



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

# Grootschalige concentratie- en depositie- kaarten *Nederland*

Rapportage 2014



# Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland

Rapportage 2014

RIVM Rapport 680363002/2014

## Colofon

G.J.M. Velders  
J.M.M. Aben  
G.P. Geilenkirchen<sup>1</sup>  
H.A. den Hollander  
H. Noordijk  
E. van der Swaluw  
W.J. de Vries  
J. Wesseling  
M.C. van Zanten

<sup>1</sup>) PBL (Planbureau voor de Leefomgeving)

Contact:  
G.J.M. Velders  
Milieu en Veiligheid - Centrum voor Milieukwaliteit  
guus.velders@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, in het kader van Project GCN-kaarten.

## Publiekssamenvatting

### Nieuwe concentratie- en depositiekaarten voor NSL en PAS

Het RIVM heeft kaarten opgesteld waarop staat aangegeven wat in 2013 in Nederland de concentraties in de lucht waren van onder andere stikstofdioxide en fijn stof. Ook is op een kaart aangegeven in welke mate stikstof op de bodem neerslaat. Daarnaast zijn toekomstberekeningen voor deze stoffen gemaakt voor de periode 2015-2030. De kaarten worden gebruikt voor de monitoring van het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) en de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). Hiermee worden onder andere de effecten van ruimtelijke plannen getoetst.

### Stikstofdioxideconcentraties voor 2015 veelal lager

De *gemeten* concentraties stikstofdioxide waren in 2013 lager dan in 2012. De concentraties die voor 2015 zijn *berekend*, zijn op de meeste locaties lager dan vorig jaar was geraamd. Toch blijven er een aantal probleemgebieden bestaan waarin de verwachte concentraties hoger zijn dan vorig jaar geraamd, vooral in de regio's Rotterdam en Den Haag. Wat de verwachte *overschrijdingen* van de normen in 2015 betreft, zal dat in Amsterdam en Utrecht op minder locaties aan de orde zijn dan eerder was ingeschat, en in Rotterdam op meer locaties.

Drie oorzaken voor deze aangepaste verwachting zijn het belangrijkste. Als eerste is bij de ramingen een correctie aangebracht voor systematische verschillen tussen gemeten en berekende stikstofdioxideconcentraties. Ten tweede stoten de nieuwste modellen vrachtauto's minder stikstofoxiden uit dan eerder was ingeschat. Ten derde zijn effecten meegenomen van het SER-energieakkoord uit 2013. Hierin zijn afspraken gemaakt om energie te besparen bij huishoudens, industrie en landbouw en het aandeel alternatieve energiebronnen als wind- en zonne-energie te vergroten.

### Roetconcentraties dalen naar verwachting verder

Steeds meer dieselauto's hebben een filter, waarmee roet effectief wordt afgevangen. Op basis van het huidige beleid wordt geschat dat de roetconcentratie de komende jaren verder daalt, en in 2020 bijna zal zijn gehalveerd ten opzicht van het huidige niveau.

### Daling stikstofdepositie onveranderd

De neerslag van stikstof op de bodem in Nederland daalt naar verwachting de komende jaren in ongeveer dezelfde mate als vorig jaar was geraamd. Een dalende stikstofdepositie is een voorwaarde voor natuurbehoud.

## Abstract

### **New maps of concentrations and depositions for NSL and PAS**

In this report, the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) presents the latest maps of air concentrations in the Netherlands for several substances, including nitrogen dioxide and particulate matter for 2013. It also presents the maps for the deposition of nitrogen compounds to the soil for that year. Calculations for the future (2015-2030) have also been made. The maps are being used in the national air quality collaboration programme (NSL) and for the programmatic approach to nitrogen (PAS) for monitoring new spatial planning projects.

### **Nitrogen dioxide concentrations mostly lower for 2015**

The measured concentrations of nitrogen dioxide were in 2013 lower than in 2012. Concentrations calculated for 2015 are at most locations below last year's estimates. Yet, there remain a number of areas where the expected concentrations are higher than last year's estimates, especially in the vicinity of Rotterdam and The Hague. The limit value for the nitrogen dioxide concentration will probably be exceeded in fewer locations in Amsterdam and Utrecht than was estimated earlier and in more locations in Rotterdam in 2015.

There are three main reasons for these adjusted expectations of future concentrations. First, a correction is applied to projections of nitrogen dioxide concentrations for systematic differences between measured and calculated concentrations. Second, the latest truck models emit less nitrogen oxides than was previously expected. Third, the effects of the SER energy agreement from 2013 have been taken into account. Arrangements have been made in the agreement to save energy in households, industry and agriculture, and to increase the share of alternative energy sources, such as, wind and solar energy.

### **Soot concentrations are expected to decrease further**

More and more diesel cars have a filter, which is effective in capturing soot. It is expected that, based on the current policies, the soot concentrations will continue to decrease in the coming years and will be reduced by almost 50 percent by 2020 compared to current levels.

### **Decrease in nitrogen deposition unchanged**

The deposition of nitrogen to the soil in the Netherlands is expected to decrease in the coming years by approximately the same amount as was estimated last year. A reduction in nitrogen deposition is a prerequisite for nature conservation.

