelende doelstelling van 100 petajoule energiebesparing in 2020 die in het Energieakkoord is afgesproken voor de hele economie. In de NEV 2015 is daarom niet alleen het energiegebruik geraamd van verkeer en vervoer in 2020, maar ook de reductie van het

energiegebruik die voortvloeit uit de maatregelen en acties uit het Energieakkoord, voor zover die al voldoende concreet waren uitgewerkt in mei 2015. Voor verkeer en vervoer zijn drie maatregelen meegenomen:

1. De aanscherping van de Europese CO₂-norm voor nieuwe personenauto's en bestelauto's in 2020/2021;
2. De Green Deal Autodelen;
3. De voorlichtingscampagne 'Kies de beste band'.

De CO₂-norm voor nieuwe personenauto's wordt vanaf 2021 aangescherpt naar 95 gram per kilometer (g/km), zoals hiervoor is toegelicht. Voor bestelauto's geldt vanaf 2020 een norm van 147 g/km. Beide normen zijn al vastgesteld en maken dus onderdeel uit van beide beleidsvarianten in de NEV 2015. Ook in de NEV 2014 maakten deze normen al onderdeel van het vastgestelde beleid en daarmee van het geraamde energiegebruik en de CO₂-emissies. In de NEV 2014 is echter niet inzichtelijk gemaakt hoeveel deze normen bijdragen aan de energiebesparingsdoelstelling in 2020. In de NEV 2015 is dat wel gedaan.

De Green Deal Autodelen en de voorlichtingscampagne 'Kies de beste band' waren ten tijde van het uitwerken van de NEV 2015 nog niet gereed en zijn als voorgenomen maatregelen meegenomen in de NEV 2015. Beide maatregelen zijn in de zomer van 2015 vastgesteld. In de NEV 2014 zijn deze maatregelen nog niet meegenomen

In het Energieakkoord is ook afgesproken dat de fiscale stimulering van ultrazuinige en nulemissieauto's tot 2018 wordt gecontinueerd. De Autobrief II bevat voorstellen voor het uitwerken van deze afspraak. Omdat deze plannen nog niet beschikbaar waren bij het uitwerken van de NEV 2015, zijn ze niet meegenomen in de beleidsvarianten in de NEV 2015. Op verzoek van de NEV-stuurgroep kon wel een inschatting worden gedaan van de effecten van Autobrief II, ten opzichte van de ramingen in de NEV 2015. Dit wordt toegelicht in paragraaf 4.3.1.

3.3 Maatregelen voor luchtverontreinigende emissies

De bijlage van dit rapport geeft een overzicht van de beleidsmaatregelen gericht op het verminderen van luchtverontreinigende emissies binnen de sector verkeer en vervoer. Het overzicht beperkt zich tot beleidsmaatregelen die in recente jaren zijn vastgesteld. In een aantal gevallen is het beleid dat aangrijpt op CO₂-emissies ook relevant voor luchtverontreinigende emissies. Een aantal belangrijke maatregelen wordt hieronder beschreven.

3.3.1 Vastgestelde maatregelen voor luchtmissies

De belangrijkste maatregelen die de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen door verkeer en vervoer beïnvloeden zijn het Europese bronbeleid voor wegvoertuigen (de zogenoemde Euronormen) en het bronbeleid voor motoren in andere toepassingen als binnenvaartschepen en mobiele werktuigen (*non-road mobile machinery*). De beleidsvariant met vastgesteld beleid (V) bevat alle Euronormen tot en met Euro-6 voor personenauto's en bestelauto's en Euro-VI voor zwaar wegverkeer zoals vrachtauto's en autobussen. Ook de strengere testprocedure voor Euro-VI motoren, waaronder de praktijktesten op de openbare weg, is meegenomen als vastgesteld beleid. Door deze zogenoemde RDE-regelgeving (*Real Driving Emissions*) ligt de NO_x-uitstoot van Euro-VI voertuigen, die sinds 2013 op de markt zijn, aanzienlijk lager dan die van de Euro-V voertuigen die in de jaren daarvoor op de markt waren.

Het bronbeleid voor motoren die worden gebruikt in binnenvaartschepen, mobiele werktuigen en andere toepassingen buiten het wegverkeer is eveneens meegenomen. De variant

met vastgesteld beleid bevat alle normen tot en met de Stage-IV-normen die sinds 2014 van kracht zijn.

In de emissieberekening worden de emissienormen gekoppeld aan bouwjaren van het betreffende voer-, vaar-, of vliegtuig. Euro-4-normen voor personenauto's zijn bijvoorbeeld van kracht geworden in 2005. Alle personen- en bestelauto's vanaf bouwjaar 2005 krijgen de emissiefactor voor Euro-4-voertuigen toegekend totdat de Euro-5-normen (vanaf bouwjaar 2008/2009) van kracht worden. Samen met de jaarkilometrage per bouwjaar en het actieve voertuigpark worden dan de emissies berekend. Doordat het wagenpark voortdurend verjongt (door nieuwverkoop en sloop/export van oude voertuigen), wordt het park steeds schoner. De emissie van luchtverontreinigende stoffen neemt zodoende in de tijd af. Zware bedrijfsvoertuigen hebben een kortere levensduur: het park verjongt sneller en de emissienormering sorteert sneller effect. Vliegtuigen en zeeschepen hebben een veel langere levensduur, zodat het ook lang duurt voordat emissienormen effect sorteren.

De SO₂-emissie van verkeer en vervoer is afhankelijk van het zwavelgehalte van de brandstoffen. In opeenvolgende stappen is onder invloed van Europees beleid het zwavelgehalte in brandstoffen voor het wegverkeer verlaagd. In 2005 is een verlaging tot 50 parts per million van kracht geworden, opgevolgd door een norm van 10 parts per million in 2009. Ook voor overige toepassingen zijn strenge eisen gesteld aan het maximale zwavelgehalte in de gebruikte brandstoffen. Daarmee is alle brandstof voor het binnenlandse verkeer en vervoer inmiddels zwavelvrij (<10 ppm zwavel) en is de SO₂-emissie van verkeer en vervoer inmiddels minimaal.

In de zeescheepvaart en luchtvaart wordt nog wel zwavelhoudende brandstof gebruikt. Ook voor de zeescheepvaart gelden echter steeds strengere eisen aan het zwavelgehalte van de brandstoffen. Op de Noordzee is een zogenoemde *SO_x Emission Control Area* (SECA) van kracht, waarin strengere eisen gelden aan het zwavelgehalte van de brandstoffen dan daarbuiten. De stapsgewijze aanscherping van de zwaveleisen voor de Noordzee is verwerkt in de projecties. Dit leidt tot een sterke daling van de SO₂-emissie van de zeescheepvaart. Ook de fijnstofemissie van de zeescheepvaart valt lager uit door het gebruik van schonere brandstoffen met een lager zwavelgehalte.

3.3.2 Voorgenomen beleidsmaatregelen voor luchtmissies

De beleidsvariant met voorgenomen beleid (VV) bevat naast de hiervoor beschreven maatregelen ook een aantal voorgenomen maatregelen die direct of indirect van invloed zijn op de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen. Dit zijn:

1. Een nieuwe testprocedure voor Euro-6 personenauto's en bestelauto's (RDE);
2. Stage-V emissienormen voor motoren die worden gebruikt in andere toepassingen dan het wegverkeer (non-road mobile machinery);
3. Een vervangingsregeling voor oude bestelauto's;
4. Toepassing van het fifty/fifty-beginsel voor de groei van Schiphol ná 2020;
5. Een CO₂-norm voor nieuwe personenauto's van 73 g/km per 2025;
6. De Green Deal Autodelen.

Nieuwe testprocedure voor personenauto's en bestelauto's

Over de nieuwe testprocedure voor Euro-6 personenauto's en bestelauto's is in oktober 2015 overeenstemming bereikt binnen de EU. In deze zogenoemde RDE-regelgeving (*Real Driving Emissions*) wordt de uitstoot van Euro-6 voertuigen ook onder praktijkomstandigheden gemaximeerd. Het akkoord over de RDE-regelgeving was nog niet gesloten toen de beleidsuitgangspunten voor de NEV 2015 zijn vastgesteld en is dus als voorgenomen beleid

meegenomen. Voor de invulling van de RDE-regelgeving zijn de aannames gebruikt uit de GCN-rapportage 2015 (Velders et al., 2015). Verondersteld is dat:

- De RDE-regelgeving vanaf 2020 in werking treedt voor nieuwe personenauto's en vanaf 2021 voor nieuwe bestelauto's;
- De NO_x-emissie van dieselpersonenauto's en -bestelauto's die onder de RDE-regelgeving vallen in de praktijk 2 keer zo hoog is als de Euro-6 emissienorm.

Tot 2020 is geen aanpassing verondersteld in de testprocedures en zijn de emissiefactoren voor Euro-6 auto's gebaseerd op metingen van TNO (Ligterink et al., 2013). In het akkoord dat eind oktober 2015 is bereikt binnen de EU is afgesproken dat de RDE-regelgeving in twee stappen wordt ingevoerd. Vanaf september 2017 geldt voor nieuwe typen voertuigen die voor het eerst op de Europese markt worden gebracht een *conformity factor* van 2.1. Dit betekent dat de NO_x-emissie in de praktijk maximaal 110% hoger mag zijn dan de emissienorm. Vanaf september 2019 geldt deze factor voor alle nieuwe auto's die in de EU worden verkocht. Per 2020 wordt de conformity factor voor nieuwe typen voertuigen verlaagd naar 1.5, waardoor de uitstoot in de praktijk nog maximaal 50% hoger mag liggen dan de emissienorm. Deze factor geldt een jaar later voor alle nieuwe auto's die in de EU worden verkocht. Het akkoord bevat dus strengere afspraken dan in de NEV 2015 is verondersteld.

Stage-V emissienormen voor Non-Road Mobile Machinery

De Europese Commissie heeft in september 2014 een voorstel gepresenteerd voor strengere (Stage-V) emissienormen voor *Non-Road Mobile Machinery*. De Stage-V-normen gelden voor mobiele werktuigen als landbouwtractoren, graafmachines en grasmaaiers, voor binnenvaartschepen en voor (diesel)locomotieven. Het Commissievoorstel bevat strengere NO_x- en fijnstof-emissienormen voor binnenvaartschepen en bepaalde typen mobiele werktuigen. De Stage-V-emissienormen zouden conform het Commissievoorstel in de periode 2018-2021 in werking moeten treden voor de verschillende typen motoren. In de beleidsvariant met voorgenomen beleid is de Stage-V emissiewetgeving meegenomen conform het Commissievoorstel. De emissienormen in het Stage V voorstel zijn hierbij rechtstreeks overgenomen als emissiefactoren in de prognosemodellen voor de binnenvaart en mobiele werktuigen.

Vervangingsregeling oude bestelauto's

De vervangingsregeling voor bestelauto's behelst een voorgenomen subsidieregeling voor de vervanging van oude bestelauto's van vóór 2006 door nieuwe(re) bestelauto's van ná 2011. De regeling is bedoeld voor particulieren en ondernemers die gevestigd zijn in aangrenzende gemeenten rondom gemeenten die een milieuzone hebben geïntroduceerd voor bestelauto's. In totaal zou hiervoor 4 miljoen euro worden gereserveerd, waarmee maximaal 8.000 bestelauto's kunnen worden vervangen. Hiermee wordt beoogd de uitstoot van NO_x en PM_{2,5} door het bestelautoverkeer te reduceren.

Fifty/fifty-beginsel voor groei Schiphol ná 2020

Aan de Alderstafel is afgesproken dat het aantal vluchten op Schiphol tot 2020 maximaal 500.000 per jaar mag bedragen. Tevens is afgesproken dat indien nodig er vluchten kunnen worden uitgeplaatst naar Eindhoven (maximaal 25.000) en Lelystad (maximaal 45.000). Deze afspraken voor de periode tot en met 2020 zijn meegenomen in het vastgestelde beleidspakket van de NEV 2015. Voor de periode ná 2020 is het idee dat de grens voor het maximale aantal vluchten op Schiphol omhoog gaat. Dit wordt zodanig gedaan dat de helft van de geluidswinst als gevolg van stillere vliegtuigen ten gunste komt van omwonenden en de andere helft gebruikt mag worden voor uitbreiding van de capaciteit. Omdat dit fifty/fifty-beginsel nog niet wettelijk was vastgelegd bij het uitwerken van de NEV 2015 is het als voorgenomen beleid meegenomen. In de beleidsvariant met vastgesteld beleid (V) geldt na 2020 geen beperking voor de groei van Schiphol. Hierdoor is de groei van het aantal vluch-

ten op Schiphol bij vastgesteld beleid hoger dan bij voorgenomen beleid. Ook het totale aantal vluchten op Nederlandse luchthavens is hoger bij vastgesteld beleid, omdat de modelanalyses een lichte daling van de vraag laten zien bij uitplaatsing van vluchten naar Lelystad en Eindhoven (Kouwenhoven, 2015b).

Aanscherping CO₂-norm personenauto's en Green Deal autodelen

Het voorgenomen beleidspakket bevat ten slotte nog twee maatregelen die gericht zijn op CO₂-emissies, maar ook invloed hebben op de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen. De aanscherping van de CO₂-norm voor nieuwe personenauto's naar 73 g/km in 2025, zoals beschreven in paragraaf 3.1.2., leidt niet alleen tot zuinigere auto's met lagere CO₂-uitstoot, maar beïnvloedt ook de verkoop van (semi-)elektrische auto's die (deels) emissievrij kunnen rijden. Ook heeft de CO₂-norm invloed op de brandstofmix omdat het CO₂-reductiepotentieel voor benzine en dieselauto's niet gelijk is. Beide effecten zijn van invloed op de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen door het personenautoverkeer. De Green Deal Autodelen leidt tot een lichte daling van het autogebruik en daarmee tot een kleine reductie van de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen.

4 Resultaten

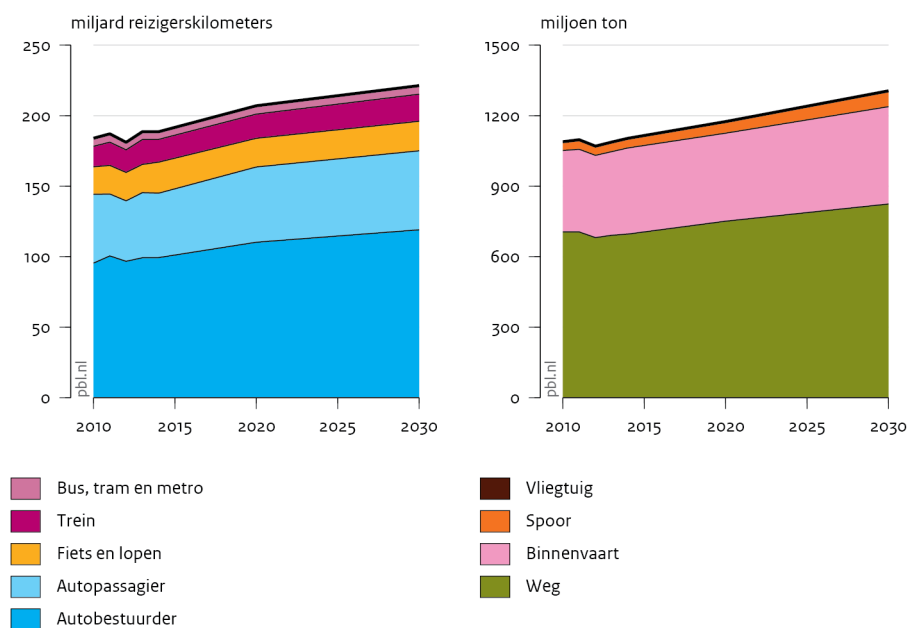
In dit hoofdstuk worden de belangrijkste resultaten beschreven voor de sector verkeer en vervoer. Daarbij komen achtereenvolgens de verkeersvolumes, het energiegebruik, de energiebesparing en de emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen aan bod. Ten slotte worden de resultaten van de NEV 2015 vergeleken met die uit eerdere ramingen. In de hoofdstukken 5 tot en met 8 wordt beschreven hoe deze ramingen tot stand zijn gekomen. Ook worden in deze hoofdstukken de resultaten per modaliteit verder toegelicht. Bijlage 3 geeft een overzicht van het modelinstrumentarium dat is gebruikt voor de ramingen.

4.1 Groeiprognose verkeersvolumes

De totale personenmobiliteit over land was de afgelopen jaren stabiel in omvang (KiM 2014). Onder invloed van de aantrekkende economie en de daling in de brandstofprijzen groeit de personenmobiliteit bij vastgesteld beleid naar verwachting met circa 10 procent tussen 2013 en 2020. Na 2020 zwakt de groei iets af als gevolg op oplopende brandstofprijzen en een iets lagere economische groeiverwachting. Dit resulteert tussen 2020 en 2030 in een groei van de personenmobiliteit met 7 procent. De grootste groei zit in het spoorvervoer, gevolgd door de auto (Figuur 4.1). De groeiprognozes voor de personenmobiliteit zijn door PBL bepaald met het Landelijk Modelsysteem (LMS). Dit wordt toegelicht in hoofdstuk 5.1.

Figuur 4.1

Personenmobiliteit en goederenvervoer in Nederland



Bron: CBS (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

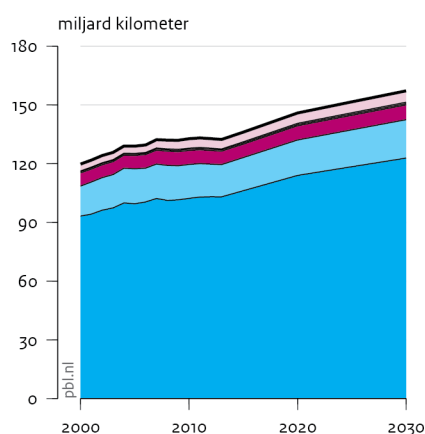
De aantrekkende economie leidt ook tot een groei van het goederenvervoer in Nederland, zoals blijkt uit Figuur 4.1. Tot 2030 groeit het goederenvervoer bij vastgesteld beleid naar verwachting met gemiddeld 1,1 procent per jaar. De modal split verandert niet wezenlijk tot 2030. De groeiprognozes voor het goederenvervoer zijn door Significance bepaald met het Basgoed model (De Bok & Ruijs, 2015).

De groeiprognozes voor de personenmobiliteit en het goederenvervoer zijn vertaald naar prognoses voor de verkeersvolumes per voertuigtype en energiedrager. Dit wordt toegelicht in hoofdstuk 4 en 5. Figuur 4.2 geeft de geraamde ontwikkeling van de verkeersvolumes tot 2030 voor het wegverkeer. In totaal groeit het verkeersvolume (in afgelegde voertuigkilometers) over de weg naar verwachting met 10 procent tussen 2013 en 2020 en met 8 procent tussen 2020 en 2030. De sterke(re) groei tot 2020 wordt veroorzaakt door de daling van de brandstofprijzen in 2014 en het economisch herstel. Het personenautoverkeer groeit harder dan het vrachtverkeer. Bij het vrachtverkeer wordt een verbetering verwacht van de efficiency oplopend tot circa 7 procent in 2030. Hierdoor leidt de groei van het aantal vervoerde tonnen niet tot een navenante groei van het aantal vrachtautokilometers.

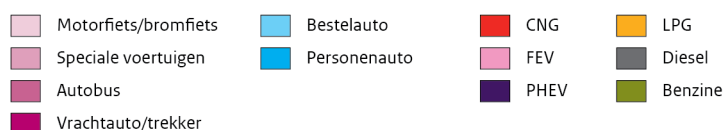
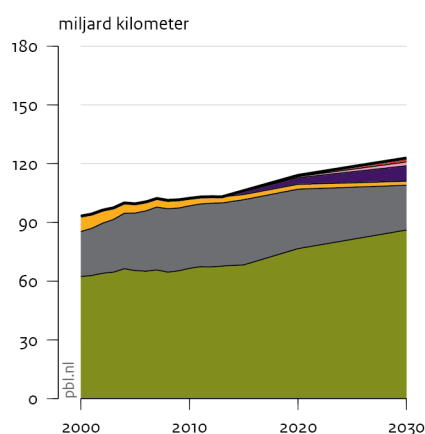
Figuur 4.2

Voertuigkilometers wegverkeer

Totaal wegverkeer naar voertuigtype



Personenautoverkeer naar energiedrager



Bron: CBS (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

Figuur 4.2 geeft voor het personenautoverkeer de uitsplitsing van het totale kilometrage naar energiedragers. Benzine blijft bij vastgesteld beleid tot 2030 dominant. De grootste groei zit echter bij de (semi-)elektrische auto's. Het aandeel van volledig elektrische auto's in de personenautokilometrage groeit bij vastgesteld beleid tot 0,5 procent in 2020 en 1,6 procent in 2030. Het aandeel van plug-in hybriden groeit tot 3 procent in 2020 en 6,4 procent in 2030. De belangrijkste aanjager voor deze groei is de in de NEV 2015 veronderstelde continuering van de fiscale kortingen voor (semi-)elektrische auto's zoals die voor 2016 zijn afgesproken (zie paragraaf 3.1). Daarbij is aangenomen dat de export van (semi-)elektrische auto's zich op vergelijkbare wijze ontwikkelt als die voor dieselauto's in de afgelopen jaren. Dat wil zeggen dat zo'n 30 procent van de auto's na 5 jaar weer uit het Nederlandse wagenpark is verdwenen. De beleidsvoorstellen uit Autobrief II waren niet tijdig beschikbaar om

mee te nemen in de referentiepaden van de NEV 2015. De opkomst van (semi-)elektrische auto's gaat vooral ten koste van de dieselauto's. Het aandeel van dieselauto's in het totale verkeersvolume daalt van 30% in 2013 tot circa 19% in 2030.

In de beleidsvariant met voorgenomen beleid (VV) is een intensivering verondersteld van het Europese bronbeleid voor personenauto's. Voor 2025 is een CO₂-norm verondersteld van 73 gram per kilometer (g/km). De beleidsvariant met vastgesteld beleid (V) bevat alleen de vastgelegde CO₂-norm voor 2021 van 95 g/km. De strengere CO₂-norm leidt tot een snellere instroom van zuinige benzine- en dieselauto's in het wagenpark. Ook wordt het bij deze norm voor autofabrikanten aantrekkelijk om meer plug-in hybriden op de markt te brengen. Het aandeel van plug-in hybriden in de personenautokilometrage groeit hierdoor in NEV 2015_VV tot 11 procent in 2030. Het aandeel volledig elektrische auto's ligt naar verwachting ook iets hoger (2 procent).

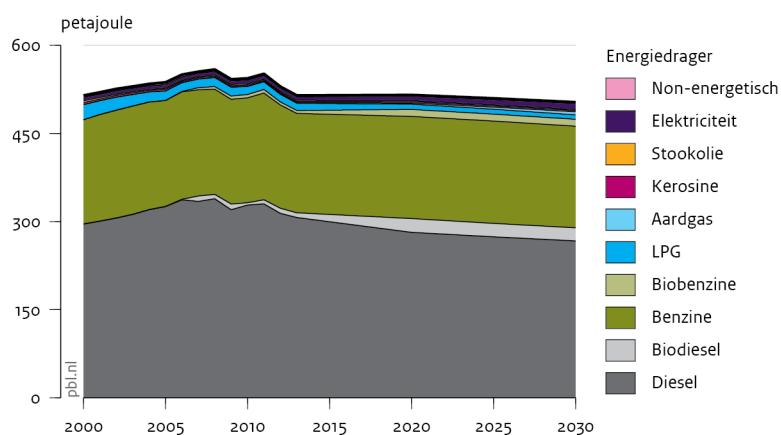
4.2 Energiegebruik en CO₂-emissie verkeer en vervoer

Het energiegebruik van het binnenlandse verkeer en vervoer stabiliseert naar verwachting tot 2020 bij vastgesteld beleid. De groei van de verkeersvolumes wordt gecompenseerd door een verbetering van de (brandstof)efficiëntie. Na 2020 is de efficiëntieverbetering groter dan de groei van de verkeersvolumes waardoor het energiegebruik licht afneemt tussen 2020 en 2030 (Figuur 4.3). Het aandeel van biobrandstoffen in het energiegebruik groeit tussen 2013 en 2030 van 2,6 naar 6,8 procent en het aandeel van elektriciteit groeit van 1,2 naar 2,1 procent. Deze groei gaat ten koste van het aandeel van diesel in het energiegebruik, dat tussen 2013 en 2030 afneemt van 60 naar 53 procent. Het aandeel van benzine in de brandstofmix blijft stabiel op circa 34 procent.

Figuur 4.3

Binnenlands energiegebruik sector verkeer en vervoer

Vastgesteld beleid



Bron: CBS (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

Het voorgenomen beleid (VV) leidt tot een iets snellere daling van het energiegebruik in de periode 2020-2030. Dit is weergegeven in Tabel 4.1. Bij alleen het vastgesteld beleid daalt het energiegebruik van het binnenlandse verkeer en vervoer tussen 2020 en 2030 van 516 naar 503 petajoule, terwijl het energiegebruik bij voorgenomen beleid daalt van 514 petajoule in 2020 naar 492 petajoule in 2030. Deze extra daling van 9 petajoule over deze perio-

de is vrijwel volledig toe te schrijven aan de aanscherping van de CO₂-norm voor personenauto's naar 73 g/km vanaf 2025.

Ondanks dat het energiegebruik stabiliseert tussen 2013 en 2020 daalt de CO₂-emissie wel als gevolg van grotere inzet van biobrandstoffen. De CO₂-emissie uit biobrandstoffen wordt niet tot het nationale emissietotaal gerekend. De CO₂-emissie bedraagt in 2020 naar schatting 34,6 megaton (bij voorgenomen beleid 34,5 megaton) en ligt daarmee ruimschoots onder de sectorale streefwaarde van 35,5 megaton CO₂ die voor 2020 is afgesproken. Bij vastgesteld beleid daalt de CO₂-emissie na 2020 nog iets verder tot 33,5 megaton in 2030. Bij voorgenomen beleid ligt de geraamde CO₂-emissie in 2030 op 32,7 megaton. In beide gevallen ligt het sectordoel van 25 megaton CO₂ dat in het Energieakkoord is afgesproken buiten bereik. Daarbij moet worden opgemerkt dat er voor de periode ná 2020 behoudens de aanscherping van de CO₂-norm voor personenauto's in 2025 geen nieuwe beleidsmaatregelen zijn meegenomen. De raming voor 2030 geeft dus een beeld van de resterende beleidsopgave. Het beleid om die opgave in te vullen moet grotendeels nog worden ingevuld.

Tabel 4.1
Binnenlands energiegebruik en CO₂-emissie verkeer en vervoer

Modaliteit	Beleidsvariant	Energiegebruik (PJ)				CO ₂ -emissie (megaton)			
		2000	2013	2020	2030	2000	2013	2020	2030
Totaal	Vastgesteld (V)			516	503			34,6	33,5
	Voorgenomen (VV)	514	513	514	492	37,1	36,2	34,5	32,7
Personenauto's	Vastgesteld (V)			262	244			17,6	16,2
	Voorgenomen (VV)	257	266	261	233	18,6	19,3	17,5	15,4
Lichte bedrijfsvoertuigen	Vastgesteld (V)			65	65			4,4	4,4
	Voorgenomen (VV)	61	66	65	65	4,6	4,9	4,4	4,4
Zware bedrijfsvoertuigen	Vastgesteld (V)			100	105			6,7	7,0
	Voorgenomen (VV)	97	90	100	105	7,2	6,7	6,7	7,0
Autobussen	Vastgesteld (V)			9	9			0,6	0,6
	Voorgenomen (VV)	10	9	9	9	0,7	0,6	0,6	0,6
Motor- en bromfietsen	Vastgesteld (V)			7	6			0,5	0,4
	Voorgenomen (VV)	5	7	7	6	0,4	0,5	0,5	0,4

4.2.1 Personenautoverkeer

Het aandeel van personenauto's in het energiegebruik en de CO₂-emissie van de transportsector lag in de jaren 1990–2013 op circa 50 tot 55 procent. In 2020 is dit aandeel naar verwachting gedaald tot 45 procent. Deze daling is het gevolg van het steeds zuiniger wordende autopark, onder invloed van Europese CO₂-normering en fiscale stimulering. Het energiegebruik van personenauto's bedroeg in 2013 266 petajoule. Ondanks een verwachte groei van het verkeersvolume met 8 procent tussen 2010 en 2020 en met nog eens 5 procent tussen 2020 en 2030, daalt het geraamde energiegebruik bij vastgesteld beleid naar 246 petajoule in 2020 en 241 petajoule in 2030. De CO₂-emissie van het personenautover-

keer daalt van 18,8 megaton in 2013 naar 17,6 megaton in 2020 en 16,2 megaton in 2030. De CO₂-emissie daalt iets sneller dan het energiegebruik vanwege de toenemende inzet van biobrandstoffen.

De gemiddelde CO₂-uitstoot van het wagenpark daalt tussen 2010 en 2020 van 186 gram per kilometer (g/km) naar 160 g/km. In 2030 daalt de parkgemiddelde emissie verder naar 139 g CO₂/km. Deze daling is het gevolg van de aanscherping van de Europese CO₂-norm voor nieuwe personenauto's naar 95 gram per kilometer in 2021 en de fiscale stimulering van zuinige auto's in Nederland, waardoor er steeds meer zuinige auto's met lage CO₂-uitstoot instromen in het wagenpark. Bij het voorgenomen beleid neemt de gemiddelde CO₂-uitstoot van het wagenpark verder af tot 130 gram per kilometer in 2030. De CO₂-emissie van personenauto's in 2030 is met voorgenomen beleid met 15,4 megaton bijna 1 megaton lager dan met vastgesteld beleid.

Effecten van beleidsvoorstellen Autobrief II

De beleidsvoorstellen in Autobrief II leiden tot een lichte toename van het geraamde energiegebruik van personenauto's in 2020 van 2 à 3 petajoule (circa 1 procent) ten opzichte van de ramingen in de NEV 2015. De geraamde CO₂-uitstoot ligt eveneens circa 1 procent (0,2 megaton) hoger in 2020. Indien het in 2020 resulterend belastingregime zou worden gecontinueerd tot 2030, dan leidt dit in 2030 tot een toename van het geraamde energiegebruik en de CO₂-uitstoot van circa 2 à 3 procent (respectievelijk 4 à 5 petajoule en 0,3 à 0,4 megaton CO₂) ten opzichte van de ramingen in de NEV 2015.

In beide beleidsvarianten in de NEV 2015 is verondersteld dat het fiscale regime voor personenauto's zoals dat is afgesproken voor het jaar 2016 trendmatig wordt gecontinueerd tot 2030. Autobrief II bevat een aantal wijzigingen ten opzichte van het regime in 2016. De belangrijkste wijzigingen betreffen de hoogte van de fiscale bijtelling voor zeer zuinige auto's en voor plug-in hybriden met een CO₂-uitstoot van 1 tot maximaal 50 g CO₂/km. De differentiatie in de bijtelling voor deze auto's zoals die in 2016 geldt (zie paragraaf 3.1.3), wordt in de jaren daarop stapsgewijs afgebouwd waarna in 2019 slechts twee bijtellingstarieven resteren: 4% voor nulmissieauto's en 22% voor alle andere auto's. Door de versoering van de CO₂-differentiatie in de bijtelling worden er naar verwachting minder zeer zuinige auto's en minder plug-in hybriden verkocht op de zakelijke automarkt, waardoor de geraamde CO₂-uitstoot in 2020 hoger uitvalt dan bij een trendmatige continuering van het beleid uit 2016.

4.2.2 Vrachtvervoer over de weg

Historische cijfers laten een gestage groei zien van het energiegebruik en de CO₂-emissie door het vrachtvervoer over de weg. Tussen 1990 en 2008 steeg zowel het energiegebruik als de CO₂-emissie met bijna 30 procent. Door de economische recessie daalde het energiegebruik van het vrachtvervoer tussen 2008 en 2012 met circa 8 procent. Na 2013 wordt een gestage groei van het vrachtvolume verwacht als gevolg van het economisch herstel. Ondanks een verbetering van de efficiëntie, waardoor het energiegebruik per vervoerde ton daalt, stijgt het energiegebruik van vrachtwagens naar schatting tussen 2013 en 2020 met 6 petajoule tot 104 petajoule en verder naar 109 petajoule in 2030. De CO₂-emissie van vrachtwagens blijft tussen 2013 en 2020 vrijwel stabiel en stijgt daarna licht met 0,3 megaton tot ongeveer 7 megaton in 2030. De CO₂-emissie stijgt minder snel dan het energiegebruik vanwege de inzet van biobrandstoffen.

4.2.3 Overige mobiele bronnen

Het binnenlandse energiegebruik van de overige mobiele bronnen bedroeg in totaal 72 petajoule in 2013. In beide beleidsvarianten blijft het energiegebruik van deze modaliteiten tot 2030 ongeveer op dat niveau. Door de toegenomen inzet van biobrandstoffen neemt de CO₂-emissie licht af. Mobiele werktuigen en de (binnenlandse) binnenvaart leveren met respec-

tielukkig circa 60 en 20 procent de grootste bijdrage aan het energiegebruik en de CO₂-emissie van de overige mobiele bronnen (zie Tabel 4.2).

Het energiegebruik en de CO₂-emissie van de zeevisserij nemen af omdat de dalende trend van de afgelopen jaren in de omvang van deze branche naar verwachting doorzet. Het energiegebruik en de CO₂-emissie van het internationale deel van de scheepvaart en luchtvaart worden niet aan Nederland toegerekend. Dit is toegelicht in paragraaf 2.6. Omdat de binnenlandse scheepvaart en luchtvaart in Nederland klein is in omvang, is de bijdrage van deze modaliteiten aan de nationale emissietotalen gering.