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>10</b>
<b>2 Methode van concentratie- en depositie-berekeningen</b>	<b>12</b>
2.1 Grootschalige concentratie en depositie	12
2.2 Methode in het kort	13
2.2.1 Stap 1 – Berekening grootschalige concentratie en depositie	13
2.2.2 Stap 2 – Kalibratie op metingen	14
2.2.3 Stap 3 – Berekening lokale bijdragen	15
2.3 Verschillen in methode ten opzichte van 2013-rapportage	15
2.4 Kalibratie concentratiekaarten PM <sub>10</sub> en PM <sub>2,5</sub>	16
2.4.1 Secundair anorganisch aerosol	16
2.4.2 Kalibratie PM <sub>10</sub> -concentraties	16
2.4.3 Kalibratie PM <sub>2,5</sub> -concentraties	17
2.5 Bijtelling voor onverklaarde depositie	18
2.6 Depositie parametrisatie geoxideerd stikstof	19
2.7 Modelling ammoniak emissies uit de zee	20
2.8 Empirische relatie NO <sub>x</sub> -NO <sub>2</sub> en NO <sub>x</sub> -ozon	22
2.9 Dagverloop emissies wegverkeer	23
2.10 Correctie modellering pluimstijging	24
2.11 Landgebruik gewogen gemiddelde depositiesnelheid	25
2.12 Kalibratiekaart voor prognoses NO <sub>2</sub> en ozon	26
2.13 Onderzoek naar verbeteringen	29
<b>3 Emissies</b>	<b>30</b>
3.1 Nederlandse emissies: verleden	30
3.2 Actualiteit van de emissies	31
3.3 Buitenlandse emissies: verleden	31
3.4 Scenario's voor toekomstige emissies: Nederland	33
3.4.1 Vaststaand beleid	35
3.4.2 Voorgenomen beleid (BBR voor GCN- en GDN-kaarten)	39
3.5 SRM1- en SRM2-emissiefactoren	41
3.6 Verbeteringen in ruimtelijke verdelingen van emissies	42
3.6.1 Verdeling van de verkeersemissies	42
3.6.2 Verdeling emissies uit stallen	42
3.6.3 Tweede Maasvlakte	43
<b>4 Onzekerheden in concentraties en deposities</b>	<b>44</b>
4.1 Dubbeltelling van emissies voor rijkswegen	44
4.2 Onzekerheden historische concentraties	44
4.3 Onzekerheden historische deposities	45
4.4 Onzekerheden scenario's	46
4.5 Onzekerheden en kansen op overschrijdingen	47

<b>5</b>	<b>Grootschalige concentraties en bronbijdragen</b>	<b>48</b>
5.1	GCN-kaarten	49
5.1.1	NO <sub>2</sub> -concentraties	49
5.1.2	PM <sub>10</sub> -concentraties	52
5.1.3	PM <sub>2,5</sub> -concentraties	55
5.1.4	O <sub>3</sub> -concentraties	58
5.1.5	SO <sub>2</sub> -concentraties	58
5.1.6	CO, CO (98-percentiel)- en benzeenconcentraties	58
5.2	Opbouw concentraties NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> en SO <sub>2</sub>	59
5.3	Gevoeligheidsanalyse nieuwe emissieplafonds (NEC) voor 2030	61
5.4	Indicatieve grootschalige concentraties van elementair koolstof (EC)	61
<b>6</b>	<b>Grootschalige depositie en bronbijdragen</b>	<b>67</b>
6.1	GDN-kaarten	67
6.1.1	Stikstofdepositie	70
6.1.2	Potentieel-zuurdepositie	70
6.2	Opbouw stikstofdepositie en potentieel-zuurdepositie	72
	<b>Literatuur</b>	<b>77</b>
	<b>Bijlage 1. Nederlandse emissies in de scenario's</b>	<b>81</b>
	<b>Bijlage 2. Verhouding emissies PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> en EC/PM<sub>2,5</sub></b>	<b>88</b>
	<b>Bijlage 3. Meetstations voor kalibratie</b>	<b>90</b>
	<b>Bijlage 4. Europese luchtkwaliteitsrichtlijn</b>	<b>92</b>
	<b>Bijlage 5. Afkortingen</b>	<b>93</b>
	<b>Bijlage 6. SRM-emissiefactoren</b>	<b>94</b>
<b>B6.1</b>	<b>Nieuwe inzichten in emissies van verschillende voertuigtypen</b>	<b>97</b>
B6.1.1	NO <sub>x</sub> -emissies Euro-6-dieselpersonenauto's en bestelauto's	97
B6.1.2	NO <sub>x</sub> -emissies Euro-VI-vrachtauto's en trekkers omlaag	98
B6.1.3	Lagere emissie fijn stof van dieselauto's met roetfilter	99
B6.1.4	Bijstelling NO <sub>2</sub> -fracties van wegvoertuigen met roetfilter	100
B6.1.5	Nieuwe weging van generieke emissiefactoren voor de snelweg	100
B6.1.6	Nieuwe inzichten in gewichten van vrachtverkeer op de weg	101
<b>B6.2</b>	<b>Beleidsmaatregelen en effecten op emissies en emissiefactoren</b>	<b>101</b>
<b>B6.3</b>	<b>Consequenties van nieuwe inzichten voor de SRM-emissiefactoren 2014</b>	<b>102</b>
B6.3.1	Wijzigingen SRM-emissiefactoren voor licht wegverkeer	102
B6.3.2	Wijzigingen SRM-emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer	103
<b>B6.4</b>	<b>Onzekerheid waarmee SRM-emissiefactoren zijn omgeven</b>	<b>104</b>
B6.4.1	Nieuwe voertuigtechnologie blijft buiten beschouwing	104
B6.4.2	Onzekerheden rond detailemissiefactoren	105
B6.4.3	Onzekerheden rond samenstelling wegverkeer	105

## Samenvatting

### Concentratie- en depositiekaarten voor NSL en PAS

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) levert jaarlijks kaarten met grootschalige concentraties voor Nederland (GCN-kaarten genoemd) van de luchtverontreinigende stoffen waarvoor Europese luchtkwaliteitsnormen bestaan. Deze kaarten geven een grootschalig beeld van de luchtkwaliteit in Nederland, zowel van het verleden als voor de toekomst. Deze kaarten worden gebruikt bij de rapportage van overschrijdingen in het kader van de EU-luchtkwaliteitsrichtlijn, de uitvoering van het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL), het definiëren van lokaal beleid en bij planvorming. Het RIVM levert ook kaarten met de grootschalige depositie voor Nederland (GDN-kaarten genoemd) van stikstof en potentieel zuur. De stikstofdepositiekaarten worden gebruikt bij de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). In dit rapport wordt beschreven hoe de kaarten worden gemaakt, welke emissies zijn gebruikt en wat de veranderingen zijn ten opzichte van de kaarten uit de rapportage van 2013. Ook worden de onzekerheden in de kaarten besproken.