Tabel 4.2
Binnenlands energiegebruik en CO₂-emissie van overige mobiele bronnen

Modaliteit	Energiegebruik (PJ)				CO ₂ -emissie (megaton)			
	2000	2013	2020	2030	2000	2013	2020	2030
Totaal overige mobiele bronnen	86	72	74	74	5,8	4,8	4,8	4,7
Mobiele werktuigen	41	36	39	40	3,0	2,6	2,8	2,9
Scheepvaart	28	23	21	19	2,1	1,8	1,6	1,4
Spoorvervoer	7	7	8	8	0,1	0,1	0,1	0,1
Luchtvaart	1	1	1	1	0,08	0,05	0,04	0,04
Overig*	9	5	6	6	0,5	0,3	0,3	0,3

*Defensie en non-energetisch gebruik binnen transport

4.2.4 Afzet van bunkerbrandstoffen voor luchtvaart en scheepvaart

Het energiegebruik door de internationale scheepvaart wordt niet tot het binnenlands gebruik gerekend, maar wordt voor de beleidsdoelen rond energie en CO₂ als een vorm van uitvoer beschouwd en daarmee niet aan Nederland toegerekend. De CO₂-uitstoot van de internationale luchtvaart wordt eveneens niet aan Nederland toegerekend, maar voor de doelstelling voor het totale bruto eindgebruik van hernieuwbare energie uit de RED telt het wel mee (zie paragraaf 3.1.1). In Nederland worden veel bunkerbrandstoffen verkocht aan de internationale scheepvaart en luchtvaart. In 2013 ging het om 675 petajoule, waarvan 146 petajoule voor luchtvaart, 499 petajoule voor zeescheepvaart en 30 petajoule voor de binnenvaart. De afzet van bunkerbrandstoffen is daarmee groter dan de afzet van transportbrandstoffen voor binnenlands verbruik. In 2020 en 2030 groeit de totale bunkerafzet naar verwachting tot respectievelijk 726 en 770 petajoule als gevolg van de geraamde groei in de transportvolumes.

4.3 Energiebesparing door Energieakkoord in 2020

Het Energieakkoord bevat voor de mobiliteitsector een doelstelling van 15 tot 20 petajoule (PJ) besparing van finaal energiegebruik in 2020. De sector moet daarmee een bijdrage leveren aan de doelstelling die voor de hele economie is afgesproken, te weten 100 petajoule energiebesparing in 2020. In het Energieakkoord zijn een aantal afspraken gemaakt waarmee deze besparing gerealiseerd moet worden. Van die afspraken waren er in mei 2015 drie voldoende concreet om mee te kunnen nemen in de NEV 2015: de CO₂-normen voor nieuwe personenauto's (95 g/km in 2021) en bestelauto's (147 g/km in 2020), de Green Deal Auto-

delen en de voorlichtingscampagne 'Kies de beste band'. Deze maatregelen zijn beschreven in paragraaf 3.2.

Door deze drie maatregelen uit het Energieakkoord ligt het energiegebruik door de sector verkeer en vervoer in 2020 circa 14 petajoule (bandbreedte 10 tot 16 petajoule) lager dan zonder deze maatregelen het geval was geweest. Hiermee is de besparingsdoelstelling voor mobiliteit uit het Energieakkoord van 15 tot 20 petajoule binnen bereik, maar is het nog onzeker of deze wordt gehaald. De belangrijkste bijdrage aan de energiebesparing – circa 10 petajoule – komt voor rekening van de aanscherping van de Europese CO₂-norm voor nieuwe personenauto's naar 95 gram CO₂ per kilometer in 2021. De voorlichtingscampagne 'Kies de beste band' en de Green Deal Autodelen dragen in 2020 in totaal circa 1 tot 2 petajoule bij.

Energiebesparing Autobrief II

In het Energieakkoord is afgesproken dat ultrazuinige personenauto's in de periode tot en met 2018 fiscaal worden gestimuleerd. Deze afspraak was in mei 2015 nog niet uitgewerkt en is dus niet meegenomen in de NEV 2015. In Autobrief II, die in juni 2015 is verschenen, heeft het kabinet voorstellen gepresenteerd voor de wijze waarop de fiscale stimulering van ultrazuinige auto's tot 2020 wordt vormgegeven. Nulemissieauto's profiteren tot en met 2020 van een laag bijtellingstarief van 4% en ook voor auto's met een CO₂-uitstoot van maximaal 50 gram per kilometer geldt tot en met 2018 een korting op de bijtelling. Op verzoek van de NEV-stuurgroep is een inschatting gedaan van de effecten van de voorstellen uit Autobrief II, ten opzichte van de ramingen in de NEV 2015. De stimulering van ultrazuinige auto's conform Autobrief II leidt in 2020 tot een energiebesparing van 1 tot 2 petajoule. Deze besparing is niet meegenomen in de berekeningen in deze NEV 2015 en kan dus nog worden opgeteld bij de besparing van 14 petajoule door het Energieakkoord zoals die in de NEV is berekend voor mobiliteit in 2020.

4.4 Luchtverontreinigende emissies door verkeer en vervoer

De emissies van luchtverontreinigende stoffen door verkeer en vervoer in Nederland vertonen over het algemeen een dalende trend. In deze paragraaf worden de resultaten voor stikstofoxiden (NO_x), fijn stof (PM_{2,5}), Niet-Methaan Vluchtige Organische Stoffen (NMVOS), zwaveldioxide (SO₂) en ammoniak (NH₃) op hoofdlijnen gepresenteerd. In bijlage 2 staan tabellen met per stof de emissietotalen uitgesplitst naar modaliteiten.

4.4.1 Ramingen uitstoot NO_x

De sector verkeer en vervoer was in 2013 verantwoordelijk voor 60% van de binnenlandse NO_x-emissie in Nederland. In de raming met vastgesteld beleid (V) daalt de NO_x-emissie van verkeer en vervoer van 160 kiloton in 2013 naar 100 kiloton in 2020 en 76 kiloton in 2030 (Figuur 4.4). De daling van de NO_x-emissie tot 2030 zit hoofdzakelijk bij het dieselverkeer. De NO_x-emissie van benzineauto's was in 2013 al relatief laag en daalt tot 2030 verder. De NO_x-emissie van de binnenvaart stabiliseert bij vastgesteld beleid tussen 2013 en 2030. De aanscherping van het Europese bronbeleid voor binnenvaartmotoren (de Stage-V-normen) is nog niet vastgesteld, waardoor de binnenvaartvloot bij vastgesteld beleid maar beperkt schoner wordt tot 2030. De NO_x-emissie van mobiele werktuigen daalt wel tussen 2013 en 2030 als gevolg van de Stage-IV-emissienormen voor mobiele werktuigen.

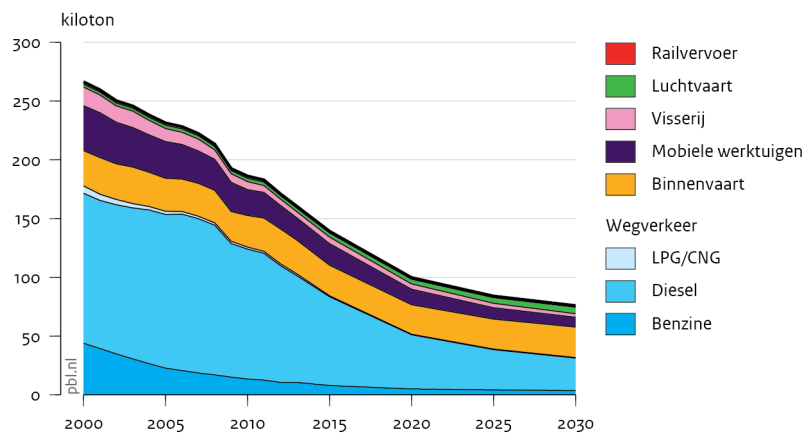
De daling van de NO_x-emissie van het dieselwegverkeer zit hoofdzakelijk bij vrachtauto's en trekkers (Figuur 4.5). Deze daling is het gevolg van de Euro-VI emissienormen voor zwaar wegverkeer (i.e. vrachtauto's, trekkers en autobussen) die sinds begin 2014 van kracht zijn, in combinatie met de bijbehorende RDE-regelgeving waardoor Euro-VI motoren ook op de

openbare weg worden getest. Als gevolg hiervan stoten Euro-VI vrachtwagens in de praktijk gemiddeld een factor 10 minder NO_x uit per kilometer dan eerdere generaties Euro-IV en Euro-V vrachtwagens, zo blijkt uit meetprogramma's (Kadijk et al., 2015). De NO_x-emissie van dieselpersonenauto's en bestelauto's daalt maar beperkt tot 2030 bij vastgesteld beleid. De Euro-6 emissienorm voor NO_x is weliswaar aanzienlijk strenger dan de Euro-5 norm, maar omdat er nog geen RDE-regelgeving is meegenomen in de variant met vastgesteld beleid liggen de NO_x-emissies in de praktijk aanzienlijk hoger dan de emissienorm.

Figuur 4.4

NO_x-emissie verkeer en vervoer (fuel sold)

Vastgesteld beleid

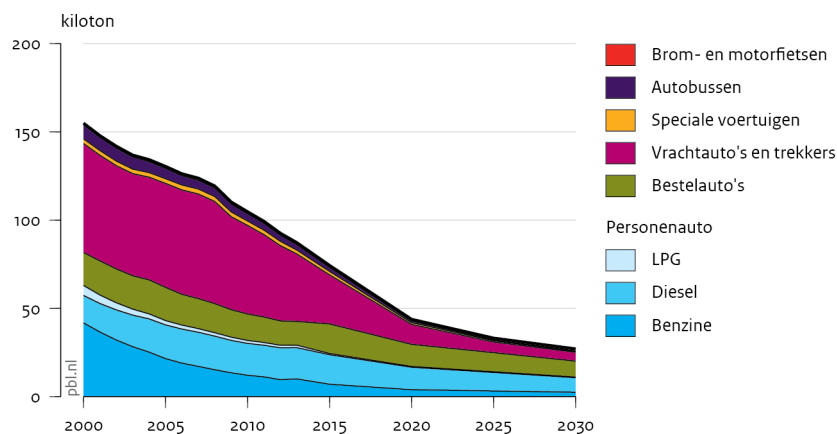


Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

Figuur 4.5

NO_x-emissie wegverkeer (fuel used)

Vastgesteld beleid



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

In de raming met voorgenomen beleid (VV) komt de NO_x-emissie uit op 97 kiloton in 2020 en 54 kiloton in 2030. Dit is een extra reductie van 3 kiloton in 2020 en 22 kiloton in 2030 ten opzichte van de raming met vastgesteld beleid. De extra daling is het gevolg van:

- De Stage-V-emissionnormen voor binnenvaartschepen en mobiele werktuigen. De strenge emissienorm voor binnenvaartschepen leidt tot een forse emissiereductie van in totaal 14

kiloton NO_x in 2030. Waar de NO_x-emissie van de binnenvaart bij vastgesteld beleid stabiliseert tussen tot 2030, neemt die bij voorgenomen beleid met ruim 50 procent af. De Stage-V-normen voor mobiele werktuigen leiden tot een daling van de NO_x-emissie van circa 1 kiloton in 2030.

- De RDE-regelgeving voor personenauto's en bestelauto's. Op basis van de in de NEV 2015 gehanteerde uitgangspunten leidt de RDE-regelgeving in 2030 tot een emissiereductie van 6 kiloton NO_x.
- Toepassing van het fifty/fifty-beginsel voor de groei van Schiphol tussen 2020 en 2030. Dit leidt ertoe dat de NO_x-emissie van de luchtvaart in 2030 0,5 kiloton lager uitvalt dan bij vastgesteld beleid.

De NO_x-emissies van de zeescheepvaart laten een lichte daling zien vanaf 2015 (110 kiloton) tot en met 2030 (105 kiloton). Hierbij dalen de emissies zowel op het NCP als in de Nederlandse wateren. Door de introductie van nieuwe, schonere schepen en een (klein) aandeel van LNG in de brandstofmix daalt de NO_x-emissie ondanks de verwachte groei in de vervoersvolumes. De emissie van de scheepvaart is in beide beleidsvarianten hetzelfde.

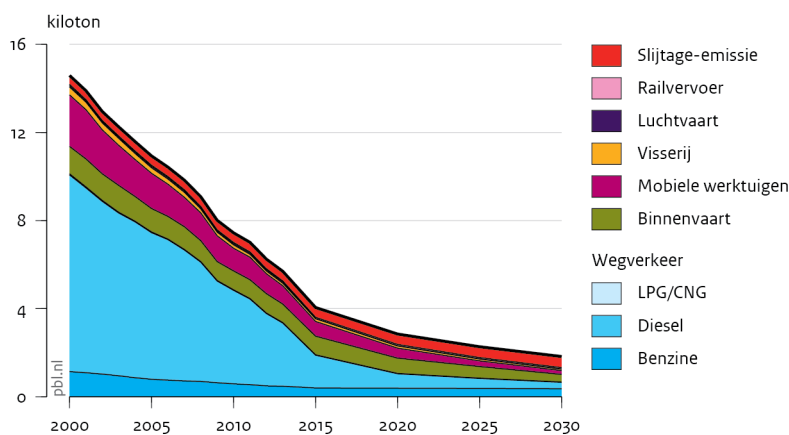
4.4.2 Ramingen uitstoot PM_{2.5}

De sector verkeer en vervoer was in 2013 verantwoordelijk voor 41% van de PM_{2.5}-emissie in Nederland. De PM_{2.5}-emissie van de sector verkeer en vervoer is sterk afgenomen in de afgelopen decennia. Vooral de uitlaatemissie van het dieselwegverkeer is snel gedaald, onder meer door de toepassing van roetfilters. De daling van de PM_{2.5}-emissie van het dieselwegverkeer blijft naar verwachting doorgaan tot 2030 (Figuur 4.6), maar het tempo zwakt af naarmate een steeds groter deel van het wagenpark is voorzien van nabehandelingstechnologie als roetfilters. In de raming met vastgesteld beleid (V) daalt de PM_{2.5}-uitstoot door verkeer en vervoer van 5,7 kiloton in 2013 naar 3 kiloton in 2020 en 2,5 kiloton in 2030. De daling is het grootst bij dieselwegverkeer, waar de uitstoot afneemt van 3 kiloton in 2013 tot 0,3 kiloton in 2030. Ook de uitstoot van mobiele werktuigen daalt sterk tot 2030 door de strenge Stage-IV-emissienormen die al zijn vastgesteld en langzaam doorwerken in het machinepark in Nederland. De uitstoot van binnenvaart en de luchtvaart blijft ongeveer constant tot 2030.

Figuur 4.6

PM_{2.5}-emissie verkeer en vervoer (fuel sold)

Vastgesteld beleid



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

In 2013 was 7 procent van de PM_{2.5}-emissie van verkeer en vervoer afkomstig van slijtage van remmen, banden en wegdek. Dit komt overeen met een emissie van 0,4 kiloton. De

PM_{2,5}-emissie uit slijtage neemt toe met de groei van de verkeersvolumes. In 2030 bedraagt de slijtage-emissie 0,5 kiloton. Door de verdergaande daling van de verbrandingsemissie is het aandeel van slijtage in de totale PM_{2,5}-emissie van verkeer en vervoer in 2030 opgelopen tot 20 procent.

Het voorgenomen beleid (VV) leidt tot een snellere reductie van de PM_{2,5}-emissie van verkeer en vervoer van 0,7 kiloton in 2030 ten opzichte van de beleidsvariant met vastgesteld beleid (V). Deze daling zit vooral bij de binnenvaart (0,4 kiloton) en mobiele werktuigen (0,2 kiloton) en is het gevolg van introductie van de Stage-V-emissienormen.

De emissie van PM_{2,5} in de zeescheepvaart daalt in de historische reeks van 7,5 kiloton in 2000 tot aan 3,4 kiloton in 2013. Na 2015 blijft de emissie naar verwachting constant op 2,2 kiloton PM_{2,5}. Dit loopt parallel aan de emissies van SO₂ (zie paragraaf 4.4.4) doordat de uitstoot van deze stoffen fysisch met elkaar samenhangt. Doordat het zwavelgehalte (verplicht) lager is sinds 2015, daalt niet alleen de zwavelemissie maar ook de fijnstof emissie. Er is geen verschil in de PM_{2,5} emissieraming tussen de beleidsvarianten.

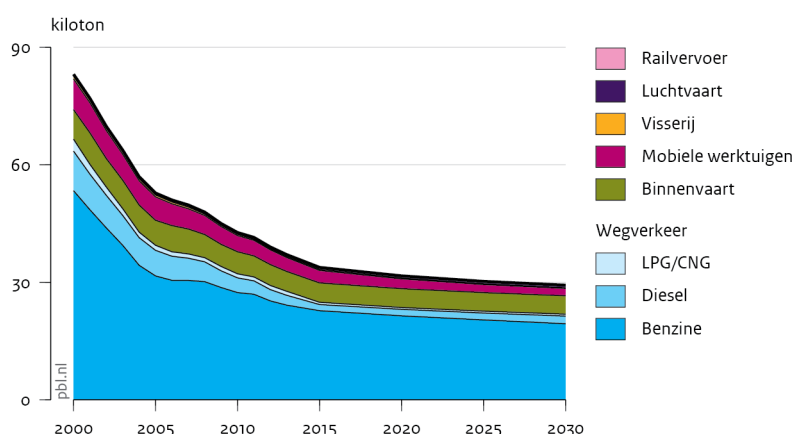
4.4.3 Ramingen uitstoot NMVOS

De NMVOS-emissie van verkeer en vervoer is snel gedaald tussen 1990 en 2005 als gevolg van het Europese bronbeleid voor personenauto's en bromfietsen. Ook na 2005 is sprake van een daling, maar het tempo van de daling loopt langzaam terug naarmate meer auto's in het autopark al voldoen aan de strenge(re) emissiewetgeving. In de raming met vastgesteld beleid (V) daalt de NMVOS-uitstoot door verkeer en vervoer van 37 kiloton in 2013 naar 32 kiloton in 2020 en 30 kiloton in 2030 (Figuur 4.7). De daling van de NMVOS-emissie tussen 2013 en 2030 wordt voornamelijk veroorzaakt door het schoner wordende benzineautopark. De NMVOS-emissie van het dieselwegverkeer was in 2013 laag en blijft tot 2030 verder dalen. De NMVOS-emissie van de binnenvaart blijft in de periode 2013-2030 vrijwel ongewijzigd op 5 kiloton. De NMVOS-emissie van mobiele werktuigen daalt van 3,6 kiloton in 2013 naar 2 kiloton in 2030 als gevolg van de Stage-IV-emissienormen.

Figuur 4.7

NMVOS-emissie verkeer en vervoer (fuel sold)

Vastgesteld beleid



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

Het benzinewegverkeer is verantwoordelijk voor het grootste deel van de NMVOS-emissie van de sector verkeer en vervoer (Figuur 4.8). Dit zijn vooral personenauto's en bromfietsen. De NMVOS-emissie van benzinepersonenauto's is gedaald van 34 kiloton in 2000 tot 15 kiloton in 2013 en daalt naar verwachting verder tot 12 kiloton in 2030. De sterke daling tussen

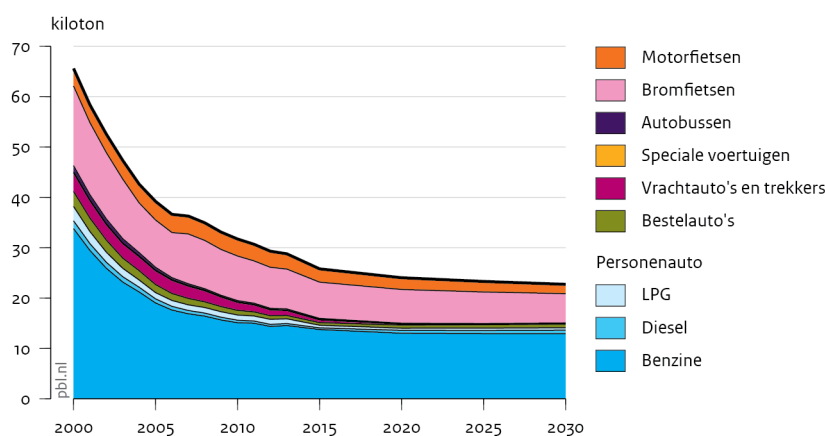
2000 en 2013 is het gevolg van het toenemende aantal auto's met driewegkatalysator in het benzineautopark. Vanaf de Euro-1-emissienorm, die begin jaren 90 in werking is getreden, zijn alle benzineauto's voorzien van een driewegkatalysator. Door de snelle instroom van benzineauto's met katalysator in de afgelopen twee decennia is de NMVOS-emissie van het benzineautopark hard teruggelopen. Inmiddels heeft het overgrote deel van het wagenpark een driewegkatalysator, waardoor het tempo van de emissiereductie in de komende 15 jaar aanzienlijk lager ligt.

De NMVOS-emissie van bromfietsen is tussen 2000 en 2013 gedaald van 16 naar 8 kiloton. Bij het huidige beleid daalt de emissie verder tot 6 kiloton in 2030.

Figuur 4.8

NMVOS-emissie wegverkeer (fuel used)

Vastgesteld beleid



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

Het voorgenomen beleid heeft een klein effect op de uitstoot van NMVOS: de NMVOS-emissie ligt in 2030 circa 1 kiloton lager dan bij vastgesteld beleid. Ongeveer de helft daarvan is het gevolg van de Stage-V-emissienormen die leiden tot een emissiereductie bij de binnenvaart en mobiele werktuigen. De resterende reductie is het gevolg van de strengere CO₂-norm voor personenauto's in 2025 die naar verwachting leidt tot een kleine daling van het aantal benzineauto's in het wagenpark in 2030. Omdat benzineauto's aanzienlijk hogere NMVOS-emissies hebben dan dieselauto's, heeft een verandering in de geraamde brandstofmix in 2030 veel invloed op de geraamde NMVOS-emissie.

De NMVOS emissies van de zeescheepvaart blijven naar verwachting constant tussen 2013 en 2030 op 3,1 kiloton. De groei van de vervoersvolumes wordt gecompenseerd door een iets schonere vloot in 2030.

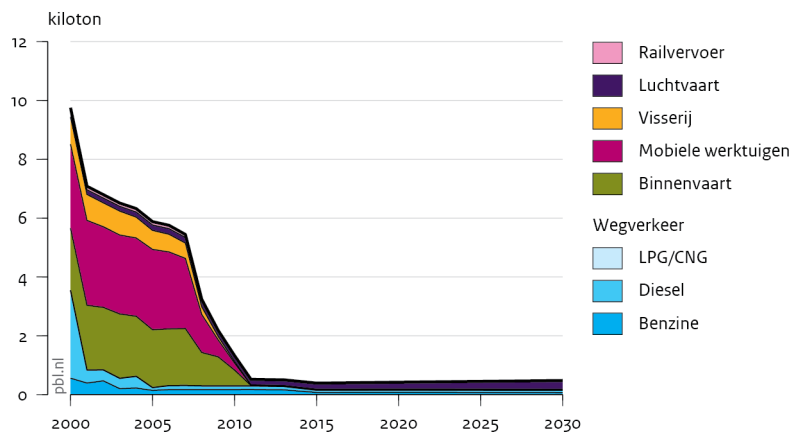
4.4.4 Ramingen uitstoot SO₂

De uitstoot van zwaveldioxide (SO₂) hangt rechtstreeks samen met het zwavelgehalte in de brandstof, dat bij verbranding als SO₂ wordt geëmitteerd. Door de verplichte toepassing van zwavelvrije brandstof voor wegverkeer, binnenvaart, mobiele werktuigen en railvervoer is de SO₂-emissie van verkeer en vervoer sinds 2000 sterk gedaald, zoals blijkt uit Figuur 4.9. Verkeer en vervoer is daardoor inmiddels een kleine bron van SO₂-emissies in Nederland. In de ramingen blijft dat zo: de emissie in 2030 is geraamd op 0,5 kiloton. Alleen in de luchtvaart is het gebruik van zwavelvrije brandstof nog niet verplicht. De luchtvaart is daarmee de belangrijkste bron van SO₂-emissie binnen verkeer en vervoer, zoals blijkt uit Figuur 4.9. Desondanks is ook de SO₂-uitstoot van de luchtvaart gering.

Figuur 4.9

SO₂-emissie verkeer en vervoer (fuel sold)

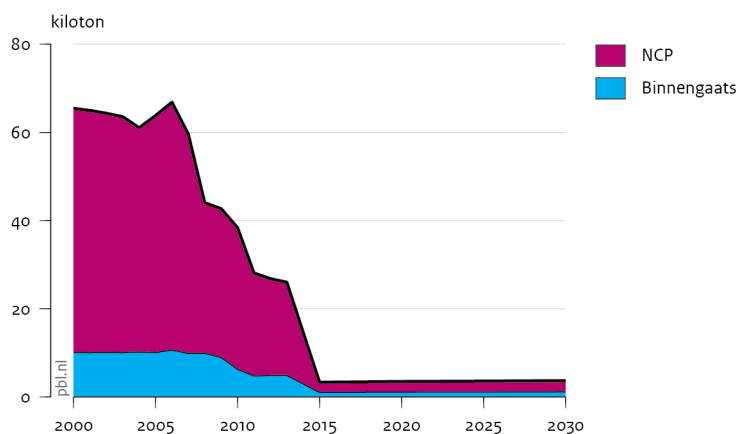
Vastgesteld beleid



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

Figuur 4.10

SO₂-emissie zeescheepvaart



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

In de zeescheepvaart mag nog wel zwavelhoudende brandstof worden toegepast. Op de Noordzee is echter een zogenoemde *SO_x Emission Control Area (SECA)* van kracht. In deze SECA gelden strengere eisen aan het zwavelgehalte van de brandstoffen dan daarbuiten. Begin 2015 zijn de zwavelnormen op de Noordzee aangescherpt, waardoor de SO₂-emissie vanaf 2015 flink omlaag gaat (Figuur 4.10). De emissies dalen in 2015 tot 3,3 kiloton en stijgen vervolgens licht tot 3,7 kiloton in 2030. De zeevaart is daarmee de modaliteit met de grootste SO₂-emissie binnen verkeer en vervoer, hoewel deze emissie niet tot het nationale totaal wordt gerekend. Ook de PM_{2,5}-emissie van de zeescheepvaart valt lager uit door het lagere zwavelgehalte van de brandstoffen.

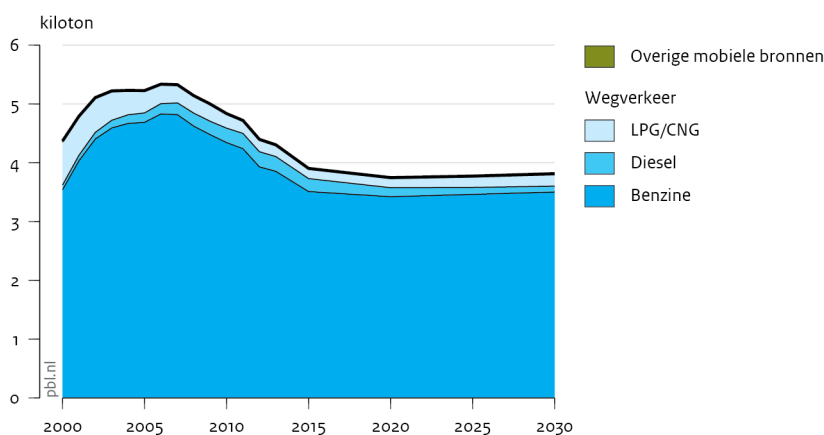
4.4.5 Ramingen uitstoot NH₃

Verkeer en vervoer levert een kleine bijdrage aan de NH₃-emissies in Nederland. In 2013 was de sector goed voor 3% van het nationaal totaal. De NH₃-emissie van verkeer en vervoer is tussen 2000 en 2007 gestegen. De belangrijkste bron van NH₃-emissies zijn benzineauto's met driewegkatalysator. Omdat achtereenvolgende generaties van benzineauto's een

steeds lagere NH₃-emissie per voertuigkilometer hebben, is de NH₃-emissie de afgelopen jaren weer gedaald (Figuur 4.11). Naar verwachting neemt de NH₃-emissies tot 2020 nog iets verder af door de verdere uitstroom van de eerste generatie benzineauto's met drieweg-katalysator uit het wagenpark. Na 2020 daalt de NH₃-emissie per kilometer van het wagenpark nauwelijks meer en neemt de NH₃-emissie weer heel licht toe door de stijgende verkeersvolumes.

Figuur 4.11

NH₃-emissie verkeer en vervoer (fuel sold)



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

4.5 Belangrijkste verschillen met de NEV 2014

In de NEV 2015 zijn het energiegebruik en de CO₂-emissie in 2020 hoger dan vorig jaar in de NEV 2014 is geraamd. Deze toename zit vooral bij het personenautoverkeer en bij de scheepvaart. De toename van het geraamde energiegebruik van personenauto's wordt veroorzaakt door exogene ontwikkelingen en veranderingen in het beleid. Ten eerste zijn de olieprijsen tot 2020 in de NEV 2015 lager geraamd dan in de NEV 2014, en wordt in de NEV 2015 een sterkere groei van de besteedbare inkomens verwacht tot 2020. Beide factoren leiden tot een sterkere groei van het wagenpark en het autogebruik en daarmee van het energiegebruik. Ten tweede worden er door het verdwijnen van het 14 procent-bijtellingsstarief vanaf 2016 minder zeer zuinige zakenauto's verkocht dan vorig jaar is geraamd. Ook dit leidt tot een hogere raming van het energiegebruik in 2020.

Het energiegebruik en de CO₂-emissie van de scheepvaart zijn hoger geraamd dan in de NEV 2014 omdat in de NEV 2015 een nieuwe emissiebron is meegenomen: 'werk op zee'. Deze bron is bij de revisie van de Energiebalans toegevoegd aan het binnenlands verbruik van de scheepvaart (CBS 2015b), en was de afgelopen jaren goed voor een energiegebruik van circa 5 à 6 petajoule en een CO₂-emissie van circa 0,4 megaton.

De toename van het geraamde energiegebruik en de CO₂-uitstoot door personenautoverkeer en de scheepvaart wordt grotendeels gecompenseerd door een afname die het gevolg is van twee factoren. Ten eerste is het energiegebruik van het vrachtverkeer over de weg lager geraamd dan vorig jaar. Dit is het gevolg van een lagere raming van de volumegroei in combinatie met een verwachte verbetering van de efficiency in het goederenvervoer, mede onder invloed van het Lean and Green programma en de Topsector Logistiek. Dit wordt toegelicht in hoofdstuk 6. Ten tweede zijn de verwachtingen rond het tankgedrag aangepast. Het energiegebruik en de CO₂-emissie van verkeer en vervoer in Nederland worden conform interna-

tionale afspraken berekend op basis van de hoeveelheid brandstof die in Nederland wordt verkocht, zoals is toegelicht in paragraaf 1.3. De brandstofverkopen aan het wegverkeer zijn tussen 2011 en 2014 relatief snel gedaald. Dit is deels het gevolg van de instroom van zuinige auto's in het autopark en de stagnatie van de verkeersvolumes. Ook het tankgedrag van transporteurs is de afgelopen jaren echter veranderd: een steeds groter deel van de internationale vervoerders tankt regelmatig in het buitenland, zo blijkt uit cijfers van TLN en uit de evaluatie van de accijnsverhogingen op diesel en LPG van het Ministerie van Financiën (Min-Fin, 2014). Dit is verwerkt in de NEV 2015, waarbij is verondersteld dat het verschil tussen het brandstofverbruik door het wegverkeer in Nederland en de brandstofverkopen aan het wegverkeer in 2020 en 2030 5 procent kleiner is dan vorig jaar is verondersteld.

5 Personenvervoer over de weg

In dit hoofdstuk worden de ramingen beschreven van het energiegebruik en de emissies door het personenvervoer over de weg. Het overgrote deel van het personenvervoer vindt plaats met personenauto's. Personenauto's leveren dan ook een grote bijdrage aan het energiegebruik en de emissies van de sector verkeer en vervoer. Autobussen, motorfietsen en brommers hebben een kleine bijdrage in de totale verkeersvolumes, maar kunnen wel een wezenlijke bijdrage leveren aan de uitstoot van sommige luchtverontreinigende stoffen, met name binnenstedelijk.

In paragraaf 5.1 wordt de raming beschreven van de verkeersvolumes. Paragraaf 5.2 beschrijft de raming van de brandstofmix en de brandstofefficiëntie van nieuwe personenauto's. In paragraaf 5.3 worden de ramingen beschreven van de omvang en de samenstelling van het personenautopark en -verkeer. In paragraaf 5.4 en 5.5 worden vervolgens de ramingen gepresenteerd van het energiegebruik en de emissies van broeikasgassen respectievelijk de emissies van luchtverontreinigende stoffen door het personenautoverkeer. Paragraaf 5.6 behandelt de ramingen voor de autobussen en paragraaf 5.7 de ramingen voor motorfietsen en bromfietsen.

5.1 Groei van het personenvervoer in Nederland

Onder invloed van de dalende brandstofprijzen en de aantrekkende economie groeit de personenmobiliteit naar verwachting met circa 10 procent tussen 2013 en 2020. Na 2020 zwakt de groei iets af als gevolg van de oplopende brandstofprijzen en de lagere economische groeiverwachting die in de NEV 2015 zijn gehanteerd. Dit resulteert tussen 2020 en 2030 in een groei van de personenmobiliteit van 7 procent. De grootste groei zit in het spoorvervoer, gevolgd door de auto (Figuur 5.1, pagina 40).