### Concentratiekaarten

#### Kaarten gecorrigeerd voor verschil tussen gemeten en berekende concentraties

Kaarten van onder andere berekende  $\text{NO}_2$ -concentraties van een gepasseerd jaar worden altijd vergeleken met gemeten concentraties en daarna gecorrigeerd (gekalibreerd) voor de verschillen. Gemiddeld over alle meetlocaties in Nederland komen de berekende concentraties goed overeen met de gemeten concentraties. Regionaal blijken er echter systematische verschillen te zijn. In bijvoorbeeld de regio Amsterdam waren de berekende  $\text{NO}_2$ -concentraties meestal hoger dan de gemeten concentraties, terwijl in de regio Rotterdam de berekende concentraties systematisch iets te laag waren. Kaarten met prognoses van de  $\text{NO}_2$ -concentratie, voor bijvoorbeeld 2015, waren tot nu toe alleen gebaseerd op modelberekeningen en niet gecorrigeerd voor geconstateerde systematische verschillen tussen gemeten en berekende concentraties.

Op basis van een uitgebreid vergelijk van gemeten en berekende concentraties voor 2008 tot en met 2012 is in deze rapportage voor het eerst een kalibratiekaart als correctie toegepast bij  $\text{NO}_2$ -prognoses om te compenseren voor geconstateerde systematische regionale verschillen tussen gemeten en berekende concentraties. Voordelen van het toepassen van een kalibratiekaart voor prognoses zijn dat de huidige  $\text{NO}_2$ -kaart, ten opzichte van een eerdere versie, een betrouwbaarder en beleidsmatig relevanter beeld geeft van de te verwachten concentraties voor bijvoorbeeld 2015. Verder worden de kaarten minder gevoelig voor aanpassingen in de berekeningen en invoergegevens.

#### Grootschalige $\text{NO}_2$ -concentraties voor 2015 veelal lager, maar op sommige plekken hoger ingeschat

De GCN-kaart van  $\text{NO}_2$  voor het jaar 2013 is gemiddeld over Nederland  $0,7 \mu\text{g m}^{-3}$  lager dan die voor 2012 door lagere, gemeten concentraties. De huidige GCN-kaart voor 2015 vertoont echter zowel hogere als lagere concentraties (van ongeveer  $-4$  tot  $+2 \mu\text{g m}^{-3}$ ) ten opzichte van de kaart in de 2013-rapportage. De lagere Euro-VI-emissiefactoren voor vrachtauto's geven een daling in concentratie van ongeveer  $0,3 \mu\text{g m}^{-3}$  in Nederland gemiddeld en van ongeveer  $0,5 \mu\text{g m}^{-3}$  in de zes stedelijke agglomeraties. De verwachte veranderingen in emissies als gevolg van het energieakkoord geven een daling van ongeveer  $0,1$  tot  $0,3 \mu\text{g m}^{-3}$ . Het toepassen van de kalibratiekaart geeft in een groot deel van Nederland lagere  $\text{NO}_2$ -concentraties, met de grootste verlagingen in de regio's rond Amsterdam, Utrecht en Zuid-Limburg van gemiddeld  $1,5$  tot  $2 \mu\text{g m}^{-3}$ . Hogere concentraties zijn er in de regio rondom Rotterdam en Den Haag, van gemiddeld  $1,3$  tot  $1,6 \mu\text{g m}^{-3}$  voor de periode 2015-2030.

De inschatting van het aantal overschrijdingen van de grenswaarden voor  $\text{NO}_2$  zal op basis van de nieuwe GCN-kaarten in Amsterdam en Utrecht waarschijnlijk lager zijn dan de inschatting van vorig jaar en in Rotterdam hoger.

#### Grootschalige $\text{PM}_{10}$ -concentraties voor 2015 iets lager ingeschat

Gemiddeld over Nederland is de  $\text{PM}_{10}$ -concentratie in de huidige GCN-kaarten lager dan in die van vorig jaar. De kaart van 2013 is gemiddeld  $0,4 \mu\text{g m}^{-3}$  lager dan die van 2012 door lagere, gemeten concentraties. De



kaart van 2015 is ongeveer  $0,9 \mu\text{g m}^{-3}$  lager dan vorig jaar ingeschat, voornamelijk door een lagere bijtelling voor niet-gemodelleerde emissies.

### **Concentratiekaarten gebaseerd op vaststaand en voorgenomen beleid**

In overeenstemming met de keuzes van vorig jaar zijn de nieuwe GCN-kaarten van  $\text{NO}_2$ , fijn stof ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ) en zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ) voor de periode 2015-2030 gebaseerd op een scenario met een gemiddelde economische groei in Nederland van 2,5 procent per jaar voor de periode 2014-2020. Deze relatief hoge groeiverwachting kan leiden tot enige overschatting van concentraties als de werkelijke groei lager uitvalt. De scenariokeuze bij de rapportage voor de EU-luchtkwaliteitsrichtlijn en bij planvorming is de wettelijke verantwoordelijkheid van de rijksoverheid. Het ministerie van IenM heeft besloten om, net als voorgaande jaren, niet alleen de vaststaande nationale en internationale maatregelen te verwerken in de kaarten, maar ook de voorgenomen nationale maatregelen en afgesproken Europese beleidsdoelstellingen. In het vaststaand beleid zijn onder andere verwerkt: de verhoging van accijns voor diesel en LPG/CNG van begin 2014, de verhoging van de maximumsnelheid op rijkswegen (onder andere naar 130 km/u), de afschaffing van de vrijstelling voor motorrijtuigenbelasting voor oldtimers en de afschaffing van de  $\text{NO}_x$ -emissiehandel. De voorgenomen maatregelen omvatten onder andere enkele maatregelen in de landbouw met betrekking tot stalemissies en mestaanwending, evenals de emissieplafonds voor 2020 voor landen in de EU die in het kader van het Gotenburg Protocol zijn afgesproken.