De ontwikkeling van de personenmobiliteit tot 2030 is in de NEV 2015 geraamd met het Landelijk Modelsysteem verkeer en vervoer (LMS). Het LMS is een strategisch verkeers- en vervoermodel voor het personenvervoer in Nederland. Met het model kunnen voor de middellange en lange termijn prognoses worden opgesteld voor het personenvervoer over land. Invoer voor het model zijn onder andere de demografische en sociaaleconomische ontwikkelingen. Deze gegevens worden ruimtelijk verdeeld. Daarnaast houdt het model rekening met ontwikkelingen van het autobezit, de kosten van vervoer en de infrastructuur. De groei van het vrachtvervoer wordt niet gemodelleerd, maar wordt exogeen ingevoerd op basis van analyses met het goederenvervoermodel Basgoed. Het vrachtverkeer over de weg wordt wel toegedeeld aan het wegennet en bepaalt daarmee mede de beschikbare capaciteit van het wegennet voor het personenvervoer.

Ten behoeve van de NEV 2015 zijn met het LMS modelanalyses gedaan voor de zichtjaren 2020 en 2030. De sociaaleconomische invoer voor de modelanalyses is beschreven in paragraaf 2.1 (economie) en 2.3 (demografie). De omvang van het wagenpark is bepaald met Dynamo 3.0 en wordt toegelicht in paragraaf 5.3.3. De ontwikkeling van de brandstofkosten

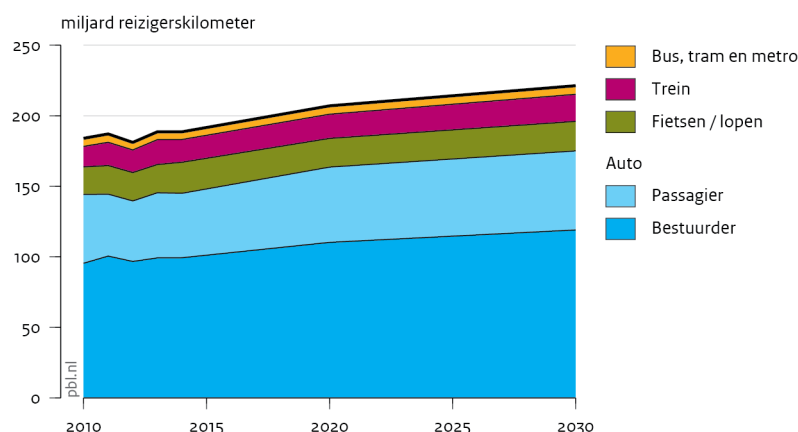
van het personenautoverkeer is eveneens bepaald met behulp van Dynamo 3.0 en is de resultante van enerzijds de ontwikkeling in de brandstofprijzen (paragraaf 2.2) en anderzijds de ontwikkeling van de brandstofefficiënte van het wagenpark (paragraaf 5.2 en 5.3). Onder invloed van het Europese bronbeleid en het fiscale beleid in Nederland wordt het autopark steeds zuiniger. Dit leidt tot een daling van de brandstofkosten per kilometer. In de periode tot 2020 wordt deze daling versterkt door de daling van de pompprijzen. Na 2020 wordt een toename verwacht van de pompprijzen als gevolg van stijgende olieprijsen (paragraaf 2.2). Ondanks dat het wagenpark na 2020 nog wat zuiniger wordt bij vastgesteld beleid, nemen de gemiddelde brandstofkosten toe als gevolg van de stijgende pompprijzen (zie Tabel 5.1).

Tabel 5.1
Invoervariabelen voor LMS-analyses in de NEV 2015 (bij vastgesteld beleid)

Jaar	2010	2020	2030
Omvang autopark (miljoen)	7,7	8,3	8,9
Index brandstofkosten	100	89,2	96,4

Figuur 5.1

Personenmobiliteit



Bron: CBS (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

5.2 Brandstofmix en brandstofefficiency nieuwverkopen

Onder invloed van de Europese CO₂-normering neemt het aanbod van zuinige auto's met een lage CO₂-uitstoot per kilometer toe. Ook zijn hierdoor in de afgelopen jaren steeds meer (semi-)elektrische auto's op de markt gekomen.

5.2.1 Invloed Europese CO₂-normering op autoaanbod in Nederland

Het aanbod van zuinige auto's met lage CO₂-uitstoot zal naar verwachting de komende jaren blijven toenemen onder invloed van de CO₂-norm van 95 g/km die vanaf 2021 geldt. De CO₂-normering heeft niet alleen invloed op de brandstofefficiënte van het autoaanbod, maar ook op de prijzen van nieuwe auto's (en daarmee indirect ook op de prijzen op de tweedehandsmarkt). Beiden zijn weer van invloed op de verkopen van (nieuwe) auto's in Nederland. De invloed van de CO₂-normering op de ontwikkeling van het autoaanbod in Nederland is ten behoeve van de NEV 2015 bepaald door TNO (Ligterink et al., 2015).

TNO geeft in haar studie een overzicht van technologieën die toegepast kunnen worden in verschillende marktsegmenten om de CO₂-uitstoot van de auto's te reduceren. Dit is gedaan voor de periode tot 2021 (onder invloed van de CO₂-norm van 95 g/km) en voor de periode daarna (onder invloed van mogelijke strengere normen). De reductiepotentiëlen en bijbehorende kosten zijn vertaald naar kostencurves, die voor de verschillende autosegmenten de relatie geven tussen het reduceren van de CO₂-uitstoot (in gram per voertuigkilometer) en de kosten die daarmee gepaard gaan. Op basis van de kostencurves kan worden geraamd hoe de CO₂-normering doorwerkt in het autoaanbod, ervan uitgaande dat:

1. Fabrikanten de technische meerkosten om aan de norm te voldoen, minimaliseren over alle autosegmenten (ofwel tegen minimale meerkosten hun doelstelling realiseren);
2. Er geen grote verschuivingen plaatsvinden in de samenstelling van de nieuwverkopen naar grootteklasse en brandstofsoort.

De kostencurves per brandstofsoort en gewichtsklasse zijn niet lineair: de kosten per gram CO₂-emissiereductie lopen op naarmate de CO₂-uitstoot van de auto lager is. Fabrikanten zullen namelijk eerst de goedkoopste technieken benutten om de CO₂-uitstoot te verlagen. Naarmate de norm wordt aangescherpt, is steeds duurdere technologie nodig om de CO₂-uitstoot verder te verlagen. Anders gezegd: voor dezelfde meerkosten kan steeds minder efficiencywinst worden behaald.

Voor plug-in hybriden en elektrische auto's heeft TNO aparte kostencurves opgesteld. Daarmee kan worden bepaald of het voor autofabrikanten vanuit kostenperspectief interessant is om een CO₂-norm te halen met (meer) inzet van deze autotypen, als alternatief voor het verder verlagen van de CO₂-uitstootwaarden van conventionele benzine- en dieselauto's. Deze kostencurves moeten echter als indicatief worden beschouwd en zijn omgeven met grote onzekerheid. In algemene zin komt het beeld naar voren dat het bij de CO₂-norm van 95 g/km in 2021 niet interessant is om op grote schaal in te zetten op de verkopen van plug-in hybriden en elektrische auto's. Bij aanscherping van de norm naar 73 g/km, zoals is verondersteld in de beleidsvariant met voorgenomen beleid, wordt het wel interessant om in bepaalde segmenten een grootschalige(r) inzet van (semi-)elektrische auto's te overwegen.

5.2.2 Nieuwverkopen (semi-)elektrische auto's

Zoals hiervoor is toegelicht leidt de CO₂-norm van 95 g/km voor 2021 naar verwachting nog niet tot substantiële verkoopaantallen van (semi-)elektrische auto's. De nieuwverkopen van (semi-)elektrische auto's zijn daarmee in de komende jaren vooral afhankelijk van het fiscale beleid en de ontwikkeling van het aanbod. PRC (2015) heeft ten behoeve van de NEV 2015 met het CARbonTAX-model analyses gedaan van de verkopen van (semi-)elektrische auto's tot 2020. Uitgangspunt daarvoor is de in de NEV 2015 veronderstelde trendmatige continuering van het fiscale beleid zoals dat in 2016 geldt (zoals is beschreven in paragraaf 3.1.3). In de modelanalyses is gevarieerd met de ontwikkeling van de catalogusprijzen, de batterijcapaciteit en het leeggewicht van de auto's. De uitgangspunten en resultaten zijn beschreven in PRC (2015). PBL heeft op basis van deze analyses een inschatting gedaan van het marktaandeel van (semi-)elektrische auto's in de nieuwverkopen tot 2020. De resulterende marktaandelen zijn weergegeven in Tabel 5.2 (pagina 42).

In 2016 wordt een terugval verwacht van de verkopen van plug-in hybriden als gevolg van de wijzigingen in de fiscale bijtelling die in 2016 van kracht worden. Voor auto's met een CO₂-uitstoot van maximaal 50 g/km gaat de bijtelling omhoog van 7% in 2015 naar 15% in 2016. Bij continuering van dit beleid neemt het marktaandeel van plug-in hybriden naar verwachting na 2016 weer toe naar zo'n 7 procent in 2020. Het marktaandeel van volledig

elektrische auto's groeit naar verwachting van circa 1 procent in 2016 tot 3 procent in 2020. Het marktaandeel van aardgasauto's is geschat op 1 procent in de hele periode 2016-2020.

Tabel 5.2
Marktaandelen van aandrijftechnologieën in nieuwverkopen t/m 2020*

Jaar	2016	2017	2018	2019	2020
Volledig elektrisch	1,1%	1,0%	1,4%	1,9%	3,0%
Plug-in hybriden	2,9%	4,1%	5,3%	6,7%	7,0%
CNG	1%	1%	1%	1%	1%

*) De marktaandelen zijn gebaseerd op trendmatige continuering van het fiscale beleid zoals dat geldt in 2016. De beleidsvoorstellen uit Autobrief II zijn hier niet in verwerkt.

5.2.3 Ontwikkeling brandstofefficiëntie nieuwverkopen in Nederland

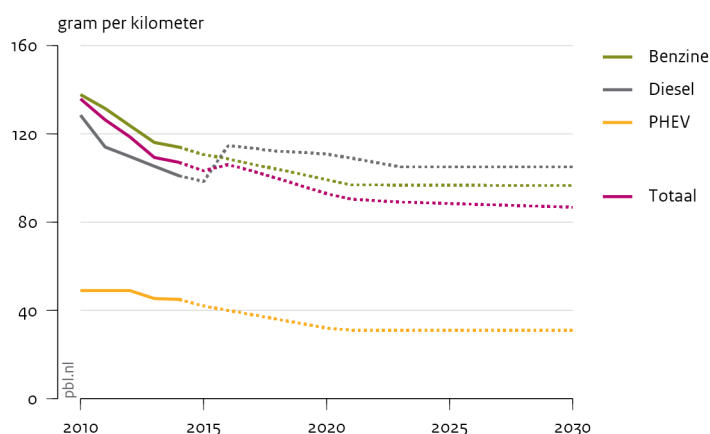
De gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuwe auto's in Nederland neemt naar verwachting af van 107 gram per kilometer (g/km) in 2014 tot 87 g/km in 2021 (Figuur 5.2). Deze afname is het gevolg van de strengere CO₂-norm van 95 g/km die vanaf 2021 geldt. In de jaren daarvoor moet een steeds groter deel van de nieuwe auto's al aan deze norm voldoen, waardoor de CO₂-uitstoot van nieuwe auto's gestaag afneemt richting 2021.

Als gevolg van de veronderstelde continuering van het fiscale beleid uit 2016 ligt de gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuwe auto's in Nederland in de NEV 2015 circa 8 g/km onder de Europese norm. Dit is vooral het gevolg van de relatief hoge verkoopaantallen van plug-in hybriden en volledig elektrische auto's.

Figuur 5.2

CO₂-uitstoot van nieuw verkochte auto's

Op basis van NEDC-test



Bron: RDW, EEA (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

De gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuwe dieselauto's neemt in 2016 toe als gevolg van de wijzigingen in de fiscale bijtelling. Per 2016 komt de 14%-bijtellingscategorie voor zeer zuinige auto's te vervallen. Voor conventionele auto's gelden in 2016 nog twee categorieën in de bijtelling: 21% voor zuinige auto's en 25% voor de overige auto's. Dit leidt ertoe dat er minder zeer zuinige zakenauto's worden verkocht. Omdat het overgrote deel van de nieuwe dieselauto's in de zakelijke markt wordt verkocht, stijgt de gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuwe dieselauto's in 2016. De invloed van de nieuwe bijtellingsregeling voor benzineauto's

is een stuk kleiner. De meeste nieuwe benzineauto's worden juist in de particuliere markt verkocht en daar hebben de wijzigingen in de bijtelling geen invloed. Bovendien bestond het merendeel van zeer zuinige auto's die de afgelopen jaren met 14% bijtelling zijn verkocht uit dieselauto's.

De ontwikkeling van de CO₂-uitstoot van nieuwe auto's in de NEV 2015 is voor de particuliere markt bepaald met Dynamo 3.0. Voor de zakelijke automarkt zijn de resultaten gebruikt van PRC (2015). De ontwikkeling van het autoaanbod is in beide analyses gebaseerd op de inzichten van TNO (Ligterink et al., 2015).

5.2.4 Verschil in CO₂-uitstoot tussen test en praktijk

De Europese CO₂-normen hebben betrekking op de CO₂-uitstoot die wordt gemeten tijdens de typegoedkeuring van nieuwe autotypen. In de praktijk ligt de CO₂-uitstoot per kilometer in het algemeen hoger. Het verschil in brandstofverbruik en CO₂-uitstoot tussen test en praktijk is de afgelopen jaren bovendien groter geworden, zo blijkt uit onderzoek van TNO (Ligterink & Eijk, 2014). Dit beeld wordt bevestigd in internationaal onderzoek van de ICCT (2014) waarin data uit verschillende landen zijn verzameld en geanalyseerd. Het verschil in brandstofverbruik tussen test en praktijk is opgelopen van circa 8 procent in 2001 tot 38 procent in 2013. Deze toename wordt toegeschreven aan een aantal factoren (ICCT, 2014):

- Het toegenomen gebruik van brandstofbesparende technologieën die beter presteren op de testprocedure dan in de dagelijkse praktijk, zoals start-stop systemen.
- Het meer dan voorheen benutten van de 'flexibiliteit' in de Europese testprocedure op basis waarvan het testverbruik wordt bepaald.
- Veranderingen in andere factoren zoals het toegenomen gebruik van airco's en navigatiesystemen. Deze technologie blijft in de testprocedure uitgeschakeld, maar leidt in de dagelijkse praktijk wel tot extra brandstofverbruik.

Specifiek in Nederland worden de grootste verschillen tussen test en praktijk waargenomen bij auto's die net onder de grenzen vallen voor belastingvoordelen. Als gevolg hiervan was de reductie van de CO₂-uitstoot per kilometer van nieuwe auto's in de praktijk in de afgelopen jaren maar ongeveer half zo groot als volgens de officiële typegoedkeuringswaarden. De effectiviteit van het Europese bronbeleid en het fiscale beleid in Nederland was hierdoor ook kleiner dan beoogd.

Het procentuele verschil in brandstofverbruik en CO₂-uitstoot tussen test en praktijk van nieuwe auto's neemt de komende jaren naar verwachting verder toe, naarmate de CO₂-uitstoot in de test verder omlaag gaat (Ligterink et al., 2015). Deze toename is vooral het gevolg van de daling van de testwaarden. Het absolute verschil tussen test en praktijk neemt naar verwachting niet veel meer toe (gemiddeld zo'n 2 g/km tot 2021). Dit is meegenomen in de NEV 2015. De daling van de testwaarden van nieuwe benzine- en dieselauto's tot 2021, zoals weergegeven in Figuur 5.2, leidt in de praktijk dus tot een iets minder sterke daling van de CO₂-uitstoot per kilometer van nieuwe auto's. In de NEV 2015 is in 2020 een verschil verondersteld van circa 40 g CO₂/km tussen de normwaarde en de praktijk voor benzine- en dieselauto's (de daadwerkelijke waarde varieert iets per autotype).

Bij plug-in hybriden is het verschil tussen test en praktijk nu circa 60 tot 80 gram per kilometer. Dit verschil zal de komende jaren naar verwachting juist afnemen tot zo'n 50 à 55 g/km (Ligterink et al., 2015).

In internationaal verband is een nieuwe testprocedure ontwikkeld voor personenauto's, de zogenoemde *Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure* (WLTP). Die moet ertoe leiden dat het verschil tussen test en praktijk kleiner worden dan nu het geval is. De Europese Commissie is voornemens de testprocedure vanaf 2017 te implementeren, maar onder-

handelingen daarover zijn nog gaande. Daarmee is nog onduidelijk hoe de nieuwe testprocedure doorwerkt in de CO₂-normering zelf. In de NEV 2015 is geen rekening gehouden met de nieuwe testprocedure.

5.3 Omvang en samenstelling personenautopark en personenautoverkeer

De omvang en samenstelling van het personenautopark en van het personenautoverkeer op de weg is in de NEV 2015 geraamd met Koterpa (Traa et al., 2014) en Dynamo 3.0 (MuConsult, 2015).

5.3.1 Omvang en samenstelling personenautopark

De omvang van het personenautopark in Nederland groeit in de NEV 2015 van 8 miljoen auto's in 2014 tot 8,3 miljoen auto's in 2020 en 8,9 miljoen auto's in 2030. Tussen 2000 en 2011 groeide het personenautopark in Nederland met gemiddeld 1,7% per jaar (van circa 7 miljoen tot 8 miljoen auto's). De afgelopen drie jaar bedroeg de groei gemiddeld slechts 0,5% per jaar. Dit lagere groeitempo zet in de NEV 2015 door: tussen 2014 en 2020 groeit het personenautopark gemiddeld met 0,6% per jaar en tussen 2020 en 2030 met 0,7% per jaar. De groei is vooral het gevolg van demografische ontwikkelingen en de stijging van de (gemiddelde) huishoudinkomens. De groei van het wagenpark is bepaald met Dynamo 3.0. De werking van Dynamo wordt hieronder toegelicht.

Onder invloed van de veronderstelde continuering van het fiscale beleid zoals dat voor 2016 geldt wordt een verdere groei verwacht van de verkoopaantallen van (semi-)elektrische auto's tot 2020. Dit is hierboven toegelicht. Het totale aantal (semi-)elektrische auto's in het wagenpark is ook afhankelijk van de uitstroom van deze auto's uit het wagenpark. Uit onderzoek van TNO (Ligterink & Cuelenaere, 2014) blijkt dat de export van plug-in hybriden tot 2013 niet wezenlijk afwijkt van de normale export in het zakelijke segment. De exportstroom van elektrische auto's was in 2013 vrij groot in verhouding tot de totale omvang het wagenpark. Voor beide typen auto's gold echter dat er nog relatief weinig auto's op de weg waren in 2013 en er dus ook weinig auto's zijn geëxporteerd. Het is onzeker hoe de export van (semi-)elektrische auto's zich de komende jaren gaat ontwikkelen als die in grotere aantallen uit de leasemarkt beschikbaar gaan komen.

In de NEV 2015 is de uitstroom van plug-in hybriden en elektrische auto's op hetzelfde niveau verondersteld als die van dieselauto's in de jaren 2011-2014. Dat betekent dat na 5 jaar circa een derde van de auto's uit het wagenpark is verdwenen. Na 10 jaar is circa 60 procent uit het park en na 15 jaar ruim 85%. Dit exportscenario ligt in lijn met exportscenario 1 uit de studie van PRC & TNO (2014).

Het aantal plug-in hybriden in het wagenpark groeit – in de variant met het vastgestelde beleid – tot circa 160 duizend auto's in 2020 en 350 duizend auto's in 2030. Het aantal volledig elektrische auto's groeit tot 46 duizend in 2020 en 142 duizend in 2030 en het aantal aardgas (CNG) auto's groeit tot circa 50.000 in 2030.

5.3.2 Omvang en samenstelling personenautoverkeer op de weg

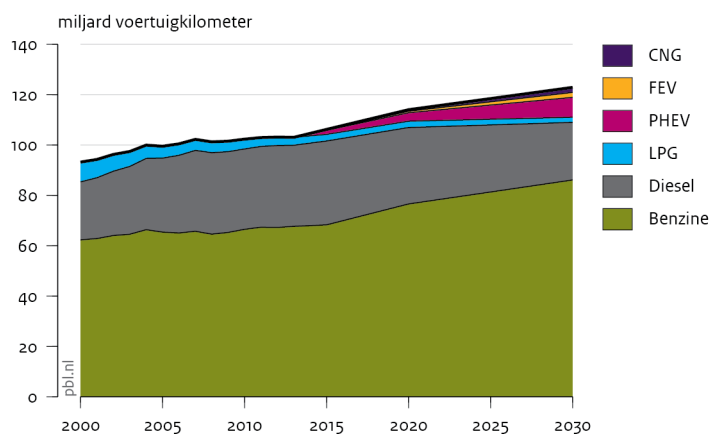
De groei van het personenautoverkeer in de NEV 2015 is bepaald met het LMS. Dit is toegelicht in paragraaf 5.1. Het personenautoverkeer groeit naar verwachting met circa 10 procent tussen 2013 en 2020 en met 8 procent tussen 2020 en 2030. Op de kortere termijn groeit het verkeer wat harder vanwege de aantrekkende economie en de daling van de brandstofprijzen. Figuur 5.3 geeft de ontwikkeling van het personenautoverkeer (totaal autokilometrage op het Nederlandse wegennet) van 2000 tot 2030, uitgesplitst naar brandstofsoort. Het (semi-)elektrische verkeer groeit relatief gezien het snelst, maar in absolute zin zit de groot-

ste groei bij het benzineverkeer. Het aandeel van benzineauto's in het personenautoverkeer op de weg groeit in de NEV 2015 van 66% in 2013 tot 70% in 2030. De opkomst van plug-in hybriden en elektrische auto's gaat in de projecties vooral ten koste van de dieselauto's.

Figuur 5.3

Verkeersvolumes personenautoverkeer

Vastgesteld beleid



Bron: CBS (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

De samenstelling van het wegverkeer naar brandstofsoort en energiedrager is bepaald met Dynamo 3.0. Dynamo modelleert naast de het wagenpark ook de bijbehorende kilometrages. Zoals hiervoor is beschreven is de marktpenetratie van (semi-)elektrische auto's geraamd op basis van analyses van PRC (2015). De resultaten van Dynamo 3.0 zijn hiervoor gecorrigeerd door in de betreffende bouwjaar een deel de marktaandelen van de (semi-)elektrische auto's toe te voegen en de marktaandelen van de conventionele brandstoffen naar rato te verlagen. Dit heeft alleen consequenties voor de samenstelling van het personenautoverkeer. De totale personenautokilometrage is bepaald met LMS.

Voor de periode tot 2020 is de samenstelling van het personenautoverkeer bepaald met Koterpa. In vergelijking met Dynamo bevat Koterpa een gedetailleerde uitsplitsing naar bouwjaar, waardoor vooral de aandelen van oudere auto's (meer dan 15 jaar oud) nauwkeuriger kunnen worden bepaald. Dit is relevant voor de ramingen van de luchtverontreinigende emissies, waar de verschillen in de uitstoot per autokilometer erg groot kunnen zijn tussen moderne en oude(re) auto's. Beide modellen worden hieronder kort beschreven.

5.3.3 Toelichting automarktmodel Dynamo 3.0 en Koterpa

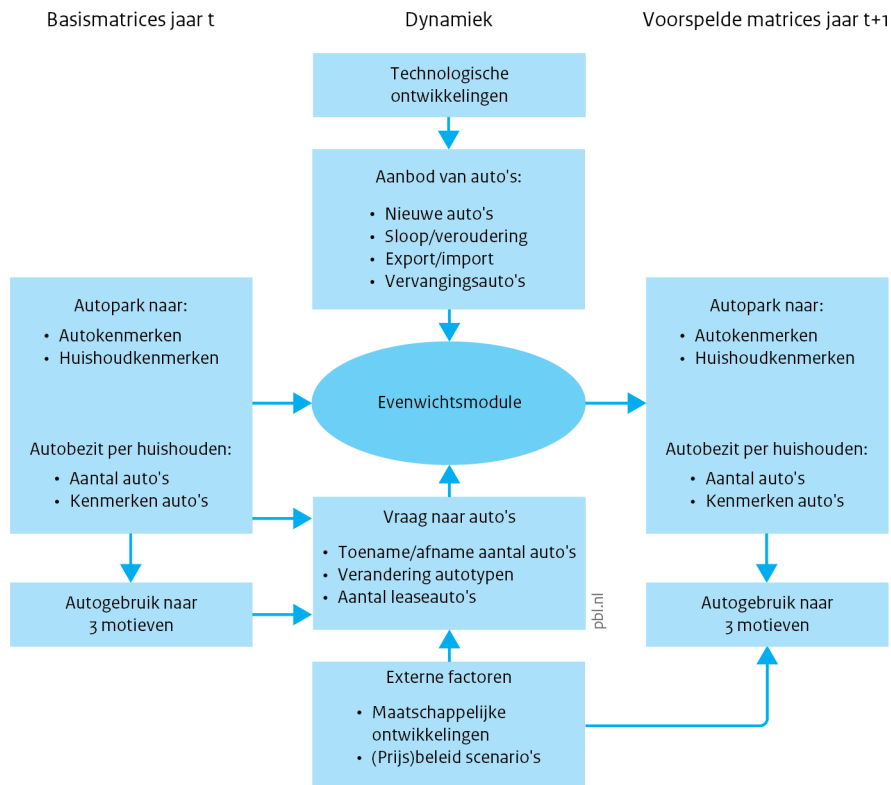
Dynamo is een dynamisch autoparkmodel waarmee de effecten inzichtelijk kunnen worden gemaakt van maatschappelijke en technologische ontwikkelingen en van beleidsmaatregelen op de omvang en samenstelling van het Nederlandse personenautopark. Dynamo modelleert de omvang en samenstelling van het autobezit van huishoudens in Nederland. In versie 3.0 van het model worden 128 huishoudtypen onderscheiden, die zijn beschreven aan de hand van de huishoudgrootte, het aantal werkzame personen, het huishoudinkomen en de leeftijd van het hoofd van het huishouden. Het autopark wordt beschreven aan de hand van 150 autotypen, die zijn beschreven aan de hand van de leeftijd van de auto, de brandstofsoort, het gewicht en de eigendomssituatie (privé of zakelijk).

Figuur 5.4 geeft een schematisch overzicht van de werking van Dynamo. Het model modelleert van jaar op jaar de ontwikkeling van het autopark voor de periode tot 2050. Uitgangspunt is de omvang en samenstelling van het autobezit in jaar t (linkerdeel van de figuur).

Het hart van het model is de evenwichtsmodule, waarin vraag en aanbod in evenwicht worden gebracht via het prijsmechanisme. Het autoaanbod wordt beïnvloed door technologische ontwikkelingen (zoals de Europese CO₂-normering). De vraag is afhankelijk van maatschappelijke ontwikkelingen (bijvoorbeeld de inkomensontwikkeling van huishoudens) en beleidsmaatregelen, bijvoorbeeld ten aanzien van de autogerelateerde belastingen (zoals de mrb, de bpm, de brandstofaccijnzen en de fiscale bijtelling voor zakenauto's). Resultaat van de evenwichtsmodule is het autobezit in jaar t+1 (rechterdeel van de figuur).

Figuur 5.4

Conceptueel model Dynamo 3.0



Bron: MuConsult

Het Kortetermijnramingsmodel voor bezit en gebruik van personenauto's in Nederland (KOTERPA) beschrijft de ontwikkeling van het autopark en het autogebruik naar brandstofsoort en leeftijd (Traa et al., 2014). Met KOTERPA kunnen recente ontwikkelingen in de omvang, samenstelling en het gebruik van het personenautopark worden geanalyseerd en op snelle en eenvoudiger wijze worden vertaald naar prognoses. In vergelijking met Dynamo 3.0 biedt KOTERPA een hogere mate van detaillering in de leeftijdsopbouw van het autopark en het autogebruik. KOTERPA is ontwikkeld voor de ramingen van de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen door het personenautoverkeer. Bij die ramingen zijn de leeftijdsopbouw en de brandstofmix van het personenautoverkeer van groot belang vanwege de grote verschillen in de uitstoot per voertuigkilometer tussen autotypen. Een moderne dieselauto met gesloten roetfilter stoot bijvoorbeeld tot wel 100 keer minder fijn stof uit per kilometer dan een oude dieselauto zonder uitlaatgasbehandeling. Ondanks het relatief lage aantal oude dieselauto's in het Nederlandse wagenpark, zijn oude dieselauto's momenteel toch verantwoordelijk voor een groot deel van de PM_{2,5}-emissie van het personenautopark. KOTERPA is beter dan Dynamo in staat om de samenstelling van het personenautoverkeer op de weg te modelleren naar leeftijd en brandstofsoort op de korte termijn.

5.4 Energiegebruik en CO₂-uitstoot personenautoverkeer

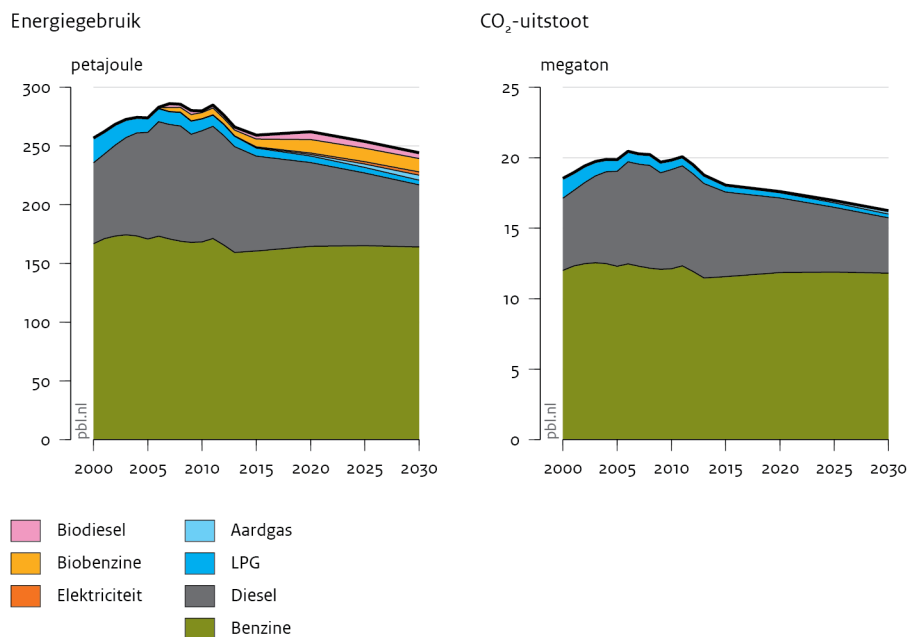
Deze paragraaf beschrijft de ramingen van het energiegebruik en de CO₂-uitstoot door het personenautoverkeer in 2020 en 2030 bij vastgesteld en voorgenomen beleid.

5.4.1 Energiegebruik en CO₂-uitstoot bij vastgesteld beleid

Figuur 5.5 geeft de ontwikkeling van het energiegebruik en de CO₂-emissie van personenauto's bij vastgesteld beleid, uitgesplitst naar energiedragers. Het overgrote deel van het personenautopark in Nederland bestaat uit benzineauto's. Benzine is dan ook veruit de belangrijkste energiedrager binnen het personenautoverkeer. Bij vastgesteld beleid wordt verwacht dat het energiegebruik van het personenautoverkeer stabiliseert tot 2020 en daarna licht afneemt. In de komende jaren wordt de instroom van zuinige auto's in het wagenpark (als gevolg van de CO₂-normering en het fiscale beleid) gecompenseerd door de verwachte groei van de verkeersvolumes. Na 2020 zwakt de groei van de verkeersvolumes af, waardoor het energiegebruik per saldo licht daalt.

Figuur 5.5

Energiegebruik en CO₂-uitstoot van personenautoverkeer (vastgesteld beleid)



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

Het benzineverbruik van het personenautoverkeer wijzigt nauwelijks tot 2030, terwijl het dieserverbruik naar verwachting daalt. De inzet van biobrandstoffen neemt toe tot 2020 en blijft daarna stabiel. Het elektriciteits- en aardgasverbruik in het personenautoverkeer groeit relatief hard, maar in absolute zin is de bijdrage in het finale energiegebruik gering tot 2030.

De ontwikkeling van de CO₂-emissie van het personenautoverkeer volgt die van het energiegebruik, behalve voor elektriciteit (geen uitlaatgassen dus geen CO₂-emissie binnen de sector verkeer) en biobrandstoffen (CO₂-emissie telt niet mee voor het nationale emissietotaal). Omdat de inzet van biobrandstoffen toeneemt tot 2020, daalt de CO₂-emissie van personenautoverkeer wel, ondanks dat het energiegebruik min of meer stabiel blijft.

5.4.2 Effect van voorgenomen beleidsmaatregelen op energiegebruik en CO₂-uitstoot

Het voorgenomen beleid voor personenauto's leidt na 2020 tot een iets snellere daling van het geraamde energiegebruik en de CO₂-emissie dan bij vastgesteld beleid. De veronderstelde aanscherping van de CO₂-norm voor nieuwe personenauto's naar 73 g/km in 2025 leidt tot een zuiniger wagenpark en een snellere instroom van (semi-)elektrische auto's. Het energiegebruik van personenauto's ligt hierdoor in 2030 circa 4% lager dan met vastgesteld beleid en de CO₂-emissie ligt circa 5% lager. In Tabel 5.3 worden het energiegebruik en de CO₂-emissie in de twee beleidsvarianten weergegeven.

Tabel 5.3

Ramingen van energiegebruik en CO₂-emissie van het personenautoverkeer

Brandstof	Energiegebruik (PJ)				CO ₂ -emissie (megaton)			
	2020		2030		2020		2030	
	V	VV	V	VV	V	VV	V	VV
Benzine	176	172	175	159	11,8	11,6	11,8	10,7
Diesel	78	80	58	63	5,3	5,5	3,9	4,3
LPG/CNG	6	5	4	3	0,4	0,4	0,5	0,4

5.5 Emissies van luchtverontreinigende stoffen

Naast het energiegebruik en de CO₂-uitstoot van het personenautoverkeer zijn ook ramingen gemaakt van de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen. Deze ramingen worden hier toegelicht.

5.5.1 Emissiefactoren voor personenauto's

De emissiefactoren voor de uitlaatemissies van luchtverontreinigende stoffen door het wegverkeer zijn door TNO vastgesteld met het model VERSIT+ (Ligterink & De Lange 2009a). VERSIT+ is een statistisch model waarmee emissiefactoren kunnen worden berekend voor verschillende voertuigtypen en verkeerssituaties. Het model is gebaseerd op resultaten van meer dan 20.000 emissiemetingen aan meer dan 3.000 verschillende voertuigen, die de afgelopen decennia zijn uitgevoerd in Nederland. Binnen het personenautopark wordt onderscheid gemaakt naar brandstofsoorten en milieuklassen (gerelateerd aan de emissienormen en de aanwezigheid van bepaalde nabehandelingstechnologieën, zoals roetfilters). De emissiefactoren zijn gespecificeerd naar de drie wegtypen die in de emissieberekeningen worden onderscheiden. Dit zijn stadswegen, snelwegen en overige wegen buiten de bebouwde kom. De emissiefactoren zijn gepubliceerd in Klein et al. (2015).

Dieselgate: NO_x-emissies van dieselauto's in de praktijk

In september 2015 bleek dat Volkswagen illegale software heeft gebruikt in hun dieselauto's om aan de Amerikaanse milieunormen voor uitstoot van NO_x te voldoen. De NO_x-emissie lag hierdoor in de praktijk aanzienlijk hoger dan de emissienorm. De emissiefactoren van personenauto's worden in Nederland sinds jaar en dag bepaald op basis van praktijkmetingen. TNO voert jaarlijks in het zogenoemde Steekproefcontroleprogramma praktijkmetingen uit aan verschillende typen wegvoertuigen, waaronder moderne dieselpersonenauto's. Uit dit onderzoek blijkt dat nieuwe dieselauto's in de afgelopen twee decennia in de praktijk nauwelijks minder NO_x zijn gaan uitstoten, ondanks een forse aanscherping van de Europese emis-

sienorm voor NO_x. De uitstoot van moderne Euro-5 dieselpersonenauto's ligt in de praktijk tot wel vijf à zes keer hoger dan de normwaarde. Deze inzichten zijn verwerkt in de emissiefactoren die door TNO zijn vastgesteld en zijn gebruikt in voor de emissieramingen in de NEV 2015. Dieselgate heeft daarom niet geleid tot bijstelling van de geraamde NO_x-emissies door personenauto's.

De PM_{2.5}-emissiefactoren voor de slijtage van banden, remmen en het wegdek zijn afkomstig uit de Emissieregistratie (Klein et al. 2015). Ook de emissiefactoren voor NMVOS uit verdamping van benzine zijn ontleend uit de EmissieRegistratie. De SO₂-emissies van het personenautoverkeer worden berekend op basis van het brandstofverbruik en het zwavelgehalte van de brandstof. In de Europese 'Fuel Quality Directive' (Richtlijn 98-70-EG, EC (1998)) is vastgelegd dat benzine en diesel voor het wegverkeer vanaf 2009 zwavelvrij moeten zijn: het zwavelgehalte mag niet meer bedragen dan 10 parts per million. De SO₂-emissie van het wegverkeer is hierdoor sinds 2010 minimaal.

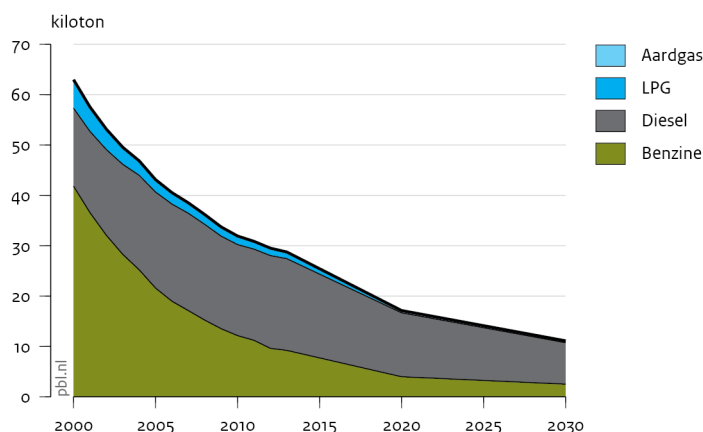
5.5.2 Luchtverontreinigende emissies personenauto's bij vastgesteld beleid

De NO_x-emissie van het personenautoverkeer is tussen 2000 en 2013 grofweg gehalveerd van 63 naar 29 kiloton en daalt bij vastgesteld beleid verder tot 17 kiloton in 2020 en 11 kiloton in 2030 (Figuur 5.6). Dit is vooral het gevolg van het steeds schoner wordende benzineautopark. In Figuur 5.7 is de NO_x-emissiefactor weergegeven van het benzine- en dieselautopark in Nederland bij vastgesteld beleid (V) en bij voorgenomen beleid (VV). In het jaar 2000 was de gemiddelde NO_x-emissie per kilometer van het benzineautopark gelijk aan die van het dieselautopark. Door de driewegkatalysator is de NO_x-emissie van nieuwe benzineauto's sinds begin jaren 90 echter erg laag, waardoor ook het wagenpark steeds schoner is geworden naarmate er meer auto's met driewegkatalysator het wagenpark instromen en oude auto's zonder katalysator uit het park verdwijnen door sloop en export. Dit verklaart de snelle daling van de gemiddelde NO_x-uitstoot per kilometer van het benzineautopark.

Figuur 5.6

NO_x-emissie personenautoverkeer

Vastgesteld beleid



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

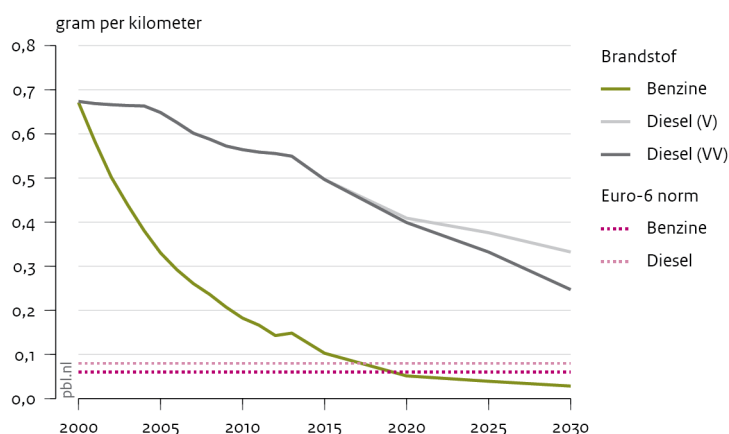
De gemiddelde NO_x-uitstoot van het dieselwagenpark daalt eveneens tussen 2000 en 2030, maar aanzienlijk minder snel dan die van het benzineautopark. De Euro-6-emissienormen voor NO_x zijn eveneens weergegeven in Figuur 5.7. Deze normen gelden voor alle nieuwe

auto's die vanaf september 2015 worden verkocht en liggen voor benzine en diesel praktisch op hetzelfde niveau. In de praktijk ligt de NO_x-uitstoot van Euro-6 dieselauto's echter aanzienlijk hoger dan de emissienorm. Benzineauto's blijven in de praktijk juist ruimschoots onder de norm. In 2030, als het overgrote deel van het wagenpark uit Euro-6 auto's bestaat, ligt de gemiddelde NO_x-uitstoot van benzineauto's op ongeveer 30 milligram per kilometer (mg/km), bij een Euro-6-emissienorm van 60 mg/km. De gemiddelde dieselauto's stoot in de praktijk ongeveer 330 mg/km uit, terwijl de emissienorm 80 mg/km bedraagt.

Figuur 5.7

NO_x-emissiefactor van personenauto's

Vastgesteld (V) en voorgenomen (VV) beleid (wagenparkgemiddelden)



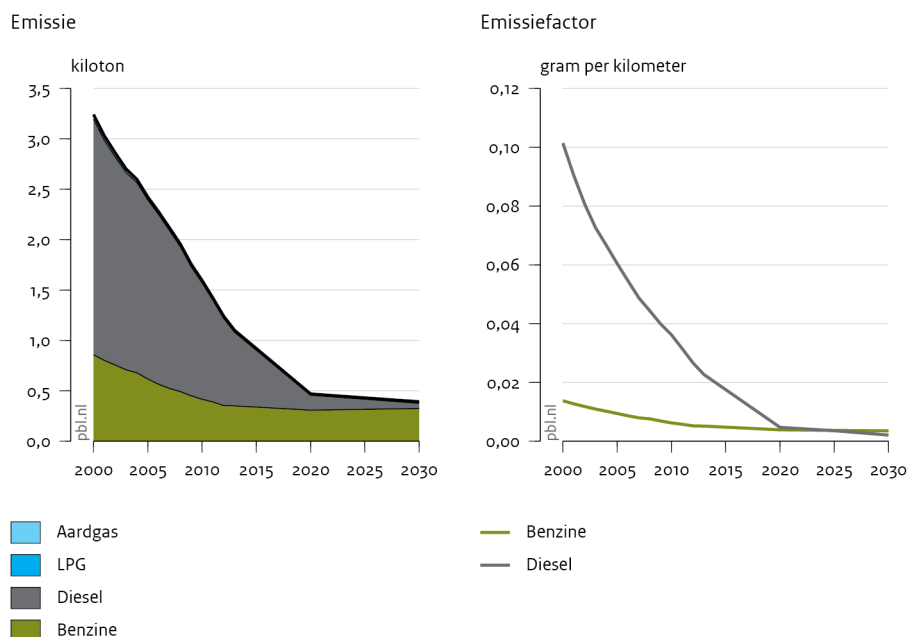
Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

De RDE-regelgeving leidt ertoe dat de NO_x-uitstoot van het dieselwagenpark bij voorgenomen beleid afneemt tot circa 250 mg/km in 2030. De afspraken over de invulling van de RDE-regelgeving die in oktober 2015 zijn gemaakt binnen de EU zijn nog niet verwerkt, zoals is toegelicht in paragraaf 3.3.2. Deze afspraken zijn strenger dan is verondersteld in de NEV 2015, wat resulteert in een lagere geraamde NO_x-emissie van het dieselwagenpark in 2030. Overigens zijn de geraamde praktijkemissies van de Euro-6 dieselauto's die onder de RDE-regelgeving vallen onzeker. Meetprogramma's zullen moeten uitwijzen of de nieuwe testprocedure in de praktijk daadwerkelijk tot (substantieel) lagere NO_x-emissies leidt.

De PM_{2.5}-uitlaatemissie van het personenautoverkeer is afgenomen van 3.2 kiloton in 2000 tot 1.1 kiloton in 2013 en daalt bij vastgesteld beleid naar verwachting tot 0.5 kiloton in 2020 en 0.4 kiloton in 2030. De snelle daling van de uitlaatemissies van PM_{2.5} is het gevolg van het snel groeiende aantal dieselauto's met een roetfilter. Als gevolg daarvan is de gemiddelde PM_{2.5}-emissie van het dieselautopark snel gedaald (Figuur 5.8). Deze daling zet zich tot 2020 door en zwakt daarna af omdat een groot deel van het dieselautopark dan al is uitgerust met een roetfilter.

Figuur 5.8

PM_{2,5}-verbrandingsemmissie en emissiefactor personenauto's



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

De PM_{2,5}-emissie door slijtage van banden, remmen en wegdek van het personenautoverkeer is toegenomen van 240 ton in 2000 naar 270 ton in 2010 en groeit naar verwachting tot 310 ton in 2020 en 330 ton in 2030. Deze toename is het gevolg van de groei in de verkeersvolumes, de slijtage-emissie per gereden kilometer is constant door de jaren heen. Tabel 5.4 geeft de PM_{2,5}-emissies door verbranding en door slijtage. Door de snelle daling van de uitlaatemissie neemt het aandeel van slijtage in de PM_{2,5}-uitstoot toe van 14% in 2010 tot 46% in 2030.

Tabel 5.4
PM_{2,5}-emissie personenautoverkeer 2000-2030

Jaar	2000	2010	2020	2030
Uitlaatemissie	3,24	1,60	0,47	0,39
Slijtage van banden, remmen en wegdek	0,24	0,27	0,31	0,33
Totaal	3,48	1,87	0,78	0,72
Aandeel slijtage in totaal	7%	14%	39%	46%

Het personenautoverkeer is binnen de sector verkeer en vervoer de belangrijkste bron van NMVOS- en NH₃-emissies, alhoewel de aandelen in het nationale totaal gering zijn (Smeets et al., 2016). Beide stoffen zijn hoofdzakelijk afkomstig van benzineauto's. De introductie van de driewegkatalysator heeft ertoe geleid dat de NMVOS-emissie van het personenautoverkeer snel is gedaald tussen 2000 en 2013. In 2000 was de emissie circa 30 kiloton. Naar verwachting daalt de emissie tot 2020 verder, maar stabiliseert die daarna op circa 13 kiloton (Tabel 5.5.). Het overgrote deel van het benzineautopark is dan inmiddels uitgerust met een driewegkatalysator waardoor de uitstoot van de nieuwe auto's die in het

park komen niet veel lager meer ligt dan van de oude(re) auto's die uit het park gaan. In combinatie met de verwachte groei van het verkeersvolume leidt dit tot stabilisatie van de emissies.

Tabel 5.5
Ramingen NMVOS, SO₂ en NH₃-emissies personenautoverkeer (in kiloton)

	2020		2030	
	V	VV	V	VV
NMVOS-emissie	13,2	13,1	13,5	12,9
SO ₂ -emissie	0,1	0,1	0,1	0,1
NH ₃ -emissie	3,7	3,6	3,8	3,7

De NH₃-emissie van het personenautoverkeer is toegenomen tussen 2000 (4 kiloton) en 2005 (5 kiloton) en vervolgens weer afgenomen. Ook voor NH₃ wordt tot 2020 een kleine daling verwacht van de emissie, waarna die tot 2030 stabiliseert (Tabel 5.5). De NH₃-emissie van het personenautoverkeer is hoofdzakelijk afkomstig van benzineauto's met katalysator. Door de snelle groei van het aantal auto's met katalysator sinds het begin van de jaren 90 is de NH₃-emissie van het personenautoverkeer tot 2005 toegenomen. Omdat de NH₃-emissie van nieuwe generaties benzineauto's weer is afgenomen ten opzichte van de eerste generaties benzineauto's met katalysator is de NH₃-emissie van het benzineautopark na 2005 weer gaan dalen. Deze daling zet zich tot 2020 voort door de (verdere) uitstroom van de eerste generaties benzineauto's met katalysator uit het wagenpark. Ná 2020 wordt het autopark nauwelijks nog schoner, waardoor de totale NH₃-emissie weer gaat stijgen door de stijgende verkeersvolumes.

5.5.3 Effect van voorgenomen beleidsmaatregelen op emissies van luchtverontreinigende stoffen van het personenautoverkeer

De introductie van de nieuwe testprocedure voor personenauto's (RDE-regelgeving), die in de NEV 2015 als voorgenomen beleid is meegenomen, leidt tot een snellere daling van de NO_x-emissie van het dieselautopark. Op basis van de aannames die in de NEV zijn gedaan over de RDE-regelgeving, zoals beschreven in paragraaf 3.3.2, leidt de strengere testprocedure bij het personenautoverkeer in 2030 tot een emissiereductie van circa 2 kiloton NO_x. De ramingen voor NMVOS, SO₂ en NH₃ van het personenautoverkeer zijn weergegeven in Tabel 5.5.

5.6 Autobussen

De bijdrage van autobussen aan het energiegebruik van de sector verkeer en vervoer bedroeg in de afgelopen jaren zo'n 2 procent. Ook de bijdrage aan de emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen door verkeer en vervoer is gering. Lokaal kunnen autobussen wel van wezenlijke invloed zijn voor de binnenstedelijke luchtkwaliteit. In veel gemeenten wordt daarom beleid gevoerd om het autobussenpark te verschoneren.

De projecties voor de kilometrages, het energiegebruik en de emissies van autobussen zijn weergegeven in Tabel 5.6. Voor de ontwikkeling van de kilometrages van lijnbussen en touringcars zijn geen modelanalyses gedaan. De kilometrages van beide groepen waren de afgelopen jaren redelijk constant en zijn in de ramingen gelijk verondersteld aan het laatste historische jaar (i.e. 2013). Het energiegebruik en de emissies van autobussen zijn geraamd

met een rekenmodule die door Den Boer et al. (2014) is ontwikkeld voor het autobussenpark in Nederland. De module is gebaseerd op het huidige bussenpark, uitgesplitst naar lijnbussen en touringcars en naar de verschillende energiedragers die momenteel worden ingezet. Ruim 91 procent van het autobussenpark bestaat uit dieselbussen, maar er reden in 2013 ook circa 700 aardgasbussen en 100 elektrische bussen rond. In de projecties zijn de marktaandeelen van deze energiedragers constant verondersteld.

Tabel 5.6
Verkeersprestaties, energiegebruik en emissies van autobussen in de NEV 2015

		2000	2010	2013	2020	2030
Kilometrage lijnbussen	mln	442	512	505	503	505
Kilometrage touringcars	mln	186	150	136	136	136
Energiegebruik	PJ	9,8	9,2	9,1	9,1	9,1
CO ₂ -emissie	Mton	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
NO _x -emissie	kton	8,3	4,1	3,1	0,9	0,4
PM _{2,5} -emissie	ton	516	95	65	23	15

Over de efficiencyontwikkeling van achtereenvolgende generaties autobussen is weinig bekend. Daarom is voor autobussen in de projecties geen verbetering verondersteld van de brandstofefficiëntie: het brandstofverbruik per voertuigkilometer van nieuwe bussen is constant verondersteld tot 2030. Dit is een onzekere aanname.

De historische trend in de verjonging van het park van touringcars en lijnbussen is in de rekenmodule van Den Boer et al. (2014) trendmatig gecontinueerd tot 2030. Vooral het park van lijnbussen is relatief jong en bovendien worden in concessies vaak aanvullende eisen gesteld aan de milieuprestaties van de in te zetten bussen. De emissies van de huidige generatie Euro-VI bussen blijken in de praktijk een stuk lager dan die van de Euro-V bussen die daarvoor op de markt waren (Kadijk et al., 2015). De uitstoot van luchtverontreinigende stoffen door het bussenpark is hierdoor in de afgelopen jaren snel gedaald. Die daling zet zich voort in de projecties, zoals blijkt uit Tabel 5.6. De emissiefactoren voor de verschillende typen autobussen zijn verkregen van TNO en zijn beschreven in Klein et al. (2015).

5.7 Motorfietsen en bromfietsen

Bromfietsen en motorfietsen zijn binnen de sector verkeer en vervoer een kleine bron van energiegebruik en emissies. Alleen voor NMVOS leveren brom- en motorfietsen een wezenlijke bijdrage aan de landelijke emissietotalen: in 2013 waren ze goed voor 6% van de landelijke NMVOS-emissies (Jimmink et al., 2015). Voor de andere stoffen is de bijdrage van brom- en motorfietsen aan de nationale totalen kleiner dan 1 procent. De kilometrage van brom- en motorfietsen is de afgelopen jaren toegenomen. In de NEV 2015 is verondersteld dat deze trend zich voortzet. Het ontbreekt aan een modelinstrumentarium om de groei van het brom- en motorfietsenpark en -gebruik te ramen. De trends in de kilometrages tussen 2000 en 2013 zijn daarom doorgetrokken tot 2020 en 2030. De resulterende kilometrages zijn weergegeven in Tabel 5.7. Gezien de geringe bijdrage van brom- en motorfietsen aan het energiegebruik en de emissies van verkeer en vervoer is volstaan met een trendextrapolatie om de kilometrages tot 2030 te ramen.

Ondanks de verwachte groei van de kilometrages neemt het energiegebruik en daarmee de CO₂-emissie van brom- en motorfietsen naar verwachting licht af. Ook de emissies van NMVOS en PM_{2,5} nemen naar verwachting verder af als gevolg van het Europese bronbeleid voor gemotoriseerde tweewielers. De NO_x-emissie van brom- en motorfietsen was de afgelopen jaren constant en dat blijft naar verwachting zo tot 2030.

Het energiegebruik en de emissies van brom- en motorfietsen zijn in de NEV 2015 geraamd met een eenvoudig parkmodel dat ten behoeve van de GCN2011 door PBL is ontwikkeld.

Tabel 5.7

Verkeersprestaties, energiegebruik en emissies van brom- en motorfietsen in de NEV 2015

		2000	2010	2013	2020	2030
Kilometrage motorfietsen	mln	2090	2602	2541	2769	2959
Kilometrage bromfietsen	mln	1399	2214	2315	2500	2850
Energiegebruik	PJ	5,4	7,1	6,7	6,6	6,2
CO ₂ -emissie	Mton	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4
NO _x -emissie	kton	0,9	1,2	1,1	1,0	1,1
NMVOS-emissie	kton	19,4	12,3	11,0	9,0	7,7
PM _{2,5} -emissie	ton	289	175	151	102	92

6 Vrachtvervoer over de weg

In dit hoofdstuk worden de ramingen beschreven van het energiegebruik en de emissies door het vrachtvervoer over de weg. Daarbij komen zowel de ramingen van vrachtauto's en trekker-opleggercombinaties als de ramingen voor het bestelautoverkeer aan bod. In paragraaf 6.1 worden de ramingen beschreven van de omvang en samenstelling van de verkeersvolumes. Paragraaf 6.2 beschrijft het energiegebruik en de resulterende CO₂-emissie en paragraaf 6.3 beschrijft de emissies van luchtverontreinigende stoffen.

6.1 Omvang en samenstelling verkeersvolumes

6.1.1 Groei verkeersvolumes

De groei van het goederenvervoer in, van en naar Nederland is ten behoeve van de NEV 2015 door Significance geraamd met het model Basgoed. Met Basgoed kunnen op grond van economische en demografische scenario's goederenstromen worden geraamd voor drie vervoerwijzen: de weg, het spoor en de binnenvaart. Ook raamt Basgoed de groei van de open overslag van goederen in de Nederlandse zeehavens. In de modelanalyses voor de NEV 2015 is rekening gehouden met verwachte ontwikkelingen in de transportmarkt die invloed hebben op de transportkosten en -tijden, en de weerslag die dat heeft op de vervoerwijzekeuze. Voor de infrastructuur zijn alle projecten meegenomen die momenteel in uitvoering zijn of waarvan al een definitief besluit tot aanleg is genomen. Daarnaast zijn ontwikkelingen op het gebied van transportefficiëntie en schaalvergroting meegenomen. De uitgangspunten en resultaten van de modelanalyses voor de NEV 2015 worden in detail beschreven in De Bok & Ruijs (2015).

Gemeten in het aantal vervoerde tonnen groeit het goederenvervoer over de weg tussen 2011 en 2020 met bijna 8%. Tussen 2011 en 2030 bedraagt de groei ruim 18%. Omdat de vervoer efficiëntie in deze periode toeneemt, stijgt het aantal vrachtwagenkilometers op Nederlands grondgebied naar verwachting minder snel met respectievelijk 2% en 7% in 2020 en 2030 ten opzichte van 2011. Deze efficiëntieverbetering is toe te schrijven aan hogere beladingsgraden, het bundelen van goederenstromen en de inzet van langere en zwaardere vrachtwagens onder invloed van onder meer de programma's Topsector Logistiek en Truck van de Toekomst (CPB en PBL 2015).

Bestelauto's worden toegepast voor personen- en voor goederenvervoer. De groei van het bestelautoverkeer is in de NEV 2015 bepaald op basis van de ramingen voor personenvervoer met het LMS en voor goederenvervoer met Basgoed. Het bestelautoverkeer is daartoe uitgesplitst naar verschillende toepassingen en motieven conform de aanpak uit Hoen et al. (2010). De groei van het goederenvervoer per bestelauto is vervolgens bepaald met Basgoed, zoals hiervoor is beschreven. De groei voor de overige doeleinden (zakelijk, woonwerkverkeer en overig) is geraamd op basis van de output van LMS, zoals is beschreven in paragraaf 5.1. De geraamde groei van het bestelautoverkeer bedraagt gemiddeld 1.4% per jaar tussen 2013 en 2020 en 0.8% per jaar tussen 2020 en 2030. Op korte termijn wordt de groei wat hoger geraamd vanwege de aantrekkende economie. De afgelopen jaren is het

verkeersvolume juist teruggelopen door de combinatie van de gewijzigde grijskentekenregeling in 2005 en de economische recessie. De verwachting is dat het effect van de grijskentekenregeling inmiddels vrijwel volledig is opgetreden. In combinatie met de aantrekkende economie wordt daarom tot 2030 een groei verwacht van het bestelautoverkeer.

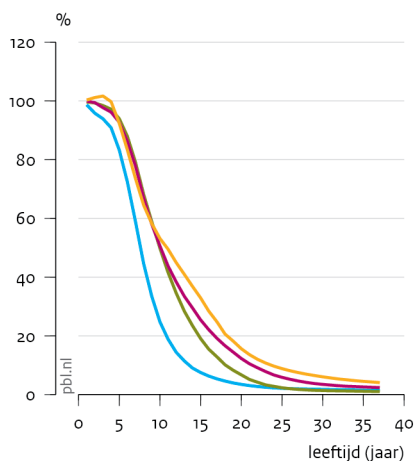
6.1.2 Samenstelling wagenparken en verkeer op de weg

De samenstelling van het vrachtwagenpark in 2020 en 2030 is bepaald met het PBL-model TREVA (Traa 2015). Met dit model kan aan de hand van economische groeipaden worden bepaald hoe de samenstelling van het Nederlandse vrachtautopark zich ontwikkelt als de historische trend zich voortzet. Het model is gebaseerd op uitvalcurves die het tempo beschrijven waarin vrachtauto's uit het park verdwijnen. In Figuur 6.1 zijn de uitvalcurves weergegeven voor de vier categorieën vrachtauto's die in TREVA worden onderscheiden: lichte, middelzware en zware vrachtauto's en trekkers. De uitvalcurve van trekkers daalt sneller dan die van de drie typen vrachtauto's: na 10 jaar is gemiddeld 75 procent van de trekkers van een bepaald bouwjaar alweer uit het Nederlandse wagenpark verdwenen (veelal door export). Trekkers blijven dus minder lang in het Nederlandse wagenpark dan vrachtauto's, wat resulteert in een relatief jong (en dus een relatief schoon) wagenpark.

Figuur 6.1

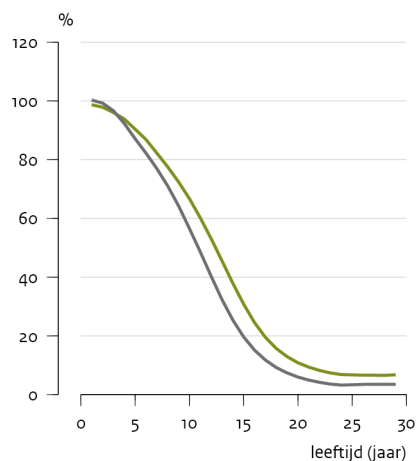
Overlevingskansen naar autoleeftijd

Vrachtauto's



Vrachtauto's
 — Trekkers
 — Zwaar
 — Middelzwaar
 — Licht

Bestelauto's



Bestelauto's
 — Benzine
 — Diesel

Bron: PBL

Het bestelautopark in Nederland is tussen 2000 en 2009 gegroeid van ongeveer 700 duizend auto's naar 880 duizend auto's, maar is sinds de economische recessie in omvang gedaald tot ongeveer 815 duizend auto's in 2014. Door het aantrekken van de economie gaat het park naar verwachting de komende jaren weer groeien tot ruim 900 duizend auto's in 2030. Het park bestaat momenteel voor 95 procent uit dieselauto's. Het aantal benzineauto's is snel teruggelopen sinds 2000 en het aantal elektrische en aardgas (CNG) auto's is gering. Bij het huidige beleid blijft diesel naar verwachting veruit dominant in het bestelautopark. Het aantal plug-in hybriden, CNG en volledig elektrische bestelauto's neemt naar verwachting wel toe tot 2030, maar het aandeel in het park blijft klein.

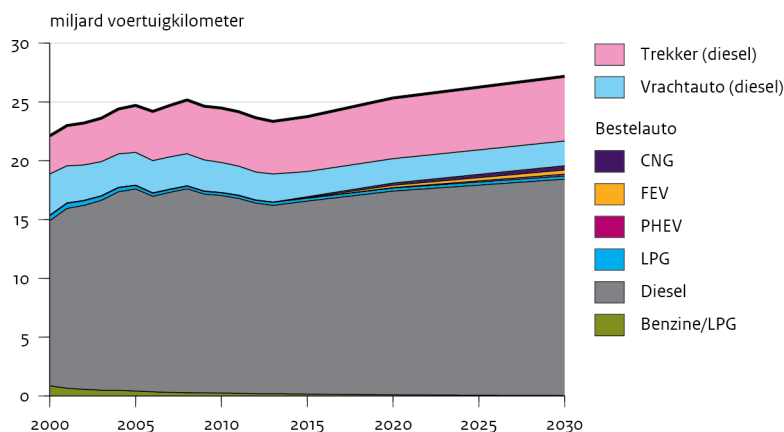
De omvang en samenstelling van het bestelautopark en de samenstelling van het bestelautoverkeer op de weg naar brandstofsoort en leeftijd van het voertuig is geraamd met een trendextrapolatiemodel voor bestelauto's. Dit model is qua opzet vergelijkbaar met het TREVA-model dat voor vrachtauto's en trekkers is gebruikt. Op basis van de historische ontwikkeling van het autopark zijn (gemiddelde) uitvalcurves geraamd voor bestelauto's die afhankelijk van de leeftijd van het voertuig aangeven hoe groot de kans is dat het voertuig in een bepaald jaar uit het park verdwijnt. De resulterende curves zijn weergegeven in Figuur 6.1. Van de nieuwe bestelauto's die in een bepaald jaar zijn verkocht, is na 6 jaar ongeveer 20% weer uit het autopark verdwenen. Na 11 jaar is ongeveer de helft uit het park verdwenen en na 20 jaar is 94% uit het park. Deze uitvalcurves zijn in de NEV 2015 bepaald om de uitstroom van bestelauto's uit het autopark te rammen. Voor (semi-)elektrische auto's zijn nog onvoldoende gegevens beschikbaar over de uitstroom, daarom is voor deze groep dezelfde uitvalcurve gebruikt als voor dieselauto's.

De instroom van nieuwe bestelauto's is voor 2015 geraamd op 70 duizend voertuigen en neemt vervolgens jaarlijks met 1 procent toe. Onder invloed van de Europese CO₂-norm voor nieuwe bestelauto's van 147 g/km in 2020 komen er steeds zuinigere bestelauto's op de markt. Ook neemt het marktaandeel van (semi-)elektrische bestelauto's naar verwachting iets toe. Dit marktaandeel is geraamd op 2% van de nieuwverkopen in 2020 voor zowel plug-in hybriden als elektrische bestelauto's.

De samenstelling van het vrachtauto- en bestelautoverkeer op de weg naar brandstofsoort en leeftijd van het voertuig is bepaald door de geraamde voertuigaantallen te vermenigvuldigen met leeftijd- en technologieafhankelijke jaarkilometrages. Deze jaarkilometrages zijn berekend op basis van historische data van het CBS. Door de geraamde voertuigaantallen per bouwjaar en technologie te combineren met de bijbehorende jaarkilometrages ontstaat een raming van de samenstelling van het verkeer op de weg. Omdat de jaarkilometrages van jonge voertuigen gemiddeld (substantieel) hoger liggen van die van oude(re) voertuigen, is het aandeel van jonge (relatief schone) voertuigen in het verkeer op de weg groter dan het aandeel van die voertuigen in het wagenpark. De verkeersvolumes (naar energiedrager) van het vrachtauto- en bestelautoverkeer zijn weergegeven in Figuur 6.2.

Figuur 6.2

Verkeersvolumes vracht- en bestelauto's



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

6.2 Energiegebruik en CO₂-emissie bestelauto- en vrachtverkeer

6.2.1 Invloed CO₂-normering op de brandstofefficiëntie van bestelauto's

Net als voor personenauto's gelden er ook voor bestelauto's CO₂-normen voor nieuwe voertuigen. In 2017 mag de gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuwe bestelauto's maximaal 175 gram per kilometer (g/km) bedragen in de EU. Vanaf 2020 geldt een norm van 147 g/km. Uit verkoopgegevens van de EEA (2014) blijkt dat de gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuwe bestelauto's in 2013 al op 173 g/km lag in de EU en daarmee (gemiddeld) al onder de norm die in 2017 in werking treedt. In Nederland lag het gemiddelde in 2013 op 174 g/km. De invloed van de norm van 147 g/km die vanaf 2020 geldt, is bepaald op basis van AEA et al. (2009). In die studie is onderzocht hoe de CO₂-normen voor bestelauto's doorwerken op de technologiekeuzes voor verschillende typen bestelauto's. De CO₂-emissiereductie per type bestelauto (testwaarden) uit die studie is in de NEV 2015 toegepast op de verkoopdata voor Nederland uit 2013 van de EEA. Daarbij is aangenomen dat de gemiddelde CO₂-uitstoot in 2020 in Nederland op het niveau van de CO₂-norm uitkomt (i.e. 147 g/km).