### **Afname $\text{PM}_{2,5}$ -concentratie in steden**

Voor de concentratie van  $\text{PM}_{2,5}$  geldt een blootstellingsverminderingdoelstelling van 15 procent tussen 2010 en 2020. De doelstelling is bepaald op basis van het gemiddelde van gemeten niveaus in steden. Indicatief is in deze rapportage de gemiddelde concentratie in de zes stedelijke agglomeraties in de GCN-kaart van  $\text{PM}_{2,5}$  als maat genomen. Op basis van het scenario met vaststaand en voorgenomen beleid daalt de gemiddelde concentratie in de agglomeraties met 19 procent tussen 2010 en 2020. Dit is meer dan de reductie van 15 procent zoals die vorig jaar werd berekend. De grotere reductie komt door een lagere bijtelling voor de bijdrage van niet-gemodelleerde bronnen voor prognoses. De bijtelling wordt bepaald door het over de afgelopen vijf jaar gemiddelde verschil tussen gemeten en berekende concentraties. De relatief lage, gemeten  $\text{PM}_{2,5}$ -concentraties in 2012 ten opzichte van eerdere jaren is de oorzaak van de lagere bijtelling.

### **Indicatieve concentraties elementair koolstof (roet) dalen verder**

Kaarten en emissiefactoren van elementair koolstof (EC; roet) zijn ook beschikbaar gesteld. EC komt vrij bij allerlei verbrandingsprocessen en is een maat voor de massa van roetdeeltjes in fijn stof. EC kan mogelijk de lokale bijdrage van met name verkeersmissies aan de gezondheidsrisico's van luchtluchtverontreiniging beter weergeven dan  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$ . Maatregelen, vooral bij verkeer, geven ook een grotere relatieve verandering in concentraties van EC dan van  $\text{PM}_{10}$  of  $\text{PM}_{2,5}$ , waardoor EC-concentraties beter inzicht kunnen geven in de effecten van verkeersmaatregelen op de gezondheid.

De EC-concentraties, berekend op basis van emissies van 2012, zijn gemiddeld over de stedelijke agglomeraties in Nederland  $0,23 \mu\text{g m}^{-3}$  lager dan die welke vorig jaar zijn berekend op basis van emissies van het jaar 2010. De lagere concentraties komen vooral door lagere fijnstofverbrandingsemissies van wegverkeer, welke met ongeveer 10 procent per jaar dalen. Verder zijn de gerapporteerde emissies ongeveer 10 procent naar beneden bijgesteld als gevolg van een nieuwe inschatting van de effecten van roetfilters. De roetfilters blijken nog beter te werken dan voorheen werd verondersteld. Hierdoor daalt de roetconcentratie naar verwachting de komende jaren. Na 2020 zal de bijdrage van wegverkeer aan de roetconcentratie in steden gelijk zijn aan die van houtstook bij huishoudens.

Aangezien er nog weinig ervaring is met het modelleren van EC en er op slechts enkele locaties in Nederland EC-concentraties worden gemeten, worden de kaarten en emissiefactoren gekwalificeerd als indicatief en kunnen ze worden gebruikt in relatieve zin, bij het vergelijken van de effecten van maatregelen.

## **Depositiekaarten**

### **Nieuwe kaarten met grootschalige stikstofdepositie beschikbaar**

De stikstofdepositiekaarten vertonen lokaal verhogingen in gebieden met intensieve veehouderij als gevolg van  $\text{NH}_3$ -emissies en bij de steden als gevolg van  $\text{NO}_x$ -emissies van onder andere verkeer. De gemiddelde

stikstofdepositie over Nederland daalt naar verwachting met ongeveer 175 mol ha<sup>-1</sup> tot 2020. Dit komt voor ongeveer de helft door dalende NO<sub>x</sub>-emissies uit wegverkeer in Nederland en het buitenland, en voor de andere helft door dalende NH<sub>3</sub>-emissies uit de landbouw in Nederland. Gemiddeld over Nederland is de stikstofdepositie in de huidige GDN-kaarten voor de periode 2015 tot 2030 ongeveer 100 mol ha<sup>-1</sup>jaar<sup>-1</sup> hoger in de periode 2015-2030 dan ingeschat in de rapportage van 2013. Deze hogere stikstofdepositie is het gevolg van hogere inschatting van de NH<sub>3</sub>-emissies bij nieuwe melkveestallen.

### **Depositiekaarten gebaseerd op vaststaand en voorgenomen beleid**

Ter ondersteuning van de PAS heeft het ministerie van EZ besloten om de grootschalige GDN-kaarten van de depositie van stikstof te baseren op hetzelfde scenario met vaststaand en voorgenomen beleid als de GCN-kaarten.

## **Onzekerheden**

### **Onzekerheden in concentraties en deposities**

Door onzekerheden in metingen, modellen en effecten van toekomstig beleid zijn er substantiële onzekerheden van 15 tot 20 procent (enkele µg m<sup>-3</sup>) in de geraamde, lokale, toekomstige concentraties. De onzekerheid in de lokale stikstofdepositie bedraagt ongeveer 70 procent. Onvermijdelijke meteorologische fluctuaties geven variaties in jaargemiddeldeconcentraties en deposities van 5 tot 10 procent. Met deze onzekerheden en variaties moet rekening worden gehouden bij het gebruik van de concentratie- en depositiekaarten.

### **Kaarten en emissiefactoren beschikbaar via internet**

De grootschalige concentratiekaarten van stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>), stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), fijn stof (PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>), zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), koolmonoxide (CO) en benzeen (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) en de depositiekaarten van stikstof en potentieel zuur zijn beschikbaar op [www.rivm.nl/gcn](http://www.rivm.nl/gcn). Tevens zijn hier de indicatieve, grootschalige concentratiekaarten van elementair koolstof (EC) en de emissiefactoren voor lokale verkeersberekeningen beschikbaar.

# 1

# Inleiding

Luchtkwaliteit en depositie vormen in Nederland nog steeds een belangrijk aandachtspunt voor het beleid in Nederland en Europa.

Luchtkwaliteit staat enerzijds in de aandacht door de effecten op de gezondheid van de mens, anderzijds door de implementatie in Nederland van de richtlijn voor luchtkwaliteit van de Europese Unie (zie Bijlage 4). De Europese Commissie heeft in april 2009 uitstel (derogatie) verleend aan Nederland voor het voldoen aan de grenswaarden voor  $\text{NO}_2$  en  $\text{PM}_{10}$ . Aan de grenswaarde voor  $\text{PM}_{10}$  moet nu vanaf 11 juni 2011 worden voldaan. Aan de grenswaarde voor  $\text{NO}_2$  moet vanaf 2015 worden voldaan.

In opdracht van het ministerie van IenM en ter ondersteuning van de uitvoering van de Europese richtlijn en de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 produceert het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) jaarlijks kaarten met grootschalige concentraties van diverse luchtverontreinigende stoffen in Nederland. De concentratiekaarten geven een beeld van de grootschalige component van de luchtkwaliteit. Deze kaarten worden in combinatie met lokale berekeningen gebruikt bij de rapportage van overschrijdingen van de EU-luchtkwaliteitsrichtlijn en bij planvorming.

In augustus 2009 is het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) van kracht geworden, zoals dat is opgenomen in het hoofdstuk 'Milieukwaliteitseisen' van de Wet milieubeheer uit 2007. Het NSL heeft tot doel om overal in Nederland tijdig aan de grenswaarden voor luchtkwaliteit te voldoen met maatregelen of projecten op nationaal, provinciaal en lokaal niveau. De maatregelen op nationaal niveau zijn verwerkt in de grootschalige concentratiekaarten (GCN-kaarten) die in deze rapportage worden besproken. Jaarlijks wordt via monitoring nagegaan of de ontwikkelingen in de luchtkwaliteit en de uitvoering van maatregelen en projecten ertoe leiden dat de overschrijdingen tijdig worden weggewerkt. Indien nodig wordt het pakket van maatregelen of projecten aangepast.

Depositie staat in de aandacht, doordat de natuur in Nederland op veel plaatsen negatief wordt beïnvloed door een hoge depositie van stikstof (N). De depositie is op veel plaatsen hoger dan de voor ecosystemen kritische depositieniveaus (Velders et al., 2010). Deze stikstof is afkomstig van emissies in de lucht van stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ) en ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) uit binnenlandse en buitenlandse bronnen en wordt gedeponeerd door zowel droge als natte depositie. Te hoge depositie heeft negatieve gevolgen voor de biodiversiteit.

Ter bescherming van belangrijke flora en fauna en om voortdurende aantasting van de biodiversiteit tegen te gaan, zijn op Europees niveau natuurdoelen geformuleerd. De verschillende lidstaten moeten deze natuurdoelen realiseren teneinde een Europees natuurnetwerk te creëren: Natura 2000. Nederland telt 162 Natura 2000-gebieden. Dit Natura 2000-netwerk bestaat uit gebieden die zijn aangewezen onder de Vogelrichtlijn en aangemeld onder de Habitatrichtlijn. Beide Europese richtlijnen zijn belangrijke instrumenten om de Europese biodiversiteit te waarborgen. Alle gebieden uit de Vogel- of Habitatrichtlijn zijn geselecteerd op grond van het voorkomen van soorten en habitattypen die vanuit Europees oogpunt bescherming nodig hebben. Voor Nederland is de depositie van stikstof een belangrijk probleem bij de implementatie van Natura 2000 (Koelemeijer et al., 2010). Door de grote bevolkingsdichtheid, concentratie van industrieën, intensieve landbouw en grote verkeersdichtheid vormt stikstofdepositie in Nederland een groter probleem dan in veel andere Europese landen. Om de achteruitgang van de biodiversiteit een halt toe te roepen, moet de stikstofdepositie op de natuur afnemen. Het kabinet is hiertoe bezig met het opzetten van een Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). Hiervoor is het van belang om inzicht te hebben in de stikstofdepositie in heel Nederland en door welke sectoren, processen en landen daaraan bijdragen. In opdracht van het ministerie van EZ en ter ondersteuning van het PAS-proces produceert het RIVM kaarten van de grootschalige depositie (GDN-kaarten) van stikstof in Nederland.

De GCN- en GDN-kaarten zijn gebaseerd op een combinatie van metingen en modelberekeningen. De met modellen berekende concentraties worden gekalibreerd op meetresultaten. De concentraties in verkeersrijke omgevingen, zoals drukke straten en snelwegen, worden vervolgens vastgesteld door de concentratie in de (stedelijke) achtergrond (uit de GCN-kaarten) te verhogen met de extra bijdrage door het wegverkeer, berekend met bijvoorbeeld de Monitoringstool. Hetzelfde geldt voor de depositie in de buurt van landbouwstallen of andere lokale bronnen. Hiertoe is door het ministerie van EZ het Aerius-model gebouwd, waarvoor de GDN-kaarten als input dienen.

De grootschalige kaarten zijn gebaseerd op de best beschikbare, wetenschappelijke kennis en geven de beste schatting van de huidige en toekomstige concentraties en depositie. De methode van berekenen van de kaarten en de rol van metingen worden besproken in hoofdstuk 2, de emissiescenario's die

eraan ten grondslag liggen in hoofdstuk 3, de sterke en zwakke punten en onzekerheden van de kaarten in hoofdstuk 4 en een vergelijking van de huidige kaarten met de kaarten die in 2013 zijn gemaakt in hoofdstuk 5 (concentraties) en 6 (depositie).

De concentratie- en depositiekaarten en emissiefactoren voor lokale verkeersberekeningen staan op de RIVM-website ([www.rivm.nl/gcn](http://www.rivm.nl/gcn)).

Kaarten met grootschalige achtergrondconcentraties zijn ook te vinden op de website van het ministerie van IenM. Die kaarten zijn identiek aan de kaarten op de RIVM-website. Beide sets kaarten zijn voor de berekening van de bijdrage van veehouderijen aan de  $PM_{10}$ - en  $PM_{2,5}$ -concentraties gebaseerd op de werkelijke dierenaantallen volgens de metelling (zie paragraaf 3.6.2). Verder is in beide sets kaarten de Tweede Maasvlakte opgenomen voor de jaren 2015-2030. De kaarten op de IenM-website hebben een juridisch-formele status.