Over het verschil in brandstofverbruik en CO₂-uitstoot tussen de normwaarde (test) en praktijk is weinig bekend. In tegenstelling tot personenauto's worden nieuwe bestelauto's niet per definitie als voertuig getest. In sommige gevallen wordt het brandstofverbruik op basis van in de wetgeving voorgeschreven waarden bepaald. Zeker voor grote en zware bestelauto's zijn deze standaardwaarden relatief gunstig. Op basis van de (geringe) inzichten uit meetprogramma's in de praktijk schat TNO dat de praktijkuitstoot van de nieuwe bestelauto's in 2013 op 230 g/km lag, ofwel 56 g/km hoger dan de testwaarde. Het verschil tussen test en praktijk is daarmee voor bestelauto's naar verwachting iets groter dan voor personenauto's. In de NEV 2015 is verondersteld dat het verschil tussen test en praktijk voor zware bestelauto's (gewichtsklasse III) de komende jaren verder toeneemt tot 60 g/km in 2020 onder invloed van de strengere CO₂-norm die in 2020 geldt. Voor lichte bestelauto's is geen verdere toename van het verschil tussen test en praktijk verondersteld en blijft het verschil op 56 g/km.

6.2.2 CO₂-emissiefactoren van het vrachtautopark

Voor vrachtauto's en trekkers zijn er nog geen CO₂-normen van kracht. De energiegebruiksfactoren en CO₂ emissiefactoren per voertuigkilometer voor vrachtauto's en trekkers zijn gebaseerd op onderzoek van CBS en TNO (Willems et al., 2014), waarin historische trends in de voertuigefficiëntie van vrachtauto's en trekkers in kaart zijn gebracht. Daaruit blijkt dat nieuwe vrachtauto's per eenheid vermogen (kWh) weliswaar wat zuiniger zijn geworden, maar dat die winst vrijwel volledig is gecompenseerd door een toename van het gemiddelde motorvermogen van nieuwe vrachtauto's. Per saldo is het brandstofverbruik per voertuigkilometer hierdoor nauwelijks gedaald. In lijn met deze trend is in de NEV 2015 naar de toekomst toe geen ontwikkeling van de voertuigefficiëntie verondersteld.

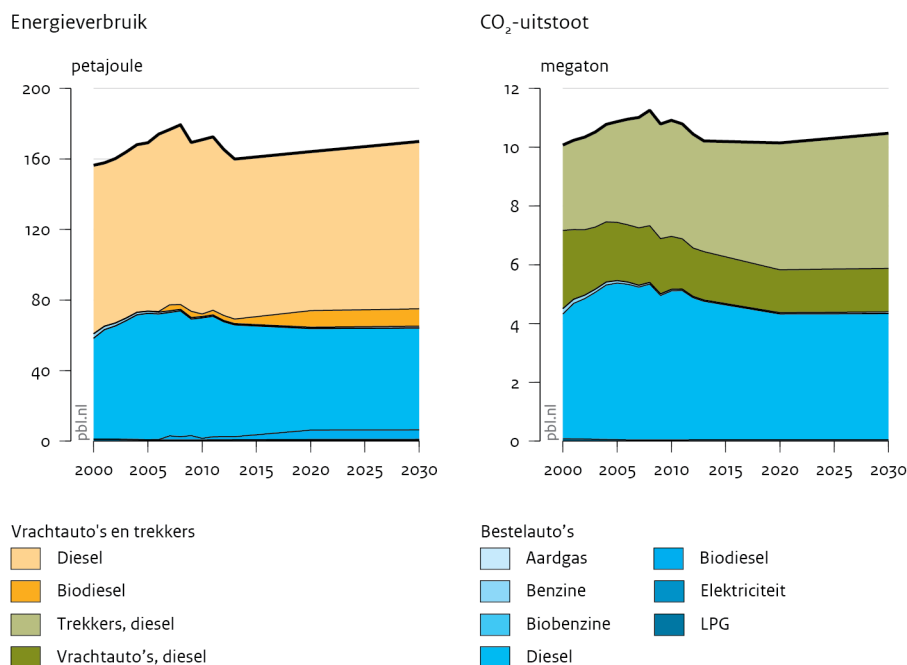
6.2.3 Ontwikkeling energiegebruik en CO₂-uitstoot

Figuur 6.3 geeft de ontwikkeling van het energiegebruik en de CO₂-emissie van bestelauto's, vrachtauto's en trekkers in de NEV 2015, uitgesplitst naar energiedragers. Het overgrote deel van het bestelautopark bestaat uit dieselveertuigen en dus is diesel veruit de dominante energiedrager. Hetzelfde geldt voor vrachtauto's en trekkers. Bij het huidige beleid wordt een lichte afname verwacht van het energiegebruik van bestelauto's tot 2020, waarna het energiegebruik stabiliseert tot 2020. Het energiegebruik van vrachtauto's en trekkers neemt juist licht toe tot 2030 als gevolg van de verwachte groei in de verkeersvolumes. Door de verwachte groei van de inzet van biobrandstoffen blijft de CO₂-uitstoot tot 2020 ongeveer op het niveau van 2013, ondanks een lichte toename van het energiegebruik. Na 2020 is geen

verdere groei verondersteld van het aandeel biobrandstoffen, waardoor de ontwikkeling van de CO₂-emissie in lijn ligt met die van het energiegebruik.

Figuur 6.3

Energiegebruik en CO₂-uitstoot vracht- en bestelauto's



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

6.3 Emissies van luchtverontreinigende stoffen

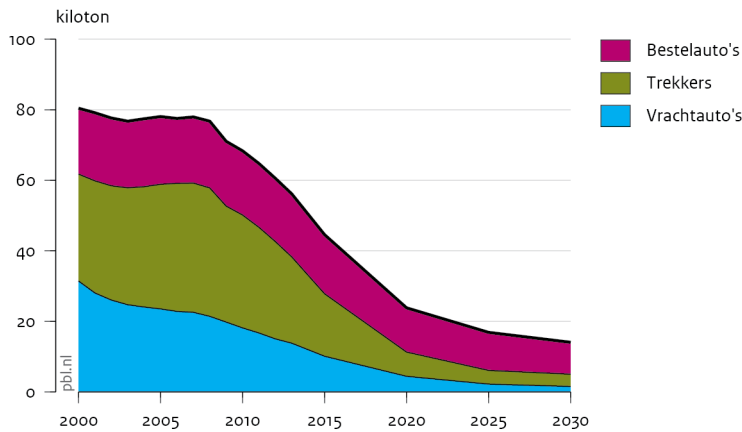
In Figuur 6.4 is de ontwikkeling van de NO_x-emissie van bestelauto's, vrachtauto's en trekkers in de periode 2000-2030 weergegeven. De NO_x-emissie van vrachtauto's en trekkers is tussen 2000 en 2013 gedaald van 62 naar 38 kiloton en daalt naar verwachting verder tot 11 kiloton in 2020 en 5 kiloton in 2030. Dit is vooral het gevolg van de RDE-regelgeving voor Euro-VI motoren, waardoor de huidige generatie (Euro-VI) vrachtauto's in de praktijk schoon is (Kadijk et al., 2015). De tweede generatie Euro-V vrachtauto's, die sinds 2009 op de markt is gekomen, bleek ook al iets schoner dan de eerste generatie. Dit leidt tot een snelle daling van de gemiddelde NO_x-emissie per voertuigkilometer van het vrachtautopark in Nederland tussen 2010 en 2020 (zoals weergegeven in Figuur 6.5). Omdat het trekkerpark (en in minder mate het vrachtautopark) relatief snel 'verjongt', bestaat in 2020 het grootste deel van de vrachtauto's en trekkers op de weg uit Euro-VI voertuigen en is de NO_x-emissie in de praktijk erg laag.

De NO_x-emissie van het bestelautoverkeer in Nederland is tussen 2000 en 2013 min of meer gelijk gebleven. De lichte groei van het bestelautoverkeer in die periode werd gecompenseerd door het schoner wordende bestelautopark. Bij vastgesteld beleid daalt de NO_x-emissie naar verwachting van 17 kiloton in 2015 tot 9 kiloton in 2030. Dit is het gevolg van de Euro-6 NO_x-emissienorm die sinds 2015 geldt. Deze inschatting is onzeker omdat nog geen metingen zijn verricht aan Euro-6 bestelauto's. Metingen aan de Euro-5 bestelauto's laten zien dat de NO_x-emissie in de praktijk gemiddeld 6 tot 8 keer hoger is dan de Euro-5 emissienorm (Kadijk et al., 2015). Op de rollenbank in het laboratorium voldoen de auto's grofweg aan de norm, maar zodra wordt afgeweken van de voor de typegoedkeuring voorgeschreven test-

omstandigheden neemt de NO_x-emissie fors toe. Naar verwachting ligt de NO_x-emissie van Euro-6 bestelauto's, die vanaf 2015 op de markt komen, in de praktijk wel lager dan die van Euro-5 auto's, maar geldt ook voor Euro-6 bestelauto's dat de NO_x-emissie in de praktijk zonder RDE-regelgeving aanzienlijk hoger blijft dan de norm. De NO_x-emissie van Euro-6 bestelauto's is geraamd op basis van de meetresultaten voor Euro-5 en Euro-6 dieselpersoneelauto's. Bij voorgenomen beleid, waarin de introductie van de RDE-regelgeving is meegenomen, daalt de NO_x-emissie van bestelauto's tot 5 kiloton in 2030.

Figuur 6.4

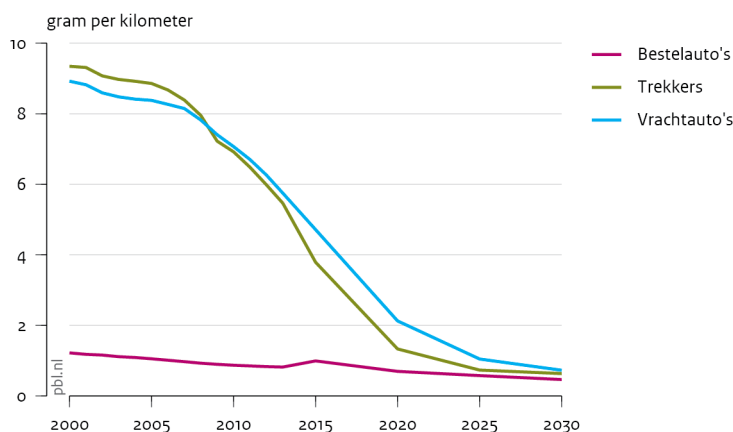
NO_x-emissie van vracht- en bestelauto's (fuel used)



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

Figuur 6.5

Parkgemiddelde NO_x-emissiefactor vracht- en bestelauto's



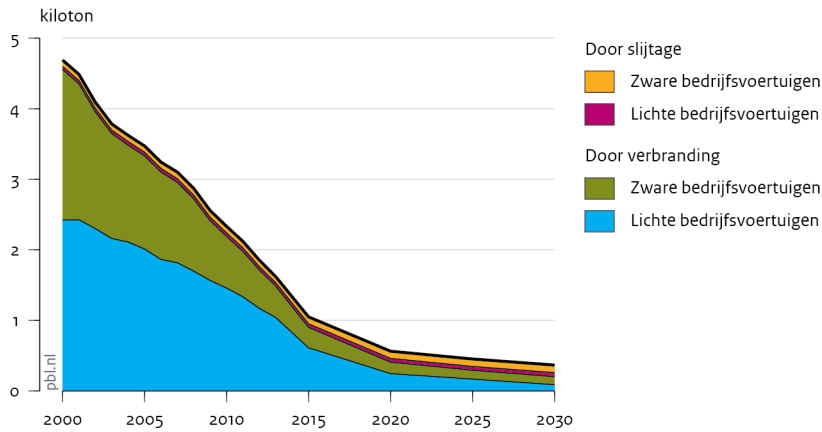
Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

In Figuur 6.6 worden de PM_{2,5}-emissies getoond. Hierbij wordt een andere indeling gebruikt omdat in de historische reeks geen onderscheid is gemaakt tussen bestelauto's, vrachtauto's en trekkers. In plaats daarvan worden de historische reeksen en prognoses getoond van lichte bedrijfsvoertuigen (bestelauto's) en zware bedrijfsvoertuigen (vrachtauto's, trekkers). Ook is een onderscheid gemaakt naar verbrandings- en slijtageemissies van PM_{2,5}. De uitlaatemissies van PM_{2,5} van zowel de lichte als zware bedrijfsvoertuigen zijn tussen 2000 en 2013 snel afgenomen en blijven naar verwachting dalen tot 2030. Het tempo van

die daling zwakt wel af naarmate een steeds groter deel van het wagenpark is voorzien van een roetfilter. De bijdrage van slijtage aan de PM_{2,5}-emissie is in de periode 2000-2013 nog minimaal, maar neemt snel naarmate de uitlaatemissies dalen. In 2030 is de PM_{2,5}-slijtage-emissie naar verwachting even hoog als de uitlaatemissie.

Figuur 6.6

PM_{2,5}-emissie zware en lichte bedrijfsvoertuigen



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

De bijdrage van bestelauto's en vrachtauto's aan de emissies van NMVOS, NH₃ en SO₂ is minimaal. De ramingen voor deze stoffen worden getoond in Tabel 6.1. Voor de volledigheid zijn in de tabel ook de ramingen weergegeven voor NO_x en PM_{2,5}.

Net als voor personenauto's zijn ook de emissiefactoren van luchtverontreinigende stoffen voor bestelauto's, vrachtauto's en trekkers door TNO vastgesteld met VERSIT+. De emissiefactoren zijn te vinden in Klein et al. (2015).

Tabel 6.1**Emissies van vrachtvervoer over de weg bij vastgesteld beleid (in kiloton)**

Modaliteit	Variabele	2000	2010	2013	2020	2030
Bestelauto's	NO _x -emissie	18,7	15,0	13,4	12,5	9,0
	NM _{VOS} -emissie	3,0	0,9	0,7	0,6	0,7
	SO ₂ -emissie	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	NH ₃ -emissie	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Vrachtauto's en trekkers	NO _x -emissie	61,7	50,2	38,2	11,3	5,0
	NM _{VOS} -emissie	3,7	1,6	1,0	0,2	0,1
	SO ₂ -emissie	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NH ₃ -emissie	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
Lichte bedrijfsvoertuigen	PM _{2.5} -emissie	2,5	1,5	1,1	0,3	0,1
Zware bedrijfsvoertuigen	PM _{2.5} -emissie	2,2	0,9	0,5	0,3	0,2

7 Scheepvaart

In dit hoofdstuk worden de ramingen beschreven van het energiegebruik en de emissies van de binnenvaart, de zeescheepvaart, de recreatievaart en de visserij. Niet alle emissies van de scheepvaart worden beleidsmatig aan Nederland toegerekend. Van de broeikasgassen telt alleen de emissie mee van de binnenlandse scheepvaart. Dit zijn alle verplaatsingen met herkomst en bestemming binnen Nederland. De internationale scheepvaart, met aankomst of bestemming buiten Nederland, behoort niet tot de nationale totalen maar valt onder de bunkers. De projecties voor de bunkerbrandstoffen worden beschreven in paragraaf 8.5. Van de luchtverontreinigende stoffen worden alle emissies van de binnenvaart op de Nederlandse wateren aan Nederland toegerekend (tot aan de grens), ongeacht de herkomst en bestemming van de verplaatsing. De emissies van de zeevaart worden niet tot de nationale totalen gerekend, maar zijn wel geraamd voor de Nederlandse binnenwateren en voor het Nederlandse deel van de Noordzee (het NCP) omdat deze van wezenlijk belang zijn voor de luchtkwaliteit in Nederland en dus worden meegenomen in de modellering van de (toekomstige) luchtkwaliteit en depositie van stikstof (Velders et al., 2015). Het energiegebruik en de emissies van de recreatievaart (pleziervaart) en de visserij in en rond Nederland worden volledig meegenomen in de nationale totalen voor energiegebruik, broeikasgassen en luchtverontreinigende emissies.

7.1 Binnenvaart

7.1.1 Volumeprognoses binnenvaart

De volumegroei in de binnenvaart in de periode tot 2030 is ten behoeve van de NEV 2015 geraamd door Significance (De Bok & Ruijs, 2015) met het model BasGoed (Rijkswaterstaat, 2013). Basgoed raamt het aantal vervoerde tonnen in de zichtjaren 2020 en 2030 en heeft als basisjaar 2011. In Tabel 7.1 wordt de geraamde groei van het tonnage in de binnenvaart getoond. De volumeprognoses van Basgoed zijn uitgesplitst naar scheepstypen. Dit sluit aan op het model Potamis dat wordt gebruikt om de vlootsamenstelling te ramen dat gebruik maakt van dezelfde scheepstypen in de vloot.

Tabel 7.1
Transportvolumes in de binnenvaart

	2011	2020	2030
Aantal vervoerde tonnen (miljoen)	342	374	414
Gemiddelde jaarlijkse groei (%; '20/'11 en '30/'20 respectievelijk)		1,1%	1,0%

Over het personenvervoer door passagiers- en veerboten in Nederland (ook onderdeel van de binnenvaart) zijn recentelijk geen nieuwe inzichten beschikbaar gekomen. In de Emissie-registratie wordt het energiegebruik constant verondersteld. Deze aanname is overgenomen in de NEV 2015.

7.1.2 Samenstelling binnenvaartvloot

De volumeprognoses voor de binnenvaart zijn met het model Potamis (Hulskotte, 2014a) vertaald naar ramingen van het energiegebruik en de emissies van de binnenvaart. Potamis (Prognosis Of Transport Air emissions Model of Inland Shipping) modelleert de samenstelling

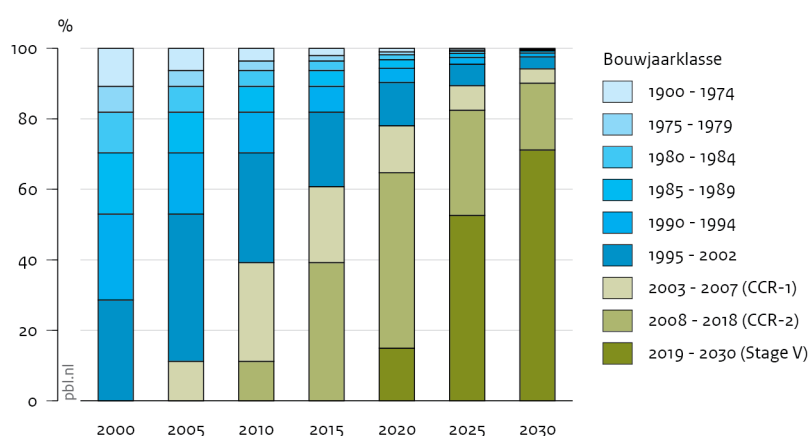
van de binnenvaartvloot tot 2030 naar bouwjaren en bijbehorende milieuwetgevingsklassen. Ook modelleert het model de verbetering van de efficiëntie van de schepen als gevolg van efficiënter scheepsontwerp en schaalvergroting van de vloot.

Voor de vlootsamenstelling gebruikt Potamis een Weibull-verdeling met aannames over de uitval van oude schepen en de introductie van nieuwe schepen of nieuwe scheepsmotoren in de vloot. De samenstelling van de binnenvaartvloot in Potamis naar bouwjaarklassen en emissienormering (in de voorgenoemen beleidsvariant) is weergegeven in Figuur 7.1. In het voorgenoemen beleid is de introductie van de Stage-V emissienormen meegenomen. In 2020 maken deze schepen een klein deel uit van de vloot, maar in 2030 is het aandeel van Stage-V in de vloot opgelopen tot ruim 70%.

Figuur 7.1

Samenstelling binnenvaart vloot

Aandelen in totaal aantal tonkilometers



Bron: PBL

Schaalvergroting in de binnenvaartvloot

In de afgelopen decennia is het gemiddelde laadvermogen van binnenvaartschepen toegenomen. Dit leidt tot een daling van het brandstofverbruik per vervoerde ton omdat grotere schepen efficiënter zijn per tonkilometer dan kleine schepen. Tijdens de crisisjaren zijn de transportvolumes teruggelopen waardoor een overcapaciteit ontstond in de vloot en de verjonging (en daarmee ook de schaalvergroting) van de vloot stagneerde. Verwacht wordt dat de schaalvergroting in de vloot pas weer verder gaat als de overcapaciteit in de sector is verdwenen (Hulskotte, 2014a). Het is echter vooralsnog onzeker wanneer dat precies is.

Het tempo van schaalvergroting in Potamis is gebaseerd op onderzoek van TNO (Groen & Van Meijeren, 2010). In het model is per type binnenvaartschip een verandering verondersteld tot en met 2030. Het onderzoek van Groen & Van Meijeren (2010) is tot stand gekomen ten tijde van de kredietcrisis en dus zal de in het rapport geschetste prognose van het laadvermogen flink zijn afgezwakt zoals ook door Hulskotte (2014a) wordt voorgelegd. Er is echter geen bron beschikbaar die hier meer inzicht over geeft. Voor de NEV is gekozen een gematigd schaalvergrotingsscenario aan te houden op basis van de data in Groen & Van Meijeren (2010). Dit houdt in dat de prognose van schaalvergroting 50% is afgezwakt.

LNG (Liquified Natural Gas)

Een recente ontwikkeling in de binnenvaart is de introductie van vloeibaar aardgas (Liquified Natural Gas, LNG) als brandstof. LNG is aardgas dat door sterke afkoeling vloeibaar is gemaakt en verbrandt in vergelijking met diesel met minder emissies van CO₂, NO_x en PM_{2,5}.

Potamis heeft de mogelijkheid om te rekenen met verschillende LNG-scenario's, waarbij per jaar een aandeel LNG in de brandstofmix van binnenvaartschepen kan worden aangegeven. De nationale uitrol van LNG in de binnenvaart kent grofweg 3 routes:

1. Marktgedreven. De ontwikkeling van het LNG-gebruik in de binnenvaart gaat gepaard met investeringen variërend van enkele miljoenen euro's tot circa 5 miljoen euro per schip (Brandstofvisie 2014, TNO 2015), bestaande uit aanpassingen in de motor en de uitrusting met een opslagsysteem voor LNG in het schip. Aangenomen wordt daarom dat er vooralsnog geen marktgedreven introductie van LNG plaatsvindt. Om het LNG-gebruik van de grond te laten komen is er ook een infrastructuur nodig voor de distributie van LNG. Er is geen data gevonden die aangeeft dat dit op korte termijn op grote schaal lijkt te gebeuren.
2. Via beleid gericht op introductie van LNG. Er is een Green Deal LNG Rijn & Wadden¹ die zich richt op de vervanging van oliegebaseerde brandstoffen door LNG, de investeringen van overheid en marktpartijen in onderzoek naar infrastructuur voor LNG en demonstratieprojecten op het gebied van LNG en structurele communicatie over voorgaande punten bij relevante spelers. De afspraken in deze Green Deal kunnen echter niet goed vertaald worden in concrete aannames over de marktpenetratie van LNG in de binnenvaart.
3. Via regelgeving op het gebied van luchtkwaliteit of CO₂-uitstoot. Wanneer strikte limieten worden gesteld aan de uitstoot van fijnstof, SO₂ of NO_x zou het voor schippers en rederijen aantrekkelijker kunnen worden te investeren in LNG-schepen dan in nabehandelingstechnieken. Hier zijn echter in dit onderzoek geen aannames over gedaan.

In combinatie met de trage vervangingsnelheid van de binnenvaartvloot is de verwachting dat deze ontwikkelingen in het tijdsbestek tot 2030 niet zullen leiden tot een noemenswaardige bijdrage van het LNG gebruik in de binnenvaart. Er is in de NEV 2015 daarom geen LNG gebruik voor de binnenvaart verondersteld.

7.1.3 Energiegebruik en emissies binnenvaart

In Tabel 7.2 wordt het geraamde energiegebruik van de binnenvaart weergegeven voor zowel de nationale als de internationale binnenvaart (goederenvervoer) als voor de passagiersvaart. Het energiegebruik van de nationale binnenvaart, inclusief werk op zee, blijft redelijk constant op ca 11 petajoule. Het energiegebruik van de passagiersvaart is constant verondersteld op 1,5 petajoule.

Tabel 7.2
Energiegebruik in de binnenvaart (petajoule)

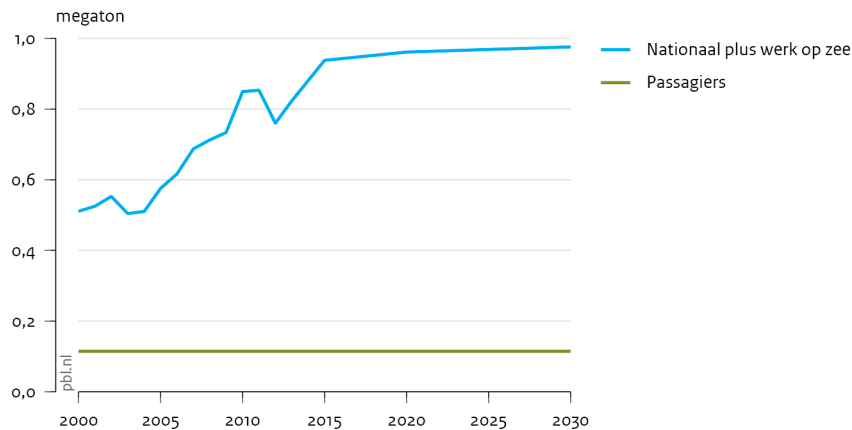
Variabele	2000	2010	2013	2020	2030
Nationale binnenvaart en werk op zee	6,9	11,4	11,1	11,0	11,2
Passagiersvaart	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

De CO₂-emissies van de (nationale) binnenvaart, inclusief passagiers- en veerboten, nemen naar verwachting licht af van 0,9 megaton in 2010 tot circa 0,8 megaton in 2030. De bijdrage van het personenvervoer (passagiers- en veerboten) bedraagt circa 114 kiloton en is constant verondersteld naar de toekomst. De CO₂-emissie van werk op zee bedroeg 0,4 megaton in 2013 en is in de ramingen constant verondersteld. De stijging van de CO₂ uitstoot wordt veroorzaakt door het economische herstel waardoor het aantal vervoerde tonnen toeneemt.

¹ <http://www.greendeals.nl/wp-content/uploads/2015/06/GD124-LNG-Rijn-en-Wadden.pdf>

Figuur 7.2

CO₂-emissie binnenvaart

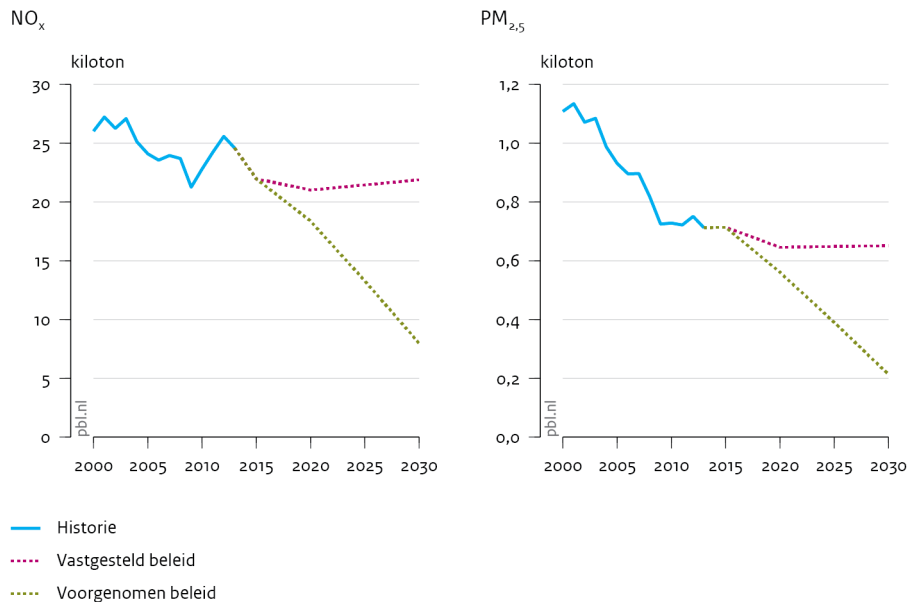


Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

Figuur 7.3 geeft de ontwikkeling van de NO_x- en PM_{2,5}-emissies van de binnenvaart voor de periode 2000-2030 bij vastgesteld beleid (V) en bij voorgenomen beleid (VV). De NO_x-emissies van de binnenvaart in Nederland nemen bij vastgesteld beleid naar verwachting af van 25 kiloton in 2013 tot 21 kiloton in 2020, om vervolgens weer licht toe te nemen tot 22 kiloton in 2030. Hoewel de vloot schoner wordt door de doorwerking van de bestaande emissienormen in de vloot, daalt de NO_x-emissie van de binnenvaart maar langzaam vanwege de groei in de transportvolumes in combinatie met het lage tempo waarin de vloot verjongt.

Figuur 7.3

NO_x- en PM_{2,5}-emissie binnenvaart



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

Het Stage-V-beleidsvoorstel dat als voorgenomen beleid is meegenomen in de NEV 2015 leidt tot lagere NO_x- en PM_{2,5}-emissies van de binnenvaart. De NO_x emissienormen worden verlaagd tot 1,20 g/kWh voor schepen met vermogens tussen 300 en 1000 kW en tot 0,40

g/kWh voor schepen met meer dan 1.000 kW vermogen. Door dit voorgenomen beleid daalt de NO_x-emissie in 2030 tot 8 kiloton. In 2020 is er een verschil tussen de emissie van de Stage V variant met het vastgestelde beleid van 3 kiloton NO_x, dit loopt in 2030 op tot krap 14 kiloton NO_x.

De PM_{2,5}-emissies van het vracht- en passagiersvervoer dalen bij vastgesteld beleid van 0,9 kiloton in 2013 tot 0,7 kiloton in 2020 en stabiliseren daarna. Bij voorgenomen beleid dalen de PM_{2,5}-emissies tot 0,2 kiloton in 2030, zoals blijkt uit Figuur 7.3. Het Commissievoorstel voor Stage-V bevat aanzienlijk strengere emissienormen voor PM dan de normen die momenteel van kracht zijn.

In de variant met vastgesteld beleid dalen de NMVOS-emissies als gevolg van vlootverjonging van 1 kiloton in 2010 tot 0,9 kiloton in 2030. Door het voorgenomen Stage-V-beleid zou de NMVOS-emissie in 2030 op 0,8 kiloton uitkomen. De SO₂-emissie van de binnenvaart is al enkele jaren minimaal door het gebruik van zwavelvrije diesel. Ook de NH₃-emissies van de binnenvaart zijn minimaal. Dit blijft zo in de ramingen. In onderstaande tabel worden de emissies van NMVOS, SO₂ en NH₃ weergegeven.

Tabel 7.3
Geraamde emissies van NMVOS, SO₂ en NH₃ in de binnenvaart (kiloton)

	2020		2030	
	Vastgesteld	Voorgenomen	Vastgesteld	Voorgenomen
NMVOS-emissie	0,94	0,92	0,90	0,81
SO ₂ -emissie	0,01		0,01	
NH ₃ -emissie	0,01		0,01	

N.B: één ingevulde waarde voor beide beleidsvarianten houdt in dat er geen verschil tussen de beleidsvormen is.

7.2 Zeescheepvaart

7.2.1 Volumeprognoses zeescheepvaart

De volumeprognoses voor de zeescheepvaart zijn eveneens geraamd met BasGoed. BasGoed produceert als uitvoer voor de zeevaart het aantal op- en overgeslagen tonnen in de Nederlandse zeehavens per NSTR-categorie². Voor de zeescheepvaart is er geen verfijning naar scheepstype beschikbaar zoals bij de binnenvaart. In Tabel 7.4 worden de geraamde tonnages weergegeven.

Tabel 7.4
Volumeontwikkeling van de zeescheepvaart

	2011	2020	2030
Op- en overslag Nederlandse zeehavens (miljoen ton)	568	671	781
Gemiddelde jaarlijkse groei (%; '20/'11 en '30/'20 respectievelijk)		1,9%	1,5%

² Nomenclature uniforme des marchandises pour les Statistiques de Transport, Révisée, zie <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0425&qid=1441008643818&from=NL>

7.2.2 Prognoses vlootontwikkeling zeevaart in en rond Nederland

Het energiegebruik en de emissies door de zeescheepvaart zijn in de NEV 2015 geraamd met het model POSEIDON (Hulskotte, 2014b). POSEIDON (Prognosis Of Shipping Emissions by Improved enDuring Observation of Navigation) is qua opzet vergelijkbaar met het vlootmodel voor de binnenvaart (Potamis). Het model raamt de samenstelling van de vloot op de Nederlandse wateren naar bouwjaren en bijbehorende milieuwetgevingsklassen. POSEIDON is gebaseerd op AIS³ data van zeeschepen. AIS-data vormen een omvangrijke bron van bewegingen van zeeschepen en daarmee een geschikte bron van de activiteit waarmee historische emissiegegevens kunnen worden berekend. Voor de prognose van de intensiteit van de gevaren kilometers wordt de in paragraaf 7.2.1 beschreven uitvoer van het BasGoed-model gebruikt. Voor de vernieuwing van de vloot gebruikt POSEIDON een Weibull-distributie, gevoed met aannames gebaseerd op de gemiddelde toevoeging van nieuwe schepen en verwijdering van oude schepen over de laatste 12 jaar. Het model geeft verder de mogelijkheid om (nieuwe) ontwikkelingen in de zeevaart mee te nemen in de raming. Deze worden hieronder behandeld, daarbij wordt ook uitgelegd hoe er met deze ontwikkelingen in de NEV 2015 is omgegaan.

Schaalvergroting van zeeschepen

Net als bij de binnenvaart neemt het laadvermogen van het gemiddelde zeeschip toe in de loop der tijd. In POSEIDON wordt hier echter anders mee omgegaan dan in het Potamis: in POSEIDON is het een autonoom proces waarin de gemiddelde schaalvergroting tussen 1972 en 2013 leidend is voor de schaalvergroting in de prognose. De onderliggende aannamen en technische details staan in Hulskotte (2014b). In de ramingen van de NEV 2015 is de schaalvergroting zoals die de afgelopen 40 jaar heeft plaatsgevonden in de vloot trendmatig gecontinueerd tot 2030.

Internationale wetgeving voor energie en emissies zeescheepvaart

POSEIDON bevat alle internationale wetgeving die van invloed is op de emissies van zeeschepen. Voorbeelden hiervan zijn de verordeningen van de IMO (International Maritime Organisation) over het maximale gehalte aan zwavel in diesel- en stookolie. Een belangrijk onderdeel van de wetgeving is het instellen van een SECA – Sulphur Emission Control Area – in de Noordzee, die een maximumgehalte van zwavel in de brandstof van 0,1% oplegt met ingang van 1 januari 2015 óf oplegt dat met nabehandelingstechnieken hetzelfde effect wordt bewerkstelligd. Deze maatregel is meegenomen in de ramingen en leidt tot een forse daling van de geraamde uitstoot van SO₂ en PM_{2.5}.

EEDI – Energy Efficiency Design Index

De *Energy Efficiency Design Index* (EEDI) is wetgeving van de IMO die aan scheepsbouwers oplegt dat bepaalde typen schepen vanaf 2015 qua ontwerp (het specifieke brandstofverbruik in g/kWh) 10% zuiniger met brandstof moeten zijn dan het gemiddelde zeeschip uit de periode 1999 – 2009 (IMO, 2014a). Het gaat hierbij om scheepstypen tankers, bulkcarriers, containerschepen, vrachtschepen voor droge bulk, roll-on-roll-off (RoRo) schepen en *reefers* (schepen die actief hun lading koelen). De eisen aan zuinigheid nemen toe in de komende jaren; vanaf 2020 is de verplichting dat de genoemde schepen 20% zuiniger zijn dan in de referentieperiode, oplopend tot 30% in 2025. De EEDI wetgeving is overgenomen in POSEIDON en wordt dus meegenomen in de ramingen.

Ontwikkeling vaarsnelheden (slow steaming)

Ten tijde van de economische crisis is het aantal vervoerde tonnen gedaald (Hammingh *et al.*, 2012). De reactie hierop van veel rederijen was om schepen langzamer te laten varen. Een lagere vaarsnelheid levert een aanzienlijke besparing op in het brandstofverbruik en dus

³ Automatic Identification System; een systeem dat is ontwikkeld voor de scheepvaart waarmee ze gegevens uitzenden over hun vaartraject, zoals positie en snelheid.

de kosten omdat het energiegebruik met de derde macht afneemt ten opzichte van de daling van de vaarsnelheid (Hammingh *et al.*, 2012). Een bijkomend voordeel is dat de CO₂-uitstoot ook daalt. Nu de economische crisis, de belangrijkste reden om langzamer te varen, aan het verdwijnen is zijn er indicaties dat er langzamer gevaren wordt ten opzichte van de ontwerp-snelheid (Maersk, 2010; Hammingh *et al.*, 2012). Daar tegenover staat dat de ontwikkeling van de ontwerpsnelheid geen significante afname laat zien en voor sommige scheeps- en gewichtsklassen zelfs toeneemt. Het verwachte netto-effect naar de toekomst is dat de vaarsnelheid gelijk blijft. In de ramingen is daarom geen verandering verondersteld van de vaarsnelheden ten opzichte van het basisjaar 2013.

Inzet van LNG voor zeescheepvaart

Zeeschepen kunnen net als binnenvaartschepen gebruik maken van LNG als brandstof, wat leidt tot een lagere CO₂, NO_x, PM_{2,5} en SO₂-uitstoot. Hammingh *et al.* (2012) geven aan dat prognoses over het LNG gebruik in de zeescheepvaart gepaard gaan met een grote onzekerheid; enerzijds zijn er de hoge kosten voor het uitrusten van schepen met geschikte motoren en LNG opslagtanks. Anderzijds kunnen strenge zwavelnormen in brandstof (SECA) prikkelend werken om alsnog over te stappen op LNG. Naar aanleiding van deze argumenten hebben Hammingh *et al.* (2012) in hun prognose aangenomen dat LNG alleen gebruikt wordt in RoRo-, passagiers-, sleep-/bevoorradingsschepen en schepen met een *gross tonnage* onder de 10.000 ton. De auteurs zijn voor de penetratie van LNG in de brandstofmix uitgegaan van de IMO Greenhouse Gas Study uit 2009 (IMO, 2009). In 2014 is er een nieuwe versie van dit rapport verschenen (IMO, 2014b). Hierin is een hoog en een laag scenario uitgewerkt voor het gebruik van LNG in de zeescheepvaart. In het hoge scenario is uitgegaan van de introductie van nieuwe ECA's (Emission Control Areas), wat resulteert in een aandeel LNG van 10% in 2020 en 15% in 2030. Die aandelen zijn in het lage scenario respectievelijk 2 en 4%. Voor de NEV 2015 zijn de aandelen gebruikt uit het lage scenario.

Walstroom in havens

Een ontwikkeling in de scheepvaart die emissies van CO₂ en luchtverontreinigende stoffen laat dalen is het gebruik van walstroom. Schepen hebben generatoren (hulpmotoren) aan boord die worden ingeschakeld om elektriciteit te leveren wanneer de schepen zijn aange-meerd. Door de verbranding van diesel in de generatoren ontstaan CO₂, PM_{2,5}, NO_x en – in mindere mate – SO₂. Met walstroom worden schepen voorzien van energie via een aansluiting op de wal die gevoed wordt vanuit het elektriciteitsnet. Zo wordt de lokale emissie voorkomen en vindt er slechts emissie plaats bij de opwekking van de elektriciteit. Die wordt niet meegeteld bij verkeer en vervoer. Voor de NEV 2015 zijn de aannames over het aandeel walstroom tot en met 2030 overgenomen uit Hammingh *et al.* (2012). Dat betekent dat er een percentage van 5% is aangenomen voor 2030.

7.2.3 Energiegebruik en emissies van de zeescheepvaart

In Tabel 7.5 staat het geraamde energiegebruik van de zeevaart op het Nederlands Continentaal Plat (NCP, ofwel het Nederlandse deel van de Noordzee), en op de Nederlandse binnenwateren. Door de verwachte stijging van de transportvolumes tot 2030 stijgt ook het energiegebruik: van 68 petajoule in 2011 tot 81 petajoule in 2030 (19% stijging). De transportvolumes stijgen tussen 2011 en 2030 met 37%, deze volumegroei wordt dus deels gecompenseerd door een verbetering in de transportefficiëntie. In Tabel 7.5 wordt het energiegebruik in de NEV zichtjaren weergegeven.

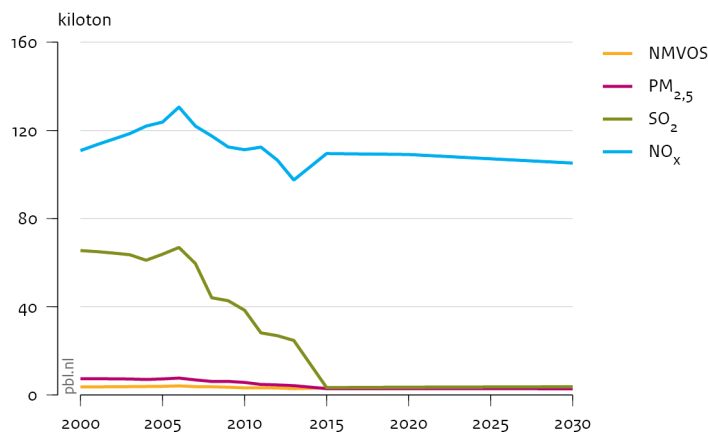
Tabel 7.5
Energiegebruik (petajoule) door de zeescheepvaart.

	2015	2020	2025	2030
NCP	50	53	54	55
Binnengaats	22	23	24	26
<i>Totaal</i>	<i>72</i>	<i>76</i>	<i>79</i>	<i>81</i>

In Figuur 7.4 worden de emissies van luchtverontreinigende stoffen weergegeven. De figuur laat zien dat de NO_x-emissie door zeescheepvaart tussen 2010 en 2015 daalt. In de raming is er vanaf 2015 tot en met 2020 ook een (lichte) daling waarneembaar, vanaf 2020 dalen de emissies sneller tot aan 2030. De daling wordt veroorzaakt doordat richting 2030 er meer schone schepen hun intrede in de vloot zullen hebben gemaakt. De PM_{2,5}-emissie daalt door de SECA (Sulphur Emission Control Area) op de Noordzee die het gebruik van laagzwavelige brandstof verplicht stelt. Door de vermindering van de zwaveluitstoot daalt ook de PM_{2,5}-emissie door zeeschepen. Na 2015 blijven de PM_{2,5}-emissies relatief constant. De emissies van NMVOS door de zeescheepvaart zijn laag en dat blijft zo in de ramingen.

Figuur 7.4

Emissies luchtverontreinigende stoffen zeescheepvaart



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

7.3 Visserij en recreatievaart

Het energiegebruik door de visserij in Nederland is de afgelopen 14 jaar snel teruggelopen als gevolg van een krimpende en efficiëntere vloot. Deze trend wordt in de ramingen van de NEV 2015 gecontinueerd. Voor visserij is geen model voorhanden om projecties te maken van het energiegebruik. Het energiegebruik is daarom geraamd door de historische trend te continueren. Dit resulteert in het beeld uit Tabel 7.6. Zowel het energiegebruik als de emissie van de visserij halveert grofweg tussen 2013 en 2030. Het energiegebruik en de emissies van de visserij worden volledig tot de nationale totalen gerekend. Voor energiegebruik worden de brandstofleveringen gebruikt aan de visserij in Nederland, zoals die door het CBS worden gerapporteerd in de Energiebalans.

Tabel 7.6
Energiegebruik en emissies van de visserij in de NEV 2015

		2000	2010	2013	2020	2030
Energiegebruik	PJ	17,5	9,1	8,2	6,1	4,0
CO ₂ -emissie	Mton	1,3	0,7	0,6	0,5	0,3
NO _x -emissie	kton	15,9	6,9	5,3	4,6	3,0
PM _{2,5} -emissie	ton	359	155	119	103	68

De recreatievaart is jaarlijks goed voor een energiegebruik van circa 2.5 petajoule en levert daarmee een minimale bijdrage aan het energiegebruik van verkeer en vervoer. Circa tweederde van het energiegebruik bestaat uit benzine, het resterende deel is diesel. Bij gebrek aan inzicht in de ontwikkeling van het gebruik van pleziervaartuigen en gezien de geringe bijdrage aan de nationale totalen zijn het energiegebruik en de emissies van de recreatievaart constant verondersteld naar de toekomst. De resulterende projecties van energiegebruik en emissies zijn weergegeven in Tabel 7.7.

Tabel 7.7
Energiegebruik en emissies van de recreatievaart in de NEV 2015

		2000	2010	2013	2020	2030
Energiegebruik	PJ	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5
CO ₂ -emissie	Mton	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
NO _x -emissie	kton	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3
PM _{2,5} -emissie	ton	52	49	48	48	48

8 Overige mobiele bronnen

In dit hoofdstuk worden de ramingen beschreven van het energiegebruik en de emissies van achtereenvolgens de luchtvaart, het railvervoer, de mobiele werktuigen en defensieactiviteiten.

8.1 Luchtvaart

Niet alle emissies van de luchtvaart worden meegerekend in de nationale emissietotalen. Voor de broeikasgassen geldt dat alleen de emissies van binnenlandse vluchten, met herkomst en bestemming in Nederland, tot de nationale totalen worden gerekend. Het energiegebruik en de emissies van de internationale luchtvaart worden gerapporteerd onder de bunkers. Aangezien het overgrote deel van de luchtvaart in Nederland internationaal is, levert de luchtvaart slechts een kleine bijdrage aan de formele CO₂-emissie van de sector vervoer en vervoer in Nederland.

Bij de luchtverontreinigende stoffen worden de emissies tijdens het landen en opstijgen (Landing and Take-Off, LTO) tot een hoogte van circa 1 kilometer (3.000 voet) van alle vluchten op Nederlandse luchthavens tot het nationale emissietotaal gerekend. Ook de emissies door het gebruik van Auxiliary Power Units (APUs), grondmaterieel en door op- en overslag van kerosine worden aan Nederland toegerekend.

8.1.1 Volumeprognoses luchtvaart

De groeiprognoses voor de luchtvaart in Nederland zijn voor de NEV 2015 bepaald door Significance met het model Aeolus. Aeolus modelleert de ontwikkeling van de passagiersaantallen, luchtvrachthoeveelheden en vliegtuigbewegingen op Nederlandse luchthavens (Significance & SEO, 2011). De groei van de luchtvaart is sterk afhankelijk van de economische ontwikkeling, maar ook andere factoren spelen een rol. Hieronder wordt een aantal belangrijke invoervariabelen voor Aeolus kort toegelicht (Kouwenhoven, 2015a).

Elasticiteiten

Hieronder vallen de inkomenselasticiteit (voor niet-zakelijk personenvervoer), de handselelasticiteit (voor luchtvracht en zakelijk personenvervoer) en de prijselasticiteit (voor zakelijk en niet-zakelijk personenvervoer). Deze zijn berekend op basis van de elasticiteiten die zijn gebruikt in de WLO (middeling tussen hoog en laag). De inkomenselasticiteit varieert tussen de 1.05 (binnen Europa) en 1.30 (intercontinentaal) in de periode 2021-2030. Dat houdt in dat is aangenomen dat een stijging in het inkomen ten bate komt van het intercontinentale vliegverkeer. Gezien de stijging in het inkomen (zie paragraaf 2.1) zorgen deze ontwikkelingen voor een toename van het aantal vluchten in de NEV 2015.

Reistijdwaardering

De *value of time* (VOT) is de reistijdwaardering in euro per uur. De waardering van reistijd geeft de maatschappelijke baat van de afname van de gemiddelde reistijd of de maatschappelijke kosten van de toename daarvan. De ontwikkeling hiervan is overgenomen uit de WLO-scenario's en varieert van 0,6% per jaar (2013-2020) tot 0,80% per jaar (2021-2030).

De reistijdwaardering stijgt dus in de scenario's. De reistijden blijven constant in de scenario's. Door de toename in de reistijdwaardering stijgen de maatschappelijke kosten van de reistijden. Dit heeft een negatief effect op het aantal vluchten in de NEV scenario's.

Landzijdige bereikbaarheid

De landzijdige bereikbaarheid is een bundeling van parameters over reiskosten en -tijden die gelden voor het hoofdvervoermiddel (naar de luchthaven) zowel als voor het vervoer op de luchthaven zelf. Vooral van belang zijn de verandering in de kosten, brandstofverbruik en rijsnelheid van het (personen-)autovervoer. Deze ontwikkelingen zijn voor de analyses in de NEV 2015 gebaseerd op de LMS-analyses (zie hoofdstuk 5).

Luchtzijdige Level of Service

De luchtzijdige level of service is een bundeling van parameters over de reistijden en reiskosten per vliegtuig en de frequenties van directe verbindingen. Van belang voor de prognose zijn onder meer de kerosineprijs en de CO₂-prijs binnen het kader van de ETS. De ontwikkeling van de kerosineprijs is bepaald op basis van de ontwikkeling van de olieprijs in de NEV, zoals beschreven in paragraaf 2.2. De CO₂-prijzen in de NEV 2015 zijn beschreven in het hoofdrapport (Schoots & Hammingh, 2015). Dit geldt voor vluchten van/naar Europa. Beide prijzen stijgen waardoor vliegtickets duurder worden, dit heeft een negatieve uitwerking op het aantal vluchten in de NEV scenario's.

Ontwikkeling van technologieklassen in de vloot

De vliegtuigvloot wordt opgedeeld in T- en G-klassen, respectievelijk technologie- en grootteklassen. Nieuwere vliegtuigen zijn efficiënter, schoner en stiller. Van belang voor de NEV2015 raming is dat er twee nieuwe technologieklassen operationeel worden in de periode tussen 2015 en 2030 die voldoen aan de NO_x norm volgens de CAEP (dit wordt toegelicht in paragraaf 8.1.2). De prognose van de technologieklassen is door Significance (2015c) aangeleverd.

Restricties luchthavens

Naast fysieke restricties is de door de Alderstafel geadviseerde restrictie meegenomen voor de groei van Schiphol. Voor de fysieke restricties is de baancapaciteit van belang. De baancapaciteit geeft het maximum aantal vluchten per uur weer dat kan worden afgehandeld. In beide NEV scenario's stijgt de baancapaciteit en dus het aantal mogelijke vluchten. Hier tegenover staan restricties op de groei van het aantal vluchten. Voor Schiphol is de Alderstafel van belang (dit is aan het eind van deze paragraaf uitgelegd) waardoor vluchten worden uitgeplaatst naar andere luchthavens.

Overige parameters

Deze parameters omvatten onder andere de check-in/check-uit tijden en de bezettingsgraad van vliegtuigen. De check-in/-uit tijden dalen voor Europese en intercontinentale vluchten respectievelijk met 1,25% en 1,75% gemiddeld per jaar tot en met 2030. De bezettingsgraad neemt per jaar met 0,25% toe tot en met 2030. Ook deze gegevens zijn uit de WLO scenario's afgeleid. De kortere inchecktijd en de toename van de bezettingsgraad zorgen voor een stijging van het aantal vluchten.

In Tabel 8.1 is de prognose voor het aantal vliegbewegingen en het aantal passagiers getoond zoals die voor de NEV 2015 is gebruikt (Kouwenhoven, 2015b). Tussen 2013 en 2020 stijgt het aantal vluchten met gemiddeld 2,9% per jaar. Vanaf 2021 tot en met 2030 blijft het aantal vluchten met hetzelfde percentage groeien in de variant met vastgesteld beleid, maar in de variant met voorgenomen beleid groeit het aantal vluchten in deze periode met 2,1% per jaar. De reden dat het aantal vluchten daalt bij het uitvoeren van de Alders afspraken voor de periode na 2020 (het fifty-fifty beginsel) is te vinden in de VOT en landzijdige

bereikbaarheid. De luchthavens met de uitgeplaatste vluchten (Lelystad en Eindhoven) liggen verspreid en de infrastructuur is minder uitgebreid. Vanwege de reistijdwaardering daalt daarom de vraag naar vluchten licht.

Tabel 8.1
Groei prognoses van de luchtvaart

Variabele	Luchthaven	Beleidsvariant	2000	2010	2013	2020	2030
Aantal vlieg- bewegingen (x 1000)	Schiphol	Vastgesteld				500	661
		Voorgenomen	415	386	426	500	600
	Overige luchthavens	Vastgesteld				87	120
		Voorgenomen	56	41	51	87	120
Aantal passagiers (miljoen)	Schiphol	Vastgesteld				61	84
		Voorgenomen	39	45	53	61	77
	Overige luchthavens	Vastgesteld				20	29
		Voorgenomen	1	3	6	20	29

Tot en met 2020 is het zogenaamde Alders beleid (zie paragraaf 3.3.2) in werking. Daarna zou het fifty-fifty beginsel moeten worden toegepast om verdere groei van Schiphol mogelijk te maken naar rato van het tempo waarin de geluidsbelasting daalt (waarbij de helft van de 'winst' wordt gebruikt voor extra capaciteit). Dit komt voor de NEV-prognose neer op een uitbreiding van de capaciteit met 10.000 vluchten per jaar. Dit scenario is in de NEV 2015 gebruikt in de variant met voorgenomen beleid (VV).

8.1.2 Vlootsamenstelling en emissies van de luchtvaart

De emissieprognose van de luchtvaart is als nabewerking gedaan op de modeluitvoer van Aeolus. Het PBL heeft een emissietabel opgesteld met de emissie per LTO (Landing and Take Off) per GT-klasse op basis van data die door de Emissieregistratie is geleverd. Gecombineerd met de Aeolus uitvoer over aantallen vluchten per type vliegtuig is met de deze emissietabel de prognose van de luchtverontreinigende emissies tijdens de LTO-fase gemaakt. De ICAO⁴ heeft een werkgroep opgericht (CAEP⁵) die de haalbaarheid onderzoekt van NO_x-emissienormen voor civiele luchtvaart en bevoegde gezagen hierover adviseert. De meest recente norm is de CAEP/8 norm die is geratificeerd door de EU (EPA, 2012; EASA, 2011) en die in 2014 in werking is getreden. De CAEP/8 norm houdt in dat ten opzichte van de CAEP/6 de NO_x emissie 15% lager is. Deze normeringen gelden zowel in het vastgestelde als in het voorgenomen beleid.

Vliegtuigopstelplaatsen (VOP) op Schiphol zijn voorzien van Auxiliary Power Units (APUs) die het vliegtuig voorzien van energie voor de elektronische systemen en airconditioning terwijl de motoren uitgeschakeld zijn. Deze APUs worden gevoed met aggregaten met diesel als brandstof waardoor ze CO₂, NO_x en PM_{2.5} uitstoten. De groei van de emissies van APUs is geraamd op basis van de groei van het aantal vluchten. In recente jaren (vanaf 2013 tot en met 2015) is de helft van de opstelplaatsen op Schiphol voorzien van walstroom (Schiphol, 2015). Dit houdt – net als bij scheepvaart – in dat de energie rechtstreeks van het elektrici-

⁴ International Civil Aviation Organization

⁵ Committee on Aviation Environmental Protection

teitsnet afkomstig is in plaats van uit aggregaten. Hierdoor wordt minder diesel verbrand en daarmee worden de emissies verminderd. Dit is meegenomen in de emissieraming van de luchtvaart.

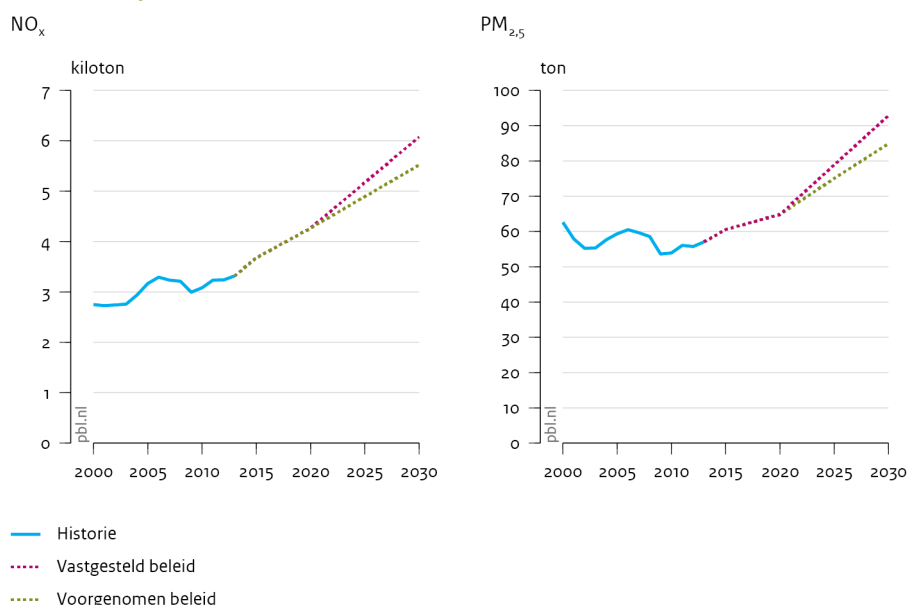
Voor de ramingen van de emissies door grondmaterieel op de luchthavens is dezelfde aanpak gehanteerd als bij de APUs: de groei is gelijk genomen aan de groei zoals die met Aeolus is geraamd.

Het energiegebruik van de binnenlandse vluchten – vluchten met zowel nationale herkomst als bestemming – blijft constant op 0,6 petajoule tot en met 2030, waarvan 0,5 petajoule op Schiphol en 0,1 petajoule op overige vliegvelden. De CO₂-emissie van de nationale luchtvaart is geraamd op 42 kiloton in 2015. De emissie is constant verondersteld naar de toekomst⁶.

Figuur 8.1 geeft de ontwikkeling van de emissie van NO_x en PM_{2,5} vanuit de luchtvaart in de periode 2010-2030.

Figuur 8.1

NO_x - en PM_{2,5} -emissie luchtvaart



Bron: Emissieregistratie (t/m 2013), PBL (vanaf 2014)

Uit de figuur blijkt dat de emissies van NO_x na 2010 stijgen. De stijging wordt veroorzaakt door de verwachte volumegroei en de beperkte verandering van de emissie per gebruikte eenheid brandstof. De NO_x-emissie in de beleidsvarianten in 2030 is 6 kiloton bij vaststaand beleid en 5 kiloton bij voorgenomen beleid. Ook de PM_{2,5}-emissies stijgen, in nagenoeg hetzelfde tempo als de NO_x-emissies.

De SO₂-emissie varieert tussen de beleidsvarianten in 2030 tussen de 300 en 330 ton. De NMVOS emissies laten hetzelfde patroon zien en zijn geraamd op 0,5 kiloton in 2030 met een minimaal verschil tussen de beleidsvarianten.

De afzet van bunkerbrandstoffen aan de internationale luchtvaart wordt in de ramingen berekend op basis van het energiegebruik tijdens de LTO. Dit wordt beschreven in paragraaf

⁶ Het energiegebruik en CO₂-emissies gedurende de LTO-cyclus (zie paragraaf 1.3), die niet aan Nederland worden toegekend, zijn respectievelijk 129 petajoule en 1,3 megaton CO₂ in 2030.

8.5. Het Aeolus model (zie paragraaf 8.1.1) gaat uit van een efficiëntieontwikkeling van de vliegtuigen waardoor het brandstofverbruik minder snel stijgt in vergelijking met het aantal vluchten en vervoerde passagiers.

8.2 Mobiele werktuigen

8.2.1 Prognoses voor volume en parkontwikkeling

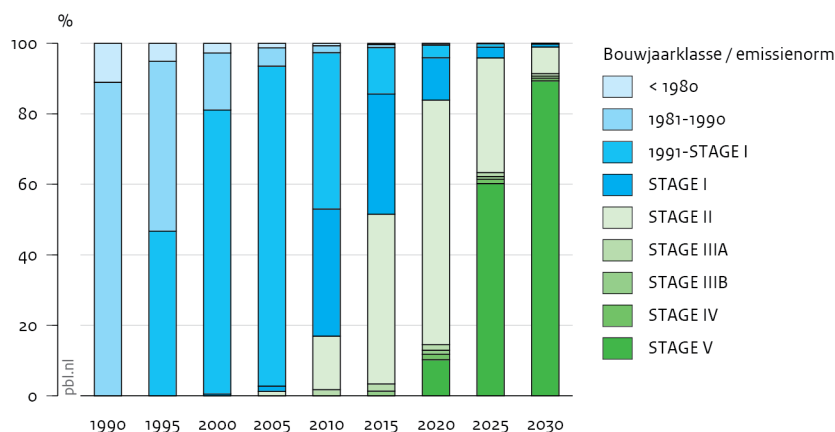
Mobiele werktuigen worden in Nederland hoofdzakelijk toegepast in de landbouw en in de (wegen-)bouw en industrie. De ramingen van het energiegebruik zijn gebaseerd op economische productiecijfers per sector waarin de mobiele werktuigen worden ingezet (bouw, industrie, landbouw en consumenten). De invoer bestaat uit het energiegebruik (in petajoule) van mobiele werktuigen. Verondersteld is dat een groei van de productie zich rechtstreeks vertaalt in een groei in het energiegebruik. De prognose van de economische productie per sector zijn beschreven in Drissen (2016).

Voor de NEV 2015 is er voor de prognose van de parksamenstelling, het energiegebruik en de emissies door mobiele werktuigen gebruik gemaakt van het model MEPHISTO (Hulskotte, 2014c). MEPHISTO (Machinery EMISSIONS Prognosis Helped by Information on Sales of Technology and Oils) onderscheidt per sector verschillende typen werktuigen die zijn uitgesplitst naar vermogensklasse, leeftijd en emissienorm. Per werktuig worden specifieke brandstofverbruiksfactoren en emissiefactoren toegepast. De omvang en samenstelling van het machinepark wordt berekend aan de hand van vaste uitvalfuncties die afhankelijk zijn van de leeftijd, het aantal draaiuren per jaar en de mediane levensduur. In Figuur 8.2 wordt de leeftijdsopbouw van het mobiele werktuigenpark weergegeven in de voorgenomen beleidsvariant.

Figuur 8.2

Samenstelling mobiele werktuigen in voorgenomen beleid

Aandelen in energiegebruik



Bron: PBL

In de figuur is te zien dat de oude technologieklassen in de loop de jaren uit het park verdwijnen. Tevens is te zien dat vanaf 2020 de werktuigen die voldoen aan het Stage V voorstel in het park geïntroduceerd worden, waarbij de eerdere Stages (IIIA/B en IV) vervangen worden. In 2030 bestaat het grootste gedeelte van het park uit Stage V werktuigen.

8.2.2 Energiegebruik en emissies van mobiele werktuigen

De CO₂-emissies (Tabel 8.2) zijn rechtstreeks gerelateerd aan het brandstofverbruik. In de crisisjaren 2009 en 2010 was sprake van een daling van de CO₂-emissies, daarna nemen de emissies geleidelijk toe. De emissies door verbranding van diesel zijn dominant in de CO₂-uitstoot van mobiele werktuigen. Dit komt omdat de industrie en bouw, de grootste sectoren, vooral met dieselwerktuigen werken. De toename van de CO₂-emissies binnen de sector industrie en bouw is iets groter dan die binnen de landbouwsector, terwijl de CO₂-emissies door huishoudens en openbare groenvoorziening in de prognoses praktisch constant blijven.

Tabel 8.2
Ramingen energiegebruik en CO₂-emissies mobiele werktuigen

Brandstof	Energiegebruik (petajoule)					CO ₂ -emissies (megaton)				
	2000	2010	2013	2020	2030	2000	2010	2013	2020	2030
Benzine	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Biobenzine	0	0,1	0,1	0,1	0,1					
Totaal benzine	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Diesel	35,8	32,4	31,4	32,9	34,8	2,7	2,4	2,3	2,5	2,6
Biodiesel	0	0	1,0	1,5	1,6					
Totaal diesel	35,8	32,4	32,2	34,4	36,3	2,7	2,4	2,4	2,5	2,6
LPG	3,2	2,9	2,5	2,7	2,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Een belangrijk onderdeel van het voorgenomen beleid voor luchtverontreinigende stoffen is het Commissievoorstel voor Stage-V-emissienormen voor (onder andere) mobiele werktuigen. Dit voorstel is beschreven in paragraaf 3.3.2. Voor dieselmotoren in mobiele werktuigen bevat het voorstel een reductie in de toegestane uitstoot van NO_x, fijnstof (waardoor de emissie van PM_{2,5} ook zal dalen) en HC ten opzichte van de bestaande Stage-emissienormen. De emissienorm van fijnstof voor motoren met vermogens vanaf 19 tot aan 560 kW is verlaagd tot 0,015 g/kWh, grofweg een factor 3 lager dan in de Stage IIIA/B normen. Een eenvoudige vergelijking laat zich echter niet maken vanwege de andere indeling in vermogensklassen. Voor NO_x en VOS zijn er nieuwe emissienormen voor vermogens tot aan 56 kW. Deze vermogensklasse viel in het vorige Stage beleid in een grotere groep. Een vergelijking hierbij is eveneens lastig, omdat in Stage IIIB aparte normen bestonden voor NO_x en VOS die in het Stage V voorstel voor een aantal vermogensklassen zijn gecombineerd tot 'HC + NO_x'. Nieuw is de NO_x-emissienorm voor motoren met een vermogen van meer dan 560 kW (3,5 g/kWh). De VOS-emissienormen dalen evenredig mee met de NO_x-emissienormen en laten dus in grote lijnen hetzelfde beeld zien.

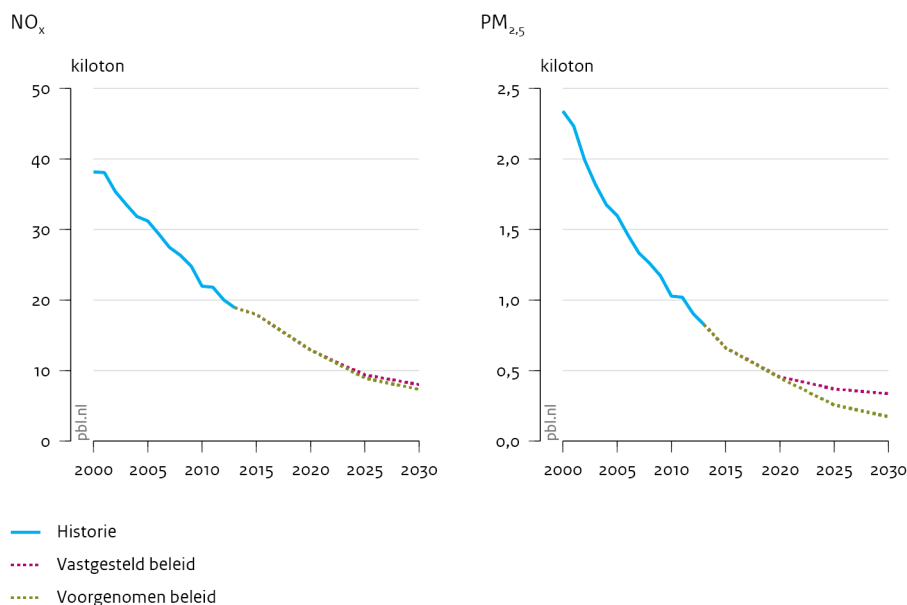
De Stage V emissienormen voor benzinemotoren zijn eveneens aangescherpt. Hoewel een rechtstreekse vergelijking op detailniveau lastig te geven is omdat de bestaande categorieën zijn gewijzigd en er nieuwe zijn bijgekomen, dalen de NO_x, fijnstof en VOS emissienormen grofweg met een factor 2 tot 5 ten opzichte van de Stage II emissienormen.