# 2

# Methode van concentratie- en depositie-berekeningen

## 2.1 Grootschalige concentratie en depositie

Voor het bepalen van de lokale luchtkwaliteit of de depositie in de omgeving van een emissiebron wordt in de regel gebruikgemaakt van een verspreidingsmodel. Het verspreidingsmodel berekent de bijdrage van de te onderzoeken bron. Het totaal van de bijdrage van de lokale bron en de grootschalige bijdrage bepaalt de uiteindelijke luchtkwaliteit of depositie. Met de *grootschalige concentratie (depositie)* wordt de concentratie (depositie) aangeduid die is berekend met een algemene methode op een schaal van 1x1 kilometer en op basis van alle emissiebronnen in binnen- en buitenland. Bij modelberekeningen van de lokale luchtkwaliteit (depositie) wordt de grootschalige bijdrage in bijvoorbeeld een verkeersmodel gebruikt als benadering van de achtergrond. De lokale luchtkwaliteit (depositie) kan dan vervolgens worden beschreven als de som van de berekende lokale bijdrage van de bron plus de grootschalige bijdrage.

Welke concentratie (depositie) de gebruiker als *achtergrond* wenst, verschilt per toepassing: namelijk het totaal van bijdragen van alle emissiebronnen exclusief de bijdrage van de te onderzoeken bron. Het RIVM berekent grootschalige concentraties en deposities met bijdragen van in principe alle antropogene (door de mens veroorzaakt) en natuurlijke emissiebronnen in binnen- en buitenland. De grote aantallen emissiebronnen leiden ertoe dat geen specifieke informatie beschikbaar is van alle bronnen (locatie en emissiekenmerken per weg, woning enzovoort). In de berekeningen wordt daarom gebruikgemaakt van gegeneraliseerde bron eigenschappen. Voor veel puntbronnen en voor de wegen is de locatie waar emissies plaatsvinden wel goed bekend en wordt deze ook gebruikt.

De termen 'grootschalige concentratie' en 'grootschalige depositie' worden in deze rapportage gebruikt voor de hiervoor beschreven kaarten en de waarde ervan wordt berekend met het OPS-model (Van Jaarsveld, 2004). Er wordt om praktische redenen slechts één kaart (per stof, per jaar) gele-



verd, die beschikbaar is voor alle modeltoepassingen en gebaseerd is op bijdragen van alle bekende bronnen in binnen- en buitenland. Dit leidt er wel toe dat dubbel telling mogelijk is (als de lokale invloed van een bestaande bron apart wordt berekend en bij de grootschalige bijdrage wordt opgeteld). De bijdrage van de bron aan de grootschalige concentratie en depositie is in veel gevallen relatief laag en verwaarloosbaar, zoals bij stadswegen. De dubbel telling wordt een probleem als de bijdrage aan de grootschalige concentratie en/of depositie significant is. Dit betreft sterke emissiebronnen, zoals drukke rijkswegen (zie paragraaf 4.1), grote, industriële installaties of landbouwbedrijven. In deze gevallen kan het gewenst zijn te corrigeren voor dubbel telling.

## 2.2 Methode in het kort

De methodiek om voor iedere willekeurige plaats in Nederland de concentratie en depositie te berekenen kan worden onderverdeeld in drie stappen.

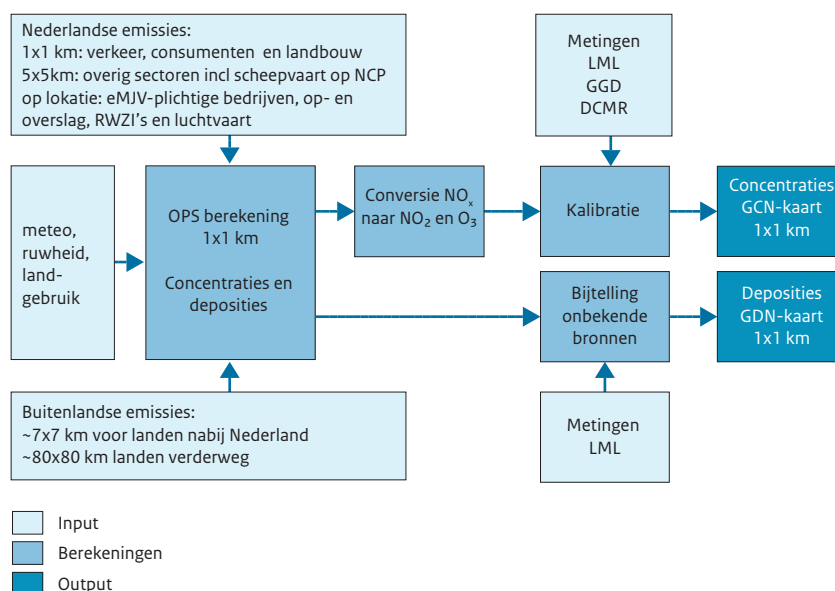
### 2.2.1 Stap 1 – Berekening grootschalige concentratie en depositie

Dit betreft de berekening van de grootschalige concentratie en depositie (in regionaal en stedelijk gebied) met het OPS-model (Van Jaarsveld, 2004); zie Figuur 2.1. Hierbij worden bronbijdragen uit heel Europa meegenomen. Voor  $PM_{10}$  en  $PM_{2,5}$  worden de

primaire en secundaire fracties (sulfaat, nitraat, ammonium) afzonderlijk berekend en vervolgens bij elkaar opgeteld. Als invoer voor het model zijn onder andere gegevens nodig over emissies, zoals sterkte, uitworphoogte en ruimtelijke en temporele verdeling van de bronnen, zowel voor Nederland als voor de andere Europese landen. De Nederlandse emissies van de rapportageplichtige bedrijven (conform elektronische milieujarverslagen, eMJV), van op- en overslag van droge bulkgoederen, van rioolwaterzuiveringsinstallaties en van luchtvaart zijn op locatie bekend. De overige Nederlandse emissies worden door de Emissieregistratie (ER) op een raster van 500x500 meter beschikbaar gesteld. Voordat de emissies worden gebruikt in de OPS-berekening, worden ze geaggregeerd naar een lagere resolutie (om de rekentijd te beperken). De emissies van verkeer (alle stoffen), landbouw ( $NH_3$ ,  $PM_{10}$  en  $PM_{2,5}$ ) en van consumenten ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  en  $NO_x$ ) die een substantiële bijdrage leveren aan de concentratie van  $NO_2$  en  $PM_{10}$  of de depositie van stikstof, zijn geaggregeerd naar een resolutie van 1x1 kilometer. De emissies van de overige sectoren zijn geaggregeerd naar een resolutie van 5x5 kilometer.