Figuur 8.3 geeft de ontwikkeling van de NO_x- en PM_{2,5}-emissies door mobiele werktuigen. De emissies van LPG-werktuigen stijgen licht in de prognoses, maar blijven als totaal gering ten

opzichte van benzine en diesel. Het verschil tussen het vastgestelde en voorgenomen beleid is goed zichtbaar en maakt tot en met 2030 een verschil van circa 1 kiloton.

Figuur 8.3

NO_x- en PM_{2,5}-emissie mobiele werktuigen



Bron: Emissieregistratie (tot en met 2013), PBL (vanaf 2014)

De PM_{2,5}-emissies van mobiele werktuigen zijn de afgelopen jaren sterk afgenomen als gevolg van de Europese emissiewetgeving en de verplichte toepassing van zwavelvrije brandstof vanaf 2011. De PM_{2,5}-emissies zullen naar verwachting door het Stage V beleid, wanneer dit zou worden geïmplementeerd, leiden tot een emissiereductie van ruim 200 ton in 2030 ten opzichte van het vastgestelde beleid. Dit komt vooral door het aanscherpen van emissienormen voor voertuigen op diesel.

Emissies van NMVOS dalen in de raming met vastgesteld beleid van 3,1 naar 2,1 kiloton (in 2015 tot en met 2030). In de variant met voorgenomen beleid daalt de NMVOS emissie in 2030 als gevolg van het Stage V beleid naar 1,9 kiloton.

De SO₂-emissie van mobiele werktuigen is minimaal sinds 2011 door de verplichting om zwavelvrije brandstof te gebruiken.

8.3 Spoorvervoer

Het spoorvervoer was de afgelopen jaren goed voor een energiegebruik van circa 7 à 8 petajoule. Het merendeel daarvan bestaat uit elektriciteit, het gebruik van diesel voor spoorvervoer bedroeg ongeveer 1 petajoule. Van het elektriciteitsverbruik komt het merendeel op het conto van het vervoer per trein, maar ook het elektriciteitsverbruik voor de metro en tram van circa 1,3 petajoule wordt meegenomen.

De projecties voor het personenvervoer per spoor zijn afkomstig uit het LMS (zie paragraaf 5.1). Met het LMS zijn zowel de groei van het treinvervoer als van het vervoer per bus, tram en metro (BTM) bepaald. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 8.3. De groei van het treingebruik (in reizigerskilometers) bedraagt ruim 18% tussen 2010 en 2020 en 12% tus-

sen 2020 en 2030. De groei van het BTM-gebruik bedraagt 4% tussen 2010 en 2020 en 3% tussen 2020 en 2030.

De groei van het goederenvervoer per spoor is bepaald met Basgoed (De Bok & Ruijs, 2015). De modelanalyses laten een groei zien van gemiddeld 3% per jaar tussen 2011 en 2030.

Tabel 8.3
Reizigerskilometers, energiegebruik en emissies van het spoorvervoer in de NEV 2015

		2000	2010	2013	2020	2030
Reizigerskilometers trein	mld	15,0	17,2	18,0	20,2	22,6
Reizigerskilometers BTM	mld	6,5	6,7		7,0	7,2
Goederenvervoer	mln tonkm		5,9	6,1	8,2	11,0
Elektriciteitsverbruik	PJ	5,9	6,2	6,4	6,5	7,3
Diesilverbruik	PJ	1,5	1,4	1,1	1,1	1,0
CO ₂ -emissie (diesel)	Mton	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
NO _x -emissie (diesel)	kton	2,1	1,9	1,5	1,4	1,3
PM _{2,5} -emissie (diesel)	ton	90	86	78	69	67

Voor het personenvervoer per trein is een efficiëntieverbetering verondersteld van 0.3% per jaar tussen 2016 en 2030. De resulterende groei van het energiegebruik valt hierdoor lager uit dan de groei in de vervoersvolumes. De projecties voor het elektriciteits- en diesilverbruik in het railvervoer zijn eveneens weergegeven in Tabel 8.3. Het elektriciteitsverbruik groeit naar verwachting met ongeveer 1 petajoule tussen 2013 en 2030. De emissies die voortvloeien uit de productie van de elektriciteit worden niet tot de sector verkeer en vervoer gerekend en zijn niet opgenomen de tabel. De Tabel geeft enkel de emissies van het diesilverbruik. Bij gebrek aan inzicht in de historische ontwikkeling van de vervoersefficiëntie en de emissies van het dieselvervoer per spoor is in de ramingen geen verandering verondersteld van de efficiëntie en de emissie per petajoule. De ontwikkeling in de emissies van CO₂, NO_x en PM_{2,5} volgt hierdoor rechtstreeks de ontwikkeling van het geraamde diesilverbruik.

8.4 Militaire luchtvaart en scheepvaart

Conform internationale afspraken worden het energiegebruik en de emissies van broeikasgassen door militaire luchtvaart en scheepvaart tot de nationale emissietotalen gerekend. Het betreft de emissies die voortkomen uit de binnenlandse afzet van brandstoffen voor militaire doeleinden. Het energiegebruik is tussen 2000 en 2013 flink teruggelopen, zoals blijkt uit Tabel 8.4. In de projecties is het energiegebruik constant verondersteld.

Tabel 8.4
Energiegebruik en CO₂-emissies door militaire luchtvaart en scheepvaart

		2000	2010	2013	2020	2030
Energiegebruik	PJ	5,7	3,6	3,1	3,1	3,1
CO ₂ -emissie	Mton	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2

8.5 Bunkerbrandstoffen

In Nederland worden veel bunkerbrandstoffen verkocht aan de internationale binnenvaart, zeescheepvaart en luchtvaart. Het energiegebruik dat is gekoppeld aan de verkoop van deze accijnsvrije brandstoffen wordt niet tot het binnenlandse verbruik gerekend, maar wordt als een vorm van export beschouwd. Ook de CO₂-emissies ten gevolge van het gebruik van bunkerbrandstoffen worden conform de IPCC-richtlijnen niet aan Nederland toegerekend.

De prognose van de afzet van bunkerbrandstoffen voor de internationale luchtvaart is afgeleid van de verwachte groei van het energiegebruik gedurende de LTO-cycli op de Nederlandse luchthavens, zoals is beschreven in paragraaf 8.1.2. Omdat vliegtuigen doorgaans voor vertrek tanken, is er naar verwachting een redelijke correlatie tussen het energiegebruik gedurende de LTO en de afzet van bunkerbrandstoffen. De groei van de bunkerafzet aan de internationale binnenvaart is gelijk gesteld aan de groei van het energiegebruik in de binnenlandse binnenvaart, zoals is beschreven in paragraaf 7.1.1.

De groei van de afzet van bunkerbrandstoffen aan de internationale zeevaart is gelijk verondersteld aan de groei van het energiegebruik van de zeescheepvaart op het Nederlandse grondgebied, zoals beschreven in paragraaf 7.2.1. Bij zeeschepen is de correlatie tussen bunkering en activiteiten op het NCP veel minder groot. Omdat Rotterdam mondiaal gezien relatief goedkope bunkerbrandstoffen aanbiedt (mede door de gunstige ligging ten aanzien van de overschotten op de Russische markt, en de lokale raffinage), wordt er door zeeschepen in Nederland relatief veel bunkerbrandstof ingeslagen. De concurrentie neemt echter toe en ook door opgelegde zwaveleisen door de IMO (International Maritime Organization) worden Rotterdamse bunkerbrandstoffen mogelijk financieel minder aantrekkelijk. De prognoses voor de afzet van scheepvaartbunkers in Nederland zijn hierdoor relatief onzeker.

De resulterende afzetcijfers voor de bunkerbrandstoffen zijn weergegeven in Tabel 8.5.

Tabel 8.5
Afzet bunkerbrandstoffen in de NEV 2015

		2000	2010	2013	2020	2030
Luchtvaart	PJ	138	143	143	158	165
Zeescheepvaart	PJ	522	550	499	535	572
Binnenvaart	PJ	29	33	30	32	33

9 Onzekerheidsanalyse

De ramingen van het energiegebruik en de emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen door verkeer en vervoer in Nederland zijn inherent omgeven met onzekerheid. Zo zijn ontwikkelingen in exogene factoren als de economische groei en de energieprijzen moeilijk te voorspellen. Ook de effecten van beleidsmaatregelen op het gedrag van actoren zijn onzeker. In de NEV 2015 zijn daarom per sector de belangrijkste onzekere factoren in kaart gebracht en vertaald naar bandbreedtes rond de ramingen van energiegebruik, energiebesparing en emissies. Deze inventarisatie van onzekere factoren is met een Monte Carlo-analyse vertaald naar bandbreedtes rond de ramingen. De bandbreedtes geven het 90 procent betrouwbaarheidsinterval rond de projecties. Onzekerheden in de monitoring van het energiegebruik en de emissies zijn niet meegenomen. De onzekerheidsanalyse is gericht op de onzekerheden rond exogene ontwikkelingen en beleidseffecten.

Voor energiegebruik en CO₂-emissies zijn niet alleen bandbreedtes bepaald rond de nationale totalen, maar ook voor de totalen per sector. De bandbreedtes voor de sector verkeer en vervoer worden in paragraaf 9.1 beschreven, inclusief de individuele onzekerheden die daaraan hebben bijgedragen. Voor de ramingen van luchtverontreinigende stoffen zijn alleen bandbreedtes bepaald rond de nationale totalen. Er is geen bandbreedte bepaald per sector. In paragraaf 9.2 worden daarom alleen de individuele onzekerheden rond de geraamde emissies van de verkeer en vervoer beschreven.

9.1 Onzekerheden rond energiegebruik en emissies van broeikasgassen

In Tabel 9.1 (pagina 82) zijn de middenwaarden en de bijbehorende bandbreedtes weergegeven voor het finale (binnenlandse) energiegebruik en de CO₂-emissies van verkeer en vervoer in 2020 en 2030 bij vastgesteld beleid (V) en bij voorgenomen beleid (VV). Ook zijn de bandbreedtes weergegeven van het geraamde gebruik van elektriciteit en van hernieuwbare energie door verkeer en vervoer. Er zijn in de NEV 2015 geen bandbreedtes bepaald rond de geraamde afzet van bunkerbrandstoffen.

De bandbreedtes uit Tabel 9.1 zijn bepaald op basis van de belangrijkste onzekere factoren rond de ramingen voor verkeer en vervoer. Deze factoren zijn met een Monte Carlo analyse vertaald naar bandbreedtes. De onzekere factoren voor verkeer en vervoer die als input hebben gediend voor de Monte Carlo analyses zijn weergegeven in Tabel 9.2, inclusief de inschatting van de invloed van iedere factor op het geraamde energiegebruik en de CO₂-emissie in 2020 en 2030 bij vastgesteld beleid (V). De bandbreedtes rond de ramingen zijn mede het gevolg van onzekerheden rond de uitgangspunten voor economie, demografie en energieprijzen. Daarnaast zijn er onzekerheden rond de effectiviteit van beleidsmaatregelen, zoals de wijze waarop de verplichte inzet van hernieuwbare energie in transport wordt ingevuld en de ontwikkeling van het verschil in brandstofverbruik en CO₂-uitstoot tussen test en praktijk bij personenauto's en bestelauto's. De verschillende factoren worden hieronder toegelicht.

Tabel 9.1
Bandbreedtes rond energiegebruik en CO₂-emissie van verkeer en vervoer

	Variant	2020			2030		
		Laag	Midden	Hoog	Laag	Midden	Hoog
Finaal energiegebruik (PJ)	V	474	516	541	441	503	564
	VV	473	514	537	434	492	551
Finaal elektrisch gebruik (PJ)	V	7	8	9	7	10	13
	VV	7	8	9	8	12	15
Finaal inzet hernieuwbaar (PJ)	V	23	36	45	21	34	44
	VV	22	35	44	22	34	43
CO ₂ -emissie (megaton)	V	32	35	37	30	34	38
	VV	32	35	37	29	33	37

Tabel 9.2
Onzekere factoren rond ramingen van energiegebruik en CO₂-emissie van verkeer en vervoer bij vastgesteld beleid

	Energiegebruik (petajoule)				CO ₂ -emissie (megaton)			
	2020		2030		2020		2030	
	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog
Bevolkingsgroei	-2,0	2,0	-9,7	9,7	-0,1	0,1	-0,6	0,6
Energieprijzen	-18,4	12,4	-9,9	33,7	-1,2	0,8	-0,7	2,3
Economische groei	-12,0	8,1	-45,3	41,6	-0,8	0,6	-3,1	2,8
Bijmenging biobrandstoffen	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,8	1,0	-0,8	0,9
Autonome efficiencyverbetering vrachtovervoer	-5,8	3,0	-19,0	10,7	-0,4	0,2	-1,3	0,7
Ontwikkeling verschil test en praktijk CO ₂	-10,0	17,4	-21,4	29,6	-0,7	1,2	-1,4	2,0
Grenstanken	-32,6	13,9	-31,0	13,3	-2,2	0,9	-2,1	0,9
Efficiencyverbetering railvervoer	-0,6	0,3	-1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Groei elektrische tractie goederenvervoer spoor	-0,3	0,5	-0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Groei elektrisch rijden wegverkeer	1,6	-1,6	4,2	-5,6	0,2	-0,2	0,4	-0,5

9.1.1 Onzekerheden economie, demografie en energieprijzen

De onzekerheden rond de bevolkingsgroei, het BBP en de olieprijs zijn weergegeven in Tabel 9.3. De wijze waarop deze bandbreedtes zijn bepaald wordt beschreven in het achtergronddocument over economie en demografie in de NEV 2015 (Drissen, 2016) en, voor de olieprijs, in het hoofdrapport van de NEV 2015 (Schoots en Hammingh, 2015). Zoals blijkt uit Tabel 9.3 is de onzekerheid rond de bevolkingsgroei in 2020 nog klein, maar neemt die toe in 2030. Hetzelfde geldt voor de omvang van het BBP. De olieprijs zijn zowel op de korte als op de lange termijn relatief onzeker.

Om de invloed van hogere of lagere olieprijs op de verkeersvolumes en het energiegebruik te bepalen is de bandbreedte rond de olieprijs vertaald naar een bandbreedte rond de pompprijzen voor benzine en diesel, op basis van de werkwijze die is beschreven in paragraaf 2.2. Omdat de pompprijzen voor een groot deel bestaan uit accijns en BTW, is de invloed van de olieprijs op de pompprijzen relatief klein, zoals blijkt uit Tabel 9.3. Een 32% hogere olieprijs in 2020 leidt tot een stijging van de pompprijzen van 10% voor benzine en 14% voor diesel. De scheepvaart en de luchtvaart zijn vrijgesteld van accijns, dus voor die modaliteiten wordt de hoogte van de brandstofprijzen direct beïnvloed door de olieprijs.

Tabel 9.3
Bandbreedtes rond macro-economische en demografische ontwikkeling en olieprijs

	2020		2030	
	Laag	Hoog	Laag	Hoog
Bevolkingsgroei	-1,4%	+1,4%	-4,3%	+4,3%
BBP	-5,1%	+3,5%	-14%	+13%
Olieprijs	-22%	+32%	-34%	+10%
<i>Pompprijs benzine</i>	-6,5%	+9,6%	-13%	+3,9%
<i>Pompprijs diesel</i>	-9,2%	+14%	-18%	+5,3%

De bandbreedtes uit Tabel 9.3 zijn op basis van elasticiteiten vertaald naar bandbreedtes in de geraamde verkeersvolumes en het geraamde energiegebruik en de CO₂-emissie van verkeer en vervoer. De elasticiteiten die hiervoor zijn gebruikt zijn weergegeven in Tabel 9.4 (pagina 84). Deze elasticiteiten beschrijven de relatie tussen de bevolkingsgroei, het BBP respectievelijk de brandstofprijzen en de omvang van de verkeersvolumes (en, specifiek voor de brandstofprijzen, het brandstofverbruik).

De omvang en samenstelling van de toekomstige bevolking en de huishoudens in Nederland zijn van invloed op de groei van de mobiliteit. Een toe- of afname van het aantal huishoudens leidt tot meer of minder autobezit en -gebruik. De elasticiteit die het effect beschrijft van een verandering in de bevolkingsomvang op de omvang van het personenautoverkeer is geraamd op basis van gevoeligheidsanalyses met het LMS. De bevolkingsomvang beïnvloedt ook het goederenvervoer. Hoe groter de bevolkingsomvang, hoe groter de vraag zal zijn naar goederen en hoe meer er zal worden vervoerd. In de literatuur is echter geen relatie gevonden tussen demografische ontwikkelingen en goederenstromen. Er is daarom voor goederenvervoer een elasticiteit verondersteld van 0,1. De resulterende verandering in de verkeersvolumes is vervolgens vertaald naar effecten op energiegebruik en CO₂-emissies. Effecten op de samenstelling van het wagenpark en de vloot zijn daarbij niet meegenomen.

Tabel 9.4
Elasticiteiten voor onzekerheidsanalyse omgevingsfactoren

	Bevolkingsgroei		BBP		Brandstofprijzen	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Personenautoverkeer	+0,5	+0,8	+0,3	+0,5	-0,4	-0,6
Goederenvervoer over de weg	+0,06	+0,1	+0,7	+0,9	-0,2	-0,3
Scheepvaart	+0,06	+0,1	+0,7	+0,9	-0,1	-0,15
Mobiele werktuigen	+0,06	+0,1	+0,4	+0,5	-0,1	-0,15
Railvervoer	+0,24	+0,4	+0,2	+0,1	0	0

De economische groei is eveneens van invloed op de groei van de mobiliteit. Hogere economische groei leidt tot hogere verkeersvolumes en daarmee tot een hoger energiegebruik. De invloed van de economische ontwikkeling op het goederenvervoer is groter dan op het personenvervoer. De economische groei beïnvloedt ook de snelheid waarmee het wagenpark 'verjongt' en daarmee het tempo waarin relatief schone en zuinige nieuwe auto's in het wagenpark stromen. Dit effect is niet meegenomen in de bandbreedtes, omdat dit nieuwe modelanalyses zou vereisen waarvoor in het tijdsbestek van de NEV 2015 geen ruimte was. Hogere brandstofprijzen leiden tot een daling van het brandstofverbruik. De brandstofprijselasticiteiten zijn dan ook negatief. Deze elasticiteiten beschrijven de invloed van veranderende brandstofprijzen op het brandstofverbruik, resulterend uit veranderingen in autobezit, autogebruik en brandstofefficiëntie. De elasticiteiten uit Tabel 9.4 zijn bepaald op basis van Geilenkirchen et al. (2010).

Op de lange termijn zijn de effecten van prijsveranderingen groter dan op korte termijn. Voor 2020 is op basis van de aanpak uit Hoen et al. (2010) geraamd dat de langetermijneffecten van veranderende brandstofprijzen voor 70% zijn opgetreden. Dat verklaart het verschil in elasticiteiten tussen 2020 en 2030.

9.1.2 Invulling van verplichting hernieuwbare energie voor transport

Conform de Europese Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED) moet 10 procent van het energiegebruik in het weg- en spoorvervoer en het elektriciteitsverbruik in alle vormen van transport in 2020 uit hernieuwbare energie bestaan (EC, 2009b). Indien lidstaten deze verplichting implementeren via een bijmengverplichting aan brandstofleveranciers, dan zijn ze verplicht om bepaalde biobrandstoffen dubbel te tellen, namelijk biobrandstoffen op basis van afval, residuen, non-food cellulosemateriaal en lignocellulose materiaal. Nederland heeft bij de implementatie van de RED gekozen voor een verplichting en dus geldt in Nederland een dubbeltellingsregeling voor tweede generatie biobrandstoffen. Dit is beschreven in paragraaf 3.1.1.

Het is onzeker hoe de verplichting om hernieuwbare energie voor transport in te zetten daadwerkelijk wordt ingevuld. In de afgelopen jaren zijn relatief veel dubbeltellende biobrandstoffen ingezet. De fysieke inzet (in petajoule) van biobrandstoffen ligt hierdoor lager dan de rekenkundige inzet. CE Delft (2015) heeft ten behoeve van de NEV 2015 de meest waarschijnlijke invulling van de verplichting voor 2020 uitgewerkt, zoals is toegelicht in paragraaf 3.1.1. Om aan de verplichting in 2020 te voldoen zou echter in theorie kunnen worden volstaan met een fysieke inzet van 5%. Indien dit volledig bestaat uit dubbeltellende

biobrandstoffen is de verplichting van 10% daarmee gehaald. Omgekeerd zou de verplichting ook volledig met eerste generatie biobrandstoffen kunnen worden ingevuld.⁷

De inzet van biobrandstoffen in 2020 kan ook lager uitvallen dan in de NEV 2015 geraamd bij een hogere inzet van andere vormen van hernieuwbare energie (bijvoorbeeld hernieuwbare elektriciteit), maar de maximale inzet van deze energiebronnen wordt klein geschat en is niet meegenomen in de bandbreedtes. De bandbreedte voor de CO₂-emissies als gevolg van de gewijzigde mix tussen eerste- en tweedegeneratie biobrandstoffen is daarom gebaseerd op de effecten van een lagere (5 procent) dan wel hogere inzet (10 procent) van biobrandstoffen.

Een hogere fysieke inzet van biobrandstoffen resulteert in een lagere CO₂-emissie omdat de CO₂-emissies die resulteren uit de verbranding van biobrandstoffen niet tot het nationale emissietotaal worden gerekend. De invloed van bijmenging van biobrandstoffen op de officiële CO₂-emissies is daarmee groot: 1% meer biobrandstoffen betekent 1% minder CO₂-emissie.

9.1.3 Ontwikkeling efficiency goederenvervoer

In de NEV 2015 is in lijn met de Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving (CPB & PBL, 2015) een verbetering verondersteld van de transportefficiëntie in het goederenvervoer. Deze efficiëntieverbetering is het resultaat van schaalvergroting en samenwerking in de logistieke keten. Ook de verdergaande invoering van ICT in de logistieke keten draagt hieraan bij. Dit is beschreven in paragraaf 6.1. De omvang van deze efficiëntieverbetering is echter onzeker, mede omdat het ontbreekt aan kwantitatieve inzichten in de historische ontwikkeling van de vervoersefficiëntie. In de onzekerheidsanalyse in de NEV 2015 is daarom inzichtelijk gemaakt wat de invloed is van een andere ontwikkeling van de efficiëntie in het goederenvervoer op het energiegebruik en de CO₂-emissies. In de NEV 2015 is voor de logistieke efficiëntie het gemiddelde genomen van de aannames in de WLO-scenario's HOOG en LAAG. In de onzekerheidsanalyse zijn de aannames gebruikt uit beide scenario's zelf, zoals die zijn beschreven in het Cahier Mobiliteit van de WLO (CPB & PBL, 2015).

9.1.4 Ontwikkeling verschil in CO₂-uitstoot tussen test en praktijk

Het verschil in brandstofverbruik en CO₂-uitstoot per kilometer tussen de test en de praktijk is de afgelopen jaren snel toegenomen, zoals is beschreven in paragraaf 5.2.4. Het effect van het Europese bronbeleid en het fiscale stimuleringsbeleid in Nederland op de CO₂-emissies van het personenauto- en bestelautoverkeer valt hierdoor in de praktijk lager uit dan op basis van de testwaarden verwacht had mogen worden. Het is onzeker hoe dit verschil zich de komende jaren ontwikkelt onder invloed van de steeds strenger wordende CO₂-normering.⁸ In de onzekerheidsanalyse is inzichtelijk gemaakt wat de invloed is van een gelijkblijvend verschil tussen test en praktijk (op het niveau van 2014) dan wel een trendmatige voortzetting van de toename tussen test en praktijk zoals die de afgelopen jaren heeft plaatsgevonden.

9.1.5 Tankgedrag van internationale transporteurs

Het energiegebruik en de CO₂-emissie van verkeer en vervoer in Nederland worden conform internationale afspraken berekend op basis van de hoeveelheid brandstof die in Nederland wordt verkocht voor verkeer (zie paragraaf 1.3). De ontwikkeling van de formele CO₂-emissie van verkeer en vervoer in Nederland wordt daarmee niet alleen bepaald door de

⁷ Inmiddels is in ILUC-richtlijn een plafond vastgelegd voor de inzet van eerste generatie biobrandstoffen van 7%. Deze richtlijn is verschenen na het vastleggen van de beleidsuitgangspunten voor de NEV 2015 en is daarmee niet meegenomen in de gevoeligheidsanalyse. Daarom is in de gevoeligheidsanalyse gerekend met een aandeel biobrandstoffen van maximaal 10%.

⁸ Ook de aangekondigde wijzigingen in de testprocedure zijn van invloed op de ontwikkeling van het verschil in brandstofverbruik tussen test en praktijk. De nieuwe testprocedure (WLTP) is echter niet meegenomen in de NEV 2015, zoals is beschreven in hoofdstuk 5.

groei van de verkeersvolumes en het tempo waarin de brandstofefficiëntie van het (weg)verkeer verbetert, maar ook door de locatie waar wordt getankt.

Historisch ligt de afzet van diesel aan het wegverkeer in Nederland circa 10 tot 20 procent hoger dan de hoeveelheid diesel die in Nederland wordt verbruikt door het wegverkeer. Dit verschil wordt deels veroorzaakt door onnauwkeurigheden in het berekende verbruik en mogelijk ook door het gebruik van de diesel voor andere toepassingen dan wegverkeer, maar waarschijnlijk is het overgrote deel te herleiden naar het internationale transport over de weg. Moderne vrachtauto's hebben dusdanig grote brandstoftanks dat ze met een volle tank enkele duizenden kilometers kunnen rijden. De diesel die in Nederland wordt afgezet aan het internationale wegvervoer kan dus voor een groot deel in het buitenland worden verbruikt. Omgekeerd geldt overigens dat een deel van de (buitenlandse) vrachtauto's die Nederland aandoen, hier wellicht niet altijd tanken. Omdat Nederland een relatief klein land is met veel internationaal wegvervoer, is de verwachting dat er door het wegvervoer per saldo minder diesel wordt getankt in Nederland dan dat er in Nederland wordt verstoekt (PBL, 2013).

De afzet van brandstof aan het wegverkeer in Nederland is sinds 2012 relatief snel gedaald. Dit geldt vooral voor de dieselverkopen, die tussen 2011 en 2014 met 14% zijn afgenomen. Deze snelle daling van de brandstofafzet is deel het gevolg van de instroom van zuinige auto's in het autopark en de stagnatie van de verkeersvolumes, maar dit verklaart de daling niet volledig. De verhoging van de BTW in 2012 en de accijnsverhoging op diesel en LPG begin 2014 spelen waarschijnlijk ook een rol. Transport en Logistiek Nederland (TLN) meldt bijvoorbeeld dat sinds de accijnsverhoging op diesel Nederlandse vervoerders steeds meer in België tanken, waar de accijns lager is en vervoerders bovendien een deel van de accijns terug kunnen krijgen. Voor internationale vervoerders is het prijsverschil van diesel aan de pomp hierdoor inmiddels opgelopen tot circa 15 cent per liter.

De snelle daling van de brandstofafzet aan wegverkeer in Nederland tussen 2011 en 2014 leidt ertoe dat ook de Nederlandse CO₂-emissie van verkeer en vervoer snel is afgenomen. Het is echter de vraag of deze snelle daling zich doorzet in de komende jaren. Dit zal mede afhangen van de ontwikkeling in de brandstofprijzen in Nederland en in de ons omringende landen. Als de snelle daling van de afgelopen jaren zich voortzet, dan kan de CO₂-emissie van verkeer en vervoer in 2020 en 2030 substantieel lager uitvallen dan in de NEV 2015 is geraamd. In de onzekerheidsanalyse is onderzocht hoe de CO₂-emissie zich ontwikkelt indien het verschil tussen afzet en verbruik zich anders ontwikkelt dan is verondersteld in de NEV 2015. Tabel 9.5 geeft de ontwikkeling van het verschil in de afgelopen vier jaar en de aannames die in de NEV 2015 zijn gedaan voor de projecties in 2020 en 2030.

Tabel 9.5

Verskil tussen afzet en verbruik van benzine en diesel voor wegverkeer in Nederland in 2011-2014 (bron: Emissieregistratie) en in de ramingen

	Historische ontwikkeling				Projecties 2020 en 2030		
	2011	2012	2013	2014	Laag	Midden	Hoog
Benzine	0%	-4%	-6%	-8%	-8%	-3%	0%
Diesel	+26%	+23%	+23%	+15%	+10%	+20%	+25%

9.1.6 Onzekerheden rond elektriciteitsverbruik verkeer en vervoer

Het aandeel van elektriciteit in het energiegebruik van de sector verkeer en vervoer is gering: van het geraamde energiegebruik in 2020 van 516 petajoule (bij vastgesteld beleid) bestaat 8 petajoule uit elektriciteit. De inzet van elektriciteit voor transport is echter onze-

ker: de NS werkt in het personenvervoer over het spoor aan verbetering van de energie-efficiëntie, wat tot een lager energiegebruik per vervoerde reiziger moet leiden. In het goederenvervoer per spoor is juist een trend gaande naar steeds grotere inzet van elektrische tractie in plaats van dieseltreinen. Ook het elektriciteitsgebruik voor wegverkeer neemt snel toe. Omdat onzeker is hoe deze trends zich doorzetten tot 2030, is voor ieder een bandbreedte bepaald. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 9.6. Voor de volledigheid zijn in de Tabel ook de effecten weergegeven op de geraamde CO₂-emissie van de sector verkeer en vervoer (deze resultaten zijn gelijk aan die in Tabel 9.2). De resultaten hebben alleen betrekking op het tank-to-wheel deel: de CO₂-emissie tijdens de opwekking van de elektriciteit is niet meegenomen (dit geldt overigens voor alle CO₂-emissies in dit rapport).

Tabel 9.6

Onzekere factoren rond de prognoses van elektriciteitsverbruik van verkeer en vervoer bij vastgesteld beleid (V)

	Elektriciteitsverbruik (petajoule)				CO ₂ -emissie (megaton)			
	2020		2030		2020		2030	
	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog
Efficiencyverbetering railvervoer	-0,6	+0,3	-1,2	+0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Groei elektrische tractie goederenvervoer spoor	-0,3	+0,5	-0,5	+1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Groei elektrisch rijden wegverkeer	-0,8	+0,7	-2,3	+2,6	+0,2	-0,2	+0,4	-0,5

De grootste onzekere factor in het geraamde elektriciteitsverbruik van verkeer en vervoer is de groei van het elektriciteitsverbruik door het wegverkeer. Onder invloed van fiscale stimulering is het aantal (semi-)elektrische auto's in het wagenpark de afgelopen jaren snel toegenomen. Het merendeel daarvan bestaat echter uit plug-in hybriden en uit onderzoek van TNO blijkt dat die maar een klein deel van hun kilometrages elektrisch rijden (Ligterink & Smokers, 2015). Hoe het de instroom van elektrische auto's zich de komende jaren ontwikkelt onder invloed van strengere CO₂-normen en veranderingen in de fiscale regelgeving is onzeker. Ook is onzeker hoe het aandeel elektrisch gereden kilometers van plug-in hybriden zich ontwikkelt onder invloed van verbeteringen in de laadinfrastructuur en initiatieven om plug-in hybriden meer dan nu op elektriciteit te laten rijden in plaats van op de verbrandingsmotor. Dit is vertaald in een bandbreedte rond het elektriciteitsverbruik van personenauto's. Een hoger elektriciteitsverbruik leidt tot een daling van het gebruik van fossiele brandstoffen en daarmee tot lagere CO₂-emissies binnen de sector verkeer en vervoer, zoals blijkt uit de Tabel.

9.2 Onzekerheden rond emissies van luchtverontreinigende stoffen

9.2.1 Onzekerheden rond ramingen bij vastgesteld beleid

De belangrijkste onzekere factoren rond de ramingen van de NO_x- en PM_{2,5}-emissies door verkeer en vervoer in 2020 en 2030 (bij vastgesteld beleid) zijn weergegeven in Tabel 9.7 (pagina 89). Zoals in de inleiding is aangegeven is er voor deze stoffen geen bandbreedte berekend op het niveau van de individuele sectoren, maar alleen voor de nationale totalen. In deze paragraaf worden daarom alleen de factoren die bijdragen aan de onzekerheid rond

de geraamde luchtmissies van verkeer en vervoer beschreven. Op de onderste regel van Tabel 9.7 zijn ook de ramingen voor verkeer en vervoer gegeven, om de bandbreedtes in een context te plaatsen. In de inleiding is ook toegelicht dat de onzekerheden rond de monitoring van de historische emissies niet zijn meegenomen in de analyse. De onzekerheidsanalyse brengt daarmee de onzekerheid in kaart in de ontwikkeling van de emissies ten opzichte van het basisjaar 2013. Belangrijke onzekere factoren in het bepalen van de historische emissies, zoals de hoogte van de slijtage-emissies van PM_{2.5} door het wegverkeer, blijven daarmee buiten beschouwing. Nieuwe inzichten daarin zouden zowel de historische emissie-reeks als de projecties beïnvloeden, en daarmee niet (of beperkt) de ontwikkeling van de emissies ten opzichte van het basisjaar. De bandbreedtes rond de luchtverontreinigende stoffen hebben alleen betrekking op het deel dat beleidsmatig wordt toegerekend aan Nederland. Er zijn dus geen bandbreedtes bepaald rond de emissieramingen van de zeescheepvaart.

De belangrijkste onzekere factor voor de geraamde NO_x-emissies van verkeer en vervoer bij vastgesteld beleid is de praktijkemissie van Euro-6 dieselpersonenauto's en -bestelauto's. Ook de economische groei is op lange termijn van invloed op de hoogte van de NO_x-emissie, evenals de ontwikkeling van de olieprijs en het aandeel dieselauto's in het personenauto-park. Net als voor CO₂-emissies geldt ook voor de emissies van luchtverontreinigende stoffen dat de formele emissies die aan Nederland worden toegerekend voor het wegverkeer worden bepaald op basis van brandstofverkoop. Ook voor luchtmissies is het tankgedrag daarmee een onzekere factor in de ramingen voor 2020 en 2030. Voor PM_{2.5} zijn vooral de economische groei en de energieprijzen van invloed op het eindresultaat. Voor een beschrijving van de wijze waarop de invloed van de bevolkingsgroei, economische groei, energieprijzen en het grenstanken op de verkeersvolumes en resulterende emissies is bepaald wordt verwezen naar paragraaf 9.1.

Zoals is toegelicht in paragraaf 3.2 is de RDE-regelgeving voor personenauto's en bestelauto's nog niet meegenomen als vastgesteld beleid in de NEV 2015. De NO_x-emissie van Euro-6 dieselpersonenauto's ligt daardoor in de praktijk nog aanzienlijk hoger dan die van Euro-6 benzineauto's. Hoeveel hoger is onzeker omdat er nog maar weinig metingen zijn verricht aan Euro-6 auto's. In de onzekerheidsanalyse is daarom inzichtelijk gemaakt wat de invloed is op de geraamde NO_x-emissies van een 20% lagere praktijkemissie van Euro-6 dieselauto's (personenauto's en bestelauto's) en van een situatie waarin de NO_x-emissies van Euro-6 auto's in de praktijk op hetzelfde niveau liggen als Euro-5 auto's.

Door de hogere NO_x-emissies van dieselpersonenauto's in vergelijking met benzineauto's is de ontwikkeling van het aandeel van dieselauto's in het wagenpark (en op de weg) ook van invloed op de geraamde NO_x-emissies van het personenautoverkeer. Sinds 2006 fluctueert het aandeel van dieselauto's in het personenautoverkeer op de weg tussen de 30 en 32%. In de ramingen loopt dit terug onder invloed van het Europese bronbeleid, zoals is beschreven in hoofdstuk 5. Dit is een onzekere inschatting. In de onzekerheidsanalyse is inzichtelijk gemaakt wat de invloed is van stabilisatie van het aandeel diesel in het personenautoverkeer tot 2030 en van een snellere terugloop dan in raming is verondersteld.

De NO_x-emissies van Euro-VI vrachtauto's en bussen zijn erg laag in de praktijk, onder invloed van de RDE-regelgeving voor deze voertuigen. Metingen van TNO laten zien dat de emissies in de praktijk onder de norm liggen (Kadijk et al., 2015). Daarmee liggen de emissies in de praktijk zo'n 80 tot 90 procent lager dan die van de Euro-V voertuigen die daarvoor op de markt waren. De komende jaren zal moeten blijken of dit ook het geval is bij de nieuwe generaties Euro-VI voertuigen die de komende jaren op de markt komen. In de onzekerheidsanalyse is onderzocht wat de invloed is van hogere en lagere NO_x-emissiefactoren

voor Euro-VI voertuigen op de geraamde NO_x-emissies. Daarbij is gekeken naar een situatie waarin de praktijkemissies 75% dan wel 95% lager liggen dan die van Euro-V voertuigen.

Tabel 9.7

Onzekere factoren rond ramingen van NO_x- en PM_{2.5}-emissie verkeer en vervoer bij vastgesteld beleid (V)

	NO _x -emissie (kiloton)				PM _{2.5} -emissie (kiloton)			
	2020		2030		2020		2030	
	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog
Bevolkingsgroei	-0,2	+0,2	-0,7	+0,7	-0,01	+0,01	-0,04	+0,04
Economische groei	-3,5	+2,4	-8,6	+7,9	-0,11	+0,07	-0,30	+0,27
Energieprijzen	-3,3	+2,2	-1,4	+4,8	-0,10	+0,07	-0,05	+0,17
Grenstanken	-4,5	+1,8	-2,7	+1,1	-0,12	+0,05	-0,09	+0,04
Verdieseling autopark	-0,2	+2,8	-0,5	+8,0	0,00	0,00	0,00	0,00
NO _x -emissie Euro-6 voertuigen	-2,3	+10,2	-3,5	+17,1	0,00	0,00	0,00	0,00
NO _x -emissie Euro-VI voertuigen	-1,3	+2,7	-1,7	+3,8	0,00	0,00	0,00	0,00
Schaalvergroting in de binnenvaart	-0,8	+0,9	-1,0	+1,5	-0,02	+0,03	-0,03	+0,05
Groei energiegebruik mobiele werktuigen	-2,4	+2,4	-2,6	+2,6	-0,08	+0,08	-0,10	+0,10
Raming	99,8		75,9		3,10		2,63	

De grootste onzekerheid bij de raming van de mobiele werktuigen bestaat uit de aanname dat de groei in de economische productie een evenredige groei in het energiegebruik betekent. Om hier een bandbreedte voor te bepalen is het historische energiegebruik van mobiele werktuigen vergeleken met de historische groei in de economische productie (CBS Statline, 2015). Hiervoor is een periode genomen vanaf 2000 tot en met 2012. De ratio tussen varieert n in de historische reeks. De standaarddeviatie van deze werkelijke reeks ratio's is als basis genomen voor de onzekerheid in het energiegebruik naar de toekomst.

Schaalvergroting zorgt bij binnenvaart in de NEV 2015 voor een efficiëntiewinst van ongeveer 10%. De ontwikkeling van de schaalvergroting is in beeld gebracht in een rapport met data van voor de economische crisis (Groen & Van Meijeren, 2010). Omdat er geen recente studies zijn naar de huidige en toekomstige schaalvergroting is dit een onzekere post in de binnenvaartraming. De onzekerheid is geschat door het verschil te bepalen tussen een prognose zonder schaalvergroting en met maximale schaalvergroting. De schaalvergroting uit Groen & Van Meijeren (2010) is daarbij als 'maximaal' gekenmerkt. De uitkomsten van deze twee prognoses geven de bandbreedte weer van het effect van schaalvergroting op het energiegebruik en de emissies.

Tabel 9.8**Onzekere factoren rond ramingen van NO_x- en PM_{2,5}-emissie verkeer en vervoer bij vastgesteld beleid (V)**

	NO _x -emissie (kiloton)				PM _{2,5} -emissie (kiloton)			
	2020		2030		2020		2030	
	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog
Bevolkingsgroei	-0,2	+0,2	-0,8	+0,8	-0,01	+0,01	-0,03	+0,03
Economische groei	-1,0	+0,7	-3,3	+3,0	-0,03	+0,02	-0,10	+0,09
Energieprijzen	-1,4	+0,9	-0,7	+2,4	-0,05	+0,03	-0,03	+0,09
Grenstanken	-1,4	+0,7	-1,3	+0,6	-0,21	+0,11	-0,21	+0,11
Verdieseling autopark	0,1	0,0	0,1	0,0	+0,02	-0,26	+0,04	-0,78
Groei energiegebruik mobiele werktuigen	-0,4	+0,4	-0,7	+0,7	0,00	+0,00	0,00	+0,00
Middenraming emissies NEV 2015	31,8		30,3		3,7		3,8	

De belangrijkste onzekerheden rond de geraamde ontwikkeling van de NMVOS- en NH₃-emissies door verkeer en vervoer zijn weergegeven in Tabel 9.8. Voor NMVOS is vooral de ontwikkeling van de economie en de energieprijzen van belang, terwijl voor NH₃ het aantal dieselauto's in het personenautopark van invloed is op de geraamde emissie. NH₃-emissies worden vooral veroorzaakt door benzineauto's, dus een hoger aandeel dieselauto's in het wagenpark leidt voor NH₃ juist tot lagere emissieramingen.

9.2.2 Onzekerheden rond effecten van voorgenomen beleid voor lucht-emissies

De beleidsvariant met voorgenomen beleid (VV) bevat voor de luchtverontreinigende stoffen onder meer de invoering van de RDE-regelgeving voor Euro-6 voertuigen en de Stage-V emissienormen voor binnenvaartschepen en mobiele werktuigen. Beide beleidsvoorstellen leiden tot een forse reductie van de geraamde NO_x-emissies in 2030. Het effect van beide voorstellen is echter onzeker, daarom is voor beide maatregelen een bandbreedte bepaald. De bandbreedtes zijn weergegeven in Tabel 9.9. Omdat het in beide gevallen gaat om voorgenomen maatregelen, is het effect inherent onzeker. Het is immers nog niet bekend of de maatregel daadwerkelijk wordt ingevoerd en hoe die er uiteindelijk uit gaat zien. Dit is echter niet meegenomen bij het bepalen van de bandbreedtes in de tabel. De bandbreedtes laten de onzekerheid zien rond de effecten van de maatregelen in de praktijk, gegeven de in de NEV 2015 veronderstelde vormgeving van de maatregelen (zoals het moment van inwerking-treding en de hoogte van de normen).

De RDE-regelgeving leidt tot een forse reductie van de NO_x-emissies van dieselpersonenauto's en -bestelauto's in 2030. Om de bandbreedte rond de effecten van de RDE-regelgeving te bepalen is gekeken naar de invloed op de NO_x-emissies als de praktijkemissie van de RDE-gekeurde voertuigen 30% hoger of 20% lager uitvalt dan is geschat in de raming. Dit resulteert in de bandbreedtes uit Tabel 9.9. Omdat de RDE-regelgeving verondersteld wordt in 2020 van kracht te worden, is de bandbreedte in 2020 nog minimaal.

Het Stage-V behelst een aanscherping van de emissienormen voor NO_x, fijnstof en NMVOS voor de binnenvaart en mobiele werktuigen. De normen zouden in 2019 en 2020 van kracht

moeten worden. Naar verwachting zal er een verschil zijn tussen de emissies in de goedkeuringstest en in de praktijk, zoals ook bij het wegverkeer is geconstateerd. Om hier een bandbreedte voor te schatten, is voor de binnenvaart aangenomen dat de emissiereductie 30% lager of 10% hoger kan zijn. Voor de mobiele werktuigen is aangenomen dat de emissiereductie -50% en +10% kan zijn. Met deze waarden is een bandbreedte rondom de emissies berekend.

Tabel 9.9

Bandbreedte rond effecten van voorgenomen beleid voor NO_x en PM_{2,5}

	NO_x-emissie (kiloton)				PM_{2,5}-emissie (kiloton)			
	2020		2030		2020		2030	
	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog
RDE-regelgeving Euro-6	-0,1	+0,1	-1,8	+3,2				
Stage-V normen NRMM	-0,3	+0,9	-1,5	+4,7	-0,01	+0,03	-0,06	+0,22
Middenraming emissies NEV 2015	97,1		54,2		5,6		4,7	

Referenties

- AEA, Association ASPEN, CE Delft, TNO & Oko-Instituut e.V. (2009), Assessment with respect to long term CO2 emission targets for passenger cars and vans, London: AEA.
- Boer, L.C. den, Hoen, M.J.J. 't & M.B.J. Otten (2015), Update rekenmodule emissies autobussen, Delft: CE Delft.
- Bok, M. de & Ruijs, K. (2015), M04_Resultaten Basgoed middenraming NEV 2e schot – 6 mei 2015, Significance quantitative research
- Brandstofvisie (2014), Ministerie van Infrastructuur en Milieu - Een duurzame brandstofvisie met LEF; De belangrijkste uitkomsten uit het SER-visietraject naar een duurzame brandstoffenmix in Nederland - juni 2014
- CBS (2015a), Revisie Hernieuwbare Energie 2015. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CBS (2015b), Revisie Energiebalans 1995-2013, Den Haag/Heerlen: CBS
- CBS Statline (2015), Kerncijfers groeirekeningen (<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=81429NED&D1=0,2,14,28,30,34-35,43&D2=1,4,20-22&D3=0&D4=a&HDR=G2,T&STB=G1,G3&VW=T>), opgehaald op 16/07/2015, Den Haag/Heerlen: CBS
- CE Delft (2015), Projected biofuel consumption in the Dutch transport sector for 2020 and 2030, Delft: CE Delft.
- Coenen, P.W.H.G., Maas, C.W.M., Zijlema, P.J. et al. (2016), Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2013, National Inventory Report 2015, Bilthoven: National Institute for Public Health and the Environment.
- Commissie Corbey (2014), Advies over de dubbeltellingregeling voor betere biobrandstoffen, Commissie Duurzaamheidsvraagstukken Biomassa
- CPB & PBL (2015), Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Cahier mobiliteit, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- CPB (2015), Centraal Economisch Plan 2015. Den Haag: Centraal Planbureau
- Drissen (2016), Demografie en economie in de Nationale Energieverkenning 2015, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- EASA (2011) – Notice of Proposed Amendment (NPA) No 2011-08 – 16 May 2011, European Aviation Safety Agency
- EC (1998), Richtlijn 98/70/EG van het Europees Parlement en de Raad van 13 oktober 1998 betreffende de kwaliteit van benzine en van dieselbrandstof en tot wijziging van Richtlijn 93/12/EEG van de Raad
- EC (2009a), Beschikking nr. 406/2009/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 april 2009 inzake de inspanningen van de lidstaten om hun broeikasgasemissies te verminderen om aan de verbintenissen van de Gemeenschap op het gebied van het verminderen van broeikasgassen tot 2020 te voldoen
- EC (2009b), Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC
- EC (2009c), Directive 2009/30/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emissions and amending Council Directive 1999/32/EC as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing Directive 93/12/EEC
- EC (2013), Voorstel voor een richtlijn van het Europees parlement en de Raad ter vermindering van de nationale emissies van bepaalde luchtverontreinigende stoffen en tot wijziging

- van Richtlijn 2003/35/EG. COM(2013) 920 final, 2013/0443 (COD), Europese Commissie Brussel
- EC (2015), Directive (EU) 2015/1513 of the European Parliament and of the Council of 9 September 2015 amending Directive 98/70/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources
- EEA (2014), Monitoring CO2 emissions from passenger cars and vans in 2013, Copenhagen: European Environment Agency.
- EEA (2015), Monitoring CO2 emissions from new passenger cars and vans in 2014, European Environmental Agency
- EPA (2012) – Federal Register Vol. 77, No. 117, Part II; Control of Air Pollution From Aircraft and Aircraft Engines; Emission Standards and Test Procedures; Final Rule, Environmental Protection Agency
- Geilenkirchen, G.P., Geurs, K.T., Essen, H.P. van, Schroten, A. & Boon, B. (2010), Effecten van prijsbeleid in verkeer en vervoer. Kennisoverzicht. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Groen, T. & Meijeren, J. Van (2010), Vlootontwikkeling binnenvaart – 27 mei 2010, Delft: TNO
- Hammingh, P.; Holland, M.; Geilenkirchen, G.; Jonson, J.; Maas, R. (2012) – Assessment of the environmental impacts and health benefits of a nitrogen emission control area in the North Sea, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving
- Hoer et al. (2010), Verkeer en vervoer in de Referentieraming Energie en Emissies 2010-2020. Broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen, CBS/PBL
- Hoer, A., Geilenkirchen, G. & Elzenga, H. (2014) Achtergronden van de NEV-raming verkeer en vervoer. Verkeer en vervoer in de Nationale Energieverkenning 2014, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Hulskotte, J. (2014a), Gebruikershandleiding POTAMIS, Prognosis Of Transport Air emissions Model of Inland Shipping – 27 augustus 2014, Utrecht: TNO
- Hulskotte, J. (2014b), POSEIDON gebruikershandleiding Prognosis Of Shipping Emissions by Improved enDuring Observation of Navigation, Utrecht: TNO
- Hulskotte, J. (2014c), MEPHISTO gebruikershandleiding Machinery Emissions Prognosis Helped by Information on Sales of Technology and Oils, Utrecht: TNO
- ICCT (2014), From laboratory to road. A 2014 update of official and “real-world” fuel consumption and CO2 values for passenger cars in Europe, Brussels: ICCT.
- IEA (2014), World Energy Outlook 2014. Paris: International Energy Agency
- IenM (2011), Kabinetsaanpak Klimaatbeleid op weg naar 2020, Kamerstukken II, 32 813, nr.1.
- IMO (2009), Second IMO GHG Study 2009, International Maritime Organization
- IMO (2014a), 2014 Guidelines on Survey and Certification of the Energy Efficiency Design Index (EEDI), International Maritime Organization
- IMO (2014b), Third IMO Greenhouse Gas Study 2014, International Maritime Organization
- Jimmink et al. (2015), Emissions of transboundary air pollutants in the Netherlands 1990-2013; Informative Inventory report 2015 - RIVM Report 2014-0166
- Kadijk, G., Ligterink, N., Mensch, P., Spreen, J., Vermeulen, R. & W. Vonk (2015), Uitstoot van stikstofoxiden en fijnstof door dieselloertuigen, Delft: TNO.
- KiM (2014), Mobiliteitsbeeld 2014, Den Haag: Kennisinstituut voor mobiliteitsbeleid
- Klein, J., Hulskotte, J., Ligterink, N., Molnár, H. & G. Geilenkirchen (2015), Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands. 2015, Statistics Netherlands, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency & TNO.
- Kouwenhoven, M. (2015a), Invoer AEOLUS voor NEV ronde 2, Significance
- Kouwenhoven, M. (2015b), AEOLUS resultaten NEV ronde 2, Significance
- Ligterink et al., (2013), Investigations and real world emission performance of Euro 6 light-duty vehicles, Delft: TNO

- Ligterink, N.E. & A.R.A. Eijk (2014), Update analysis of real-world fuel consumption of business passenger cars based on Travelcard Nederland fuelpass data, Delft: TNO.
- Ligterink, N.E. & Lange, R. de (2009), Refined vehicle and driving behaviour dependencies in the VERSIT+ emission model, ETAPP symposium.
- Ligterink, N.E. & R.F.A. Cuelenaere (2014), In- en uitstroom en samenstelling van het Nederlandse personenautopark, Delft: TNO.
- Ligterink, N.E. et al. (2015), Potential CO2 reduction technologies and their costs for Dutch passenger car fleet, Delft: TNO.
- Ligterink, N.E., & Smokers, R.T.M. (2015), Monitoring van plug-in hybriden voertuigen (PHEVs) april 2012 t/m maart 2015, Delft: TNO.
- Maersk (2010), Slow Steaming Here to Stay (<http://www.maersk.com/en/the-maersk-group/press-room/press-release-archive/2010/9/slow-steaming-here-to-stay>)
- MinFin (2014), Betreft Evaluatie accijnsverhoging op diesel en LPG (kenmerk AFP/2014/478 U), Den Haag: Ministerie van Financiën
- MuConsult (2015), DYNAMO 3.0: Dynamic Automobile Market Model. Technische eindrapportage, Amersfoort: MuConsult.
- PRC & TNO (2014), Evaluatie autogerelateerde belastingen 2008-2013 en vooruitblik automarkontwikkelingen tot 2020, Rotterdam: PRC & TNO.
- PRC (2015), Inputs CARbonTAX-model 3.0 t.b.v. NEV 2015, Rotterdam: Policy Research Corporation.
- Rijkswaterstaat (2013), BasGoed Datamodel (2.3) – 22-04-2013, Rijkswaterstaat
- Schiphol (2015), persoonlijke communicatie H. van Grootel
- Schoots, K. & P. Hammingh (2015), Nationale Energieverkenning 2015. ECN-O-15-033. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.
- SER (2013), Energieakkoord voor duurzame groei
- SER (2015), Commissie Borging Energieakkoord, Energieakkoord voor duurzame groei - Voortgangsrapportage 2015
- Significance quantitative research & SEO economisch onderzoek (2011), Actualisatie AEOLUS model; Technische aanpassingen
- Smeets et al. (2016), Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen 2013-2030. Achtergronddocument bij de Nationale Energieverkenning 2015, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- TNO (2015), Persoonlijke communicatie met Verbeek, R.
- Traa (2015), Het Trendextrapolatiemodel Voor Vrachtautoparken, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving
- Traa, M. et al. (2014), Het kortetermijnramingsmodel voor het bezit en gebruik van personenauto's in Nederland (KOTERPA). Modelbeschrijving, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- UNECE (2014), Guidelines for reporting emissions and projections data under the convention on long-range transboundary air pollution. Prepared by the task force on emission inventories and projection.
- Velders et al., (2015), Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2015, RIVM
- Verdonk, M. & Wetzels, W. (2012), Referentieraming energie en emissies: actualisatie 2012. Energie en emissies in de jaren 2012, 2020 en 2030, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Willems, R., Molnár - in 't Veld, H., Ligterink, N. (2014), Bottom-up berekening CO2 vrachtwagens en trekkers, Den Haag/Heerlen: CBS

Bijlage 1: Overzicht beleidsmaatregelen verkeer en vervoer

In onderstaande tabel wordt aangegeven welke maatregelen van overheden of andere maatschappelijke actoren zijn meegenomen in de beleidsvarianten van de NEV. De variant 'vastgesteld beleid' gaat uit van concrete, officieel gepubliceerde of zoveel mogelijk bindende maatregelen. De variant 'voorgenomen beleid' gaat daarnaast uit van openbare voornemens voor maatregelen die op 1 mei 2015 concreet genoeg waren om in de berekeningen te verwerken.

Maatregelen voor energieverbruik en CO₂-emissies

Maatregel	Vastgesteld	Voorgenomen
Richtlijn hernieuwbare energie	ja	ja
Richtlijn Brandstofkwaliteit	ja	ja
Richtlijn Uitrol infrastructuur voor alternatieve brandstoffen (Clean Power for Transport)	ja	ja
Besluit hernieuwbare energie vervoer 2015	ja	ja
Besluit brandstoffen luchtverontreiniging	ja	ja
Bijmenging conventionele biobrandstoffen beperken tot max 5%	nee	nee
CO ₂ -norm personenauto's 95 g/km per 2021	ja	ja
CO ₂ -norm personenauto's 73 g/km per 2025	nee	ja
CO ₂ -norm bestelauto's 147 g/km per 2020	ja	ja
Nieuwe testprocedure voor brandstofverbruik en emissies van personen- en bestelauto's (WLTP)	nee	nee
Verordening (EG) Nr. 661/2009 met eisen voor rolweerstand banden, schakelindicatoren en bandenspanningscontrolesystemen	ja	ja
Belastingregime personenauto's t/m 2016. Trendmatige voortzetting na 2016.	ja	ja
Brandstofaccijnzen januari 2015	ja	ja
Teruggaveregeling LNG 2014-2018	ja	ja
Proeftuinen hybride en elektrisch rijden	ja	ja
Proeftuin rijden op waterstof	ja	ja

Maatregel	Vastgesteld	Voorgenomen
Proeftuinprogramma Truck van de Toekomst	ja	ja
Topsector Logistiek	ja	ja
Lean and Green Logistics	ja	ja
Lean and Green Personal Mobility	ja	ja
Low Car Diet	ja	ja
Het Nieuwe Rijden 2.0 (2010-2014)	ja	ja
Platform slim werken slim reizen	ja	ja
Programma beter benutten	ja	ja
Verhoging snelheidslimiet hoofdwegenet	ja	ja
Meerjaren Afspraken Energie-efficiëntie 2008-2020 Rail	ja	ja
EEDI/SEEMP zeeschepen	ja	ja
Subsidieprogramma innovaties duurzame binnenvaart	ja	ja
Luchtvaart in ETS	ja	ja
Vamil/MIA (cq Milieulijst)	ja	ja
Green deal zero emission stadsdistributie	ja	ja
Green deal Kennisplatform duurzaam spoor	ja	ja
Green deal Teruglevering van remenergie	ja	ja
Green deal Fiets in het woon-werkverkeer	ja	ja
Green deal Innoveren MKB Elektrisch vervoer	ja	ja
Green deal Metropoolregio Amsterdam elektrisch	ja	ja
Green deal Zero emissie busvervoer	ja	ja
Green deal 'Tussen fiets en auto'	ja	ja
Green deal LNG: Rijn en wadden	ja	ja
Green deal Versnelling innovatie elektrische mobiliteit bij MKB	ja	ja
Green deal KLM	ja	ja
Green Deal Elektrisch Rijden	ja	ja
Green Deal The New Motion	ja	ja
Green Deal Elektrisch rijden	ja	ja
Green Deal Autodelen	nee	ja

Maatregel	Vastgesteld	Voorgenomen
Gedragscampagne "ik ben Hopper"	nee	ja
Publiekscampagne 'Kies de beste band'	nee	ja
Actieplan fietsparkeren	nee	ja

Maatregelen voor luchtverontreinigende stoffen

Maatregel	Vastgesteld	Voorgenomen
Euronormen voor personen- en bestelauto's tot en met Euro-6	ja	ja
RDE-regelgeving voor personenauto's en bestelauto's vanaf 2020	nee	ja
Euro-normen voor zwaar verkeer tot en met Euro-VI per 1-1-2014	ja	ja
EU-emissienormering non-road t/m fase 4	ja	ja
EU-emissienormering non-road fase 5 (Commissievoorstel sep2014)	nee	ja
Vervangingsregeling bestelauto's (lucht)	nee	ja
IMO-eisen uit 2008 voor zeescheepvaart	ja	ja
Stimulering Euro-6 bestelauto's en taxi's	ja	ja
Walstroom Schiphol	ja	ja
Advies Alderstafel over groei Schiphol	ja	ja

Bijlage 2: Emissies luchtverontreinigende stoffen

In deze bijlage worden overzichten gepresenteerd van de *fuel-sold* emissies van NO_x, PM_{2,5}, NMVOS, SO₂ en NH₃ voor de sector verkeer en vervoer, uitgesplitst naar modaliteiten. Voor het wegverkeer zijn alleen fuel sold ramingen gemaakt op het niveau van de verschillende brandstoffen. Daarom worden de resultaten alleen gepresenteerd naar brandstofsoort en niet naar voertuigcategorie. In de tabellen is onderscheid gemaakt tussen het vastgestelde (V) en voorgenomen beleid (VV). Tevens worden de emissietotalen gepresenteerd voor de hele sector en het deel dat beleidsmatig aan Nederland wordt toegerekend (NEC-totaal). In het NEC-totaal telt de emissie van de zeescheepvaart niet mee.

Tabel B1: NO_x-emissies van verkeer en vervoer

Modaliteit	2000	2010	2013	2020_V	2020_VV	2030_V	2030_VV
Wegverkeer benzine	43,9	13,4	10,6	5,0	5,0	3,6	3,4
Wegverkeer diesel	127,6	110,5	90,8	46,1	46,3	27,7	21,6
Wegverkeer LPG/CNG	6,3	1,8	1,6	0,5	0,5	0,4	0,4
Binnenvaart	30,0	26,9	28,7	25,1	22,4	26,0	12,1
Mobiele werktuigen	38,2	22,0	18,9	13,2	12,9	8,3	7,3
Visserij	15,9	6,9	5,3		4,6		3,0
Luchtvaart	2,4	2,8	3,0	3,9	3,9	5,6	5,1
Railvervoer	2,1	1,9	1,6		1,4		1,3
Zeescheepvaart, binnengaats	16,4	23,0	23,2		24,1		23,3
Zeescheepvaart, NCP	94,4	88,3	79,2		85,0		81,8
NEC-totaal	266	186	161	100	97	76	54
Totaal verkeer en vervoer	377	297	263	209	206	181	159

N.B: als er één ingevulde waarde is voor beide beleidsvarianten betekent dat dat er geen verschil tussen de beleidsvormen is.

Tabel B2: PM_{2,5}-emissies van verkeer en vervoer

Modaliteit	2000	2010	2013	2020_V	2020_VV	2030_V	2030_VV
Wegverkeer benzine*	1,14	0,59	0,48	0,40	0,40	0,41	0,39
Wegverkeer diesel*	8,93	4,24	2,87	0,66	0,66	0,29	0,30
Wegverkeer LPG/CNG*	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
Binnenvaart	1,30	0,91	0,89	0,83	0,75	0,84	0,40
Mobiele werktuigen	2,34	1,03	0,83	0,46	0,45	0,34	0,18
Visserij	0,36	0,15	0,12	0,10		0,07	
Luchtvaart	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,07	0,06
Railvervoer	0,06	0,05	0,05	0,06		0,06	
Zeescheepvaart, binnengaats	0,90	0,98	0,78	0,61		0,62	
Zeescheepvaart, NCP	6,44	4,66	3,38	2,22		2,14	
Slijtage-emissies totaal	0,39	0,43	0,42	0,52		0,55	
NEC-totaal	15	8	6	3	3	3	2
Totaal verkeer en vervoer	22	13	10	6	6	5	5

*) alleen uitlaatemissies

Tabel B3: NMVOS-emissies van verkeer en vervoer

Modaliteit	2000	2010	2013	2020_V	2020_VV	2030_V	2030_VV
Wegverkeer benzine	53,4	27,4	24,2	0,40	0,40	0,41	0,39
Wegverkeer diesel	10,1	3,7	2,5	0,66	0,66	0,29	0,30
Wegverkeer LPG/CNG	3,1	1,0	1,0	0,01	0,01	0,02	0,02
Binnenvaart	7,5	5,6	5,1	0,83	0,75	0,84	0,40
Mobiele werktuigen	7,8	4,1	3,6	0,46	0,45	0,34	0,18
Visserij	0,7	0,3	0,2	0,10		0,07	
Luchtvaart	0,4	0,4	0,4	0,05	0,05	0,07	0,06
Railvervoer	0,1	0,1	0,1	0,06		0,06	
Zeescheepvaart, binnengaats	0,6	0,8	0,8	0,61		0,62	
Zeescheepvaart, NCP	2,8	2,2	2,1	2,22		2,14	
NEC-totaal	83	43	37	3	2	2	1
Totaal verkeer en vervoer	57	46	40	5	2	5	1

Tabel B4: SO₂-emissies van verkeer en vervoer

Modaliteit	2000	2010	2013	2020_V	2020_VV	2030_V	2030_VV
Wegverkeer benzine	0,56	0,17	0,16	0,08	0,08	0,08	0,07
Wegverkeer diesel	2,98	0,12	0,12	0,08	0,08	0,08	0,08
Wegverkeer LPG/CNG	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Binnenvaart	2,11	0,54	0,01	0,01		0,01	
Mobiele werktuigen	2,86	0,24	0,02	0,02		0,02	
Visserij	0,92	0,06	0,00	0,00		0,00	
Luchtvaart	0,19	0,18	0,19	0,23	0,23	0,33	0,30
Railvervoer	0,12	0,02	0,00	0,00		0,00	
Zeescheepvaart, binnengaats	10,05	6,22	4,85	1,04		1,14	
Zeescheepvaart, NCP	55,40	32,17	21,16	2,45		2,54	
NEC-totaal	9,8	1,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5
Totaal verkeer en vervoer	75,2	39,7	26,5	3,9	3,9	4,2	4,2

Tabel B5: NH₃-emissies van verkeer en vervoer

Modaliteit	2000	2010	2013	2020_V	2020_VV	2030_V	2030_VV
Wegverkeer	3,54	4,34	3,85	3,42	3,37	3,50	3,43
Wegverkeer	0,08	0,24	0,25	0,15	0,15	0,10	0,10
Wegverkeer	0,73	0,23	0,18	0,16	0,15	0,19	0,18
Binnenvaart	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01	
Mobiele werktuigen	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01	
Visserij	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Luchtvaart	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Railvervoer	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Zeescheepvaart, binnengaats	0,00	0,00	0,00	0,01		0,01	
Zeescheepvaart, NCP	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01	
NEC-totaal	4,4	4,8	4,3	3,8	3,7	3,8	3,7
Totaal verkeer en vervoer	4,4	4,9	4,3	3,8	3,7	3,8	3,8

N.B: één ingevulde waarde voor beide beleidsvarianten houdt in dat er geen verschil tussen de beleidsvormen is.

Bijlage 3:

Modelinstrumentarium

Model	Eigenaar	Ontwikkelaar	Gebruiker*	Documentatie	Modeloutput
LMS	WVL	Significance / 4Cast	PBL		Groeioprognose personenmobiliteit over land: auto, trein, bus/tram/metro, fietsen en lopen
Dynamo 3.0	WVL/PBL	MuConsult	PBL	MuConsult (2015)	Omvang personenautopark
KOTERPA	PBL	PBL	PBL	Traa et al. (2014)	Samenstelling personenautoverkeer op de weg naar leeftijd en brandstof
CARbonTAX	Policy Research	Policy Research	Policy Research	PRC (2015)	Nieuwverkopende personenauto's naar brandstof en CO ₂ -uitstoot
BasGoed	WVL	Significance, ...	Significance	Rijkswaterstaat (2013)	Groeioprognose goederenvervoer in, van en naar Nederland over weg/water/spoor en door de lucht
TREVA	PBL	PBL	PBL	Traa (2015)	Samenstelling vrachtverkeer op de weg naar leeftijd
Rekenmodel autobussen	PBL	CE Delft	PBL	Den Boer et al. (2014)	Samenstelling, energiegebruik en emissies autobussenpark
VERSIT+	TNO	TNO	TNO	Ligterink & De Lange (2009)	Emissiefactoren wegverkeer per voertuigcategorie en wegtype
Aeolus	IenM	Significance	Significance	Significance & SEO (2011)	Groei luchtvaart op Nederlandse luchthavens
POSEIDON	PBL	TNO	PBL	Hulskotte (2014b)	Samenstelling, energiegebruik en emissies zeevaartvloot in en rond NL
POTAMIS	PBL	TNO	PBL	Hulskotte (2014a)	Samenstelling, energiegebruik en emissies binnenvaartvloot in NL
MEPHISTO	PBL	TNO	PBL	Hulskotte (2014c)	Samenstelling, energiegebruik en emissies park mobiele werktuigen in NL

*) in de NEV 2015