De buitenlandse emissies zijn toegepast op een resolutie van ongeveer 7x7 kilometer voor landen in de nabijheid van Nederland (België, Verenigd Koninkrijk, Luxemburg, Frankrijk, Duitsland en Denemarken) en op een resolutie van ongeveer 80x80 kilometer voor de andere Europese landen. De zeescheepvaartemissies voor de Noordzee,

**Figuur 2.1** Berekening grootschalige concentratie- en depositiekaarten.



inclusief het Nederlands continentaal plat, zijn toegepast op een resolutie van 5x5 kilometer; de zeescheepvaartemissies in de Nederlandse havens en binnengaats varende op een resolutie van 1x1 kilometer.

De bijdragen van alle emissies (Nederland, buitenland en zeescheepvaart) worden met een resolutie van 1x1 kilometer doorgerekend.

Het OPS-model berekent  $\text{NO}_x$ -concentraties waaruit met een empirische relatie  $\text{NO}_2$ - en  $\text{O}_3$ -concentraties worden berekend. Deze empirische relatie is voor deze rapportage geactualiseerd (zie paragraaf 2.8).

Net als in de voorgaande rapportages zijn ook nu weer indicatieve kaarten gemaakt van de grootschalige concentratie van elementair koolstof (EC). EC komt vrij bij allerlei verbrandingsprocessen. De emissie ervan hangt vooral af van het type brandstof dat wordt gebruikt. Vooral bij de verbranding van diesel wordt relatief veel EC geëmitteerd. De EC-kaarten zijn gebaseerd op de berekeningen van  $\text{PM}_{2,5}$  en een in de tijd constant veronderstelde verhouding tussen de emissie van EC en  $\text{PM}_{2,5}$  per doelgroep in Nederland en het buitenland. Deze verhouding is bepaald door TNO in samenwerking met de Emissieregistratie (zie paragraaf 5.4 en Bijlage 2).

Voor berekeningen van gepasseerde jaren wordt voor Nederland gebruik gemaakt van emissies afkomstig van de ER (paragraaf 3.1) en worden meteorologische gegevens van het betreffende jaar gebruikt. Voor berekeningen van toekomstige jaren worden de toekomstige emissies geschat op basis van veronderstellingen over ontwikkelingen van economische activiteiten en emissiefactoren die worden beïnvloed door beleidsmaatregelen. In de toekomstscenario's wordt het effect van het (inter)nationale beleid meegenomen (paragraaf 3.4). Verder wordt de langjarig gemiddelde meteorologische invoer gebruikt (1995-2004). Van jaar tot jaar voorkomende variaties in meteorologische omstandigheden leiden, bij gelijke emissies, tot fluctuaties (toe- en afnamen) in concentraties en deposities: ongeveer 5 procent voor de  $\text{NO}_2$ -concentratie, 9 procent voor  $\text{PM}_{10}$ -concentratie (Velders en Matthijsen, 2009) en ongeveer 10 procent voor de stikstofdepositie. Deze fluctuaties worden vermeden door het gebruik van langjarig gemiddelde meteorologie.

## 2.2.2 Stap 2 – Kalibratie op metingen

De kalibratie van de berekende grootschalige concentraties gebeurt met metingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML; Mooibroek et al., 2013b) van het RIVM aangevuld met metingen van  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$  op stadsachtergrondlocaties in Amsterdam, Zaandam en Spaarnwoude door de GGD-Amsterdam en in Rotterdam (Hoogvliet en Zwartewaalstraat) en Schiedam door de DCMR. Zie Bijlage 3 voor een overzicht van de meetstations die zijn meegenomen bij de kalibratie. De resultaten na kalibratie worden GCN-kaarten genoemd. Kalibratie wordt uitgevoerd om berekende concentraties (nog) beter in overeenstemming te brengen met gemeten concentraties. Dit is vooral belangrijk voor  $\text{PM}_{10}$ , waarvoor de berekende concentraties ongeveer de helft zijn van de gemeten concentraties (Matthijsen en Visser, 2006) en voor  $\text{PM}_{2,5}$  waarvoor de berekende concentraties ongeveer tweederde zijn van de gemeten concentraties (Matthijsen en Ten Brink, 2007) (zie paragraaf 2.4.2 voor nieuwe inzichten omtrent de bijdragen aan fijn stof). De reden hiervoor is dat de emissies die als invoer voor de modelberekeningen worden gebruikt, alleen de bekende (dat wil zeggen, geregistreerde) Europese antropogene emissies betreffen. Natuurlijke bronnen worden in de berekeningen niet meegenomen, deels door gebrek aan proceskennis, maar vooral door gebrek aan betrouwbare emissiegegevens. Ook de nauwkeurigheid van de geregistreerde bronnen is beperkt en daarnaast zijn er bekende antropogene bronnen waarvan de bijdrage niet expliciet is meegenomen in de GCN-berekeningen. Een voorbeeld hiervan is de bijdrage aan fijn stof door secundair organisch aerosol die door onzekerheid in emissies en beperkte proceskennis nog niet expliciet wordt berekend. Met metingen worden echter de totale  $\text{PM}_{10}$ - en totale  $\text{PM}_{2,5}$ -concentraties verkregen, die bestaan uit deeltjes van zowel natuurlijke als antropogene oorsprong. Ten behoeve van de GCN-kaarten wordt dit verschil gecorrigeerd (gekalibreerd) door de verschillen tussen berekende en gemeten concentraties op regionale en stadsachtergrondstations te interpoleren over Nederland en het resultaat bij de met het model berekende waarden op te tellen.

De kalibratie van de berekende grootschalige depositiekaarten gebeurt met metingen van de ammoniakconcentratie in de lucht en de concentratie van ammonium in regenwater, verkregen uit het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML, 2013) van het RIVM. Kalibratie wordt uitgevoerd om het verschil tussen gemeten en berekende concentraties en de

bijdrage van onbekende bronnen aan de stikstofdepositie in rekening te brengen (zie paragraaf 2.5). De resultaten na stap 2 worden GDN-kaarten genoemd.

Metingen zijn niet beschikbaar voor toekomstjaren, dus kan de kalibratie aan de hand van metingen niet worden uitgevoerd. Kaarten voor de periode 2015-2030 met de concentratie van onder andere  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$  worden wel gecorrigeerd door het historisch geconstateerde verschil tussen metingen en modelberekeningen (zie paragrafen 2.4 en 2.12). Voor de depositie vindt voor toekomstjaren ook een bijtelling plaats (zie paragraaf 2.5).

De GCN- en GDN-kaarten zijn begin maart 2014 beschikbaar gesteld aan de ministeries van IenM en EZ en aan derden via de website van het RIVM ([www.rivm.nl/gcn](http://www.rivm.nl/gcn)).

### 2.2.3 Stap 3 – Berekening lokale bijdragen

De grootschalige concentratiekaarten (GCN) en depositiekaarten (GDN) zijn bedoeld om een beeld te geven van de grootschalige concentratie en depositie op een resolutie van 1x1 kilometer. Stap 3 is een mogelijk gedetailleerde berekening van de bijdrage van lokale bronnen aan de grootschalige concentratie of depositie of van toekomstige veranderingen in lokale bronnen. Hiervoor zijn modellen nodig die op lokaal niveau en met hoge resolutie depositie uitrekenen in de buurt van landbouwstallen of drukke wegen. Deze stap maakt geen deel uit van de GCN- en GDN-berekeningen.

## 2.3 Verschillen in methode ten opzichte van 2013-rapportage

- Ten opzichte van de methode zoals die begin 2013 (Velders et al., 2013) is gebruikt voor het maken van grootschalige kaarten, zijn verder de volgende verbeteringen in methoden, modelparameters en metingen doorgevoerd, met als doel een betere beschrijving van de werkelijkheid. Versie 4.4.2 van het OPS-model is gebruikt voor de berekeningen die als basis dienen voor deze rapportage. De verbeteringen in deze versie betreffen:
  - De parametrisatie van de depositie van geoxideerd stikstof ( $\text{NO}_x$ ) is gelijkgetrokken met die van gereduceerd stikstof ( $\text{NH}_x$ ) (zie paragraaf 2.6).
  - Het dagverloop van de emissies van verkeer is geactualiseerd (zie paragraaf 2.9).
- Er is een correctie toegepast op de implementatie van de gebruikte formule voor de berekening van de pluimstijging (zie paragraaf 2.10). Dit is van belang voor sterke bronnen die op lage hoogte emitteren, zoals de scheepvaart.
- Voor het bepalen van de depositiesnelheid wordt niet meer uitgegaan van het dominante landgebruik per 1x1 km gridcel, maar wordt voor elke in de gridcel voorkomende landgebruiksklasse de depositiesnelheid bepaald, waarna de depositiesnelheden areaal gewogen worden gemiddeld (zie paragraaf 2.11).
- De achtergrondconcentratiekaarten, die gebruikt worden voor de parametrisatie van de verwijderingsprocessen, zijn met een nieuwere versie van het OPS-model (versie 4.3.16f-j) afgeleid. De resolutie binnen Nederland is daarbij verhoogd naar 1x1 km.
- De ruimtelijke verdeling van de collectief geregistreerde emissies wordt ontleend aan de ER. Actualisaties die de ER uitvoert, komen daardoor direct beschikbaar voor berekeningen.
- De ruimtelijke verdeling van de verkeersemissies op rijkswegen, provinciale wegen en straten in steden is aangepast conform de gegevens zoals die in de Monitoringstool 2013 zijn gebruikt (zie paragraaf 3.6.1).
- Er is een actualisatie uitgevoerd (HaskoningDHV, 2013) van de bijschatting van diffuse emissies van fijn stof in de industrie en bouw. Dit zijn emissies die niet uit de schoorsteen komen, maar uit ruimteventilatie van industriële gebouwen. Gebleken is dat bij enkele grote bedrijven diffuse emissies werden meegenomen bij de rapportages voor het eMJV, waardoor er voor deze bedrijven van een dubbeltelling van deze emissies sprake is. Daarnaast is de hoogte van de bijschatting naar boven aangepast. Deze gegevens zijn meegenomen bij de berekening van de fijnstofconcentraties in heel Nederland, terwijl deze in de GCN 2013-rapportage alleen voor de staalindustrie in IJmuiden waren meegenomen.
- Een emissiebron van ammoniak uit zee is toegevoegd om de waargenomen onderschatting van gemodelleerde ammoniakconcentraties in de duinen te compenseren (zie paragraaf 2.7).
- De fracties  $\text{PM}_{2,5}$  in  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{EC}_{2,5}$  in  $\text{PM}_{2,5}$  zijn geactualiseerd voor de Nederlandse emittenten.
- De bijschattingen voor de bijdrage van niet-gemodelleerde bronnen aan de  $\text{PM}_{10}$ - en  $\text{PM}_{2,5}$ -concentraties zijn geactualiseerd, evenals de kalibratiefactoren voor de met het OPS-model berekende concentraties secundaire aerosolen (zie paragraaf 2.4). De bijtellingen voor de berekende stikstofdepositie zijn eveneens geactualiseerd (zie paragraaf 2.5).

- De empirische relatie tussen  $\text{NO}_x$  en  $\text{NO}_2$ , die wordt gebruikt voor het berekenen van  $\text{NO}_2$ -concentraties uit  $\text{NO}_x$  (afkomstig van het OPS-model), is geactualiseerd (zie paragraaf 2.8).
- Op de  $\text{NO}_2$ - en  $\text{O}_3$ -kaarten voor verkenningen is een correctie toegepast voor waargenomen verschillen tussen gemeten en berekende concentraties (zie paragraaf 2.12).
- Voor de GCN en GDN-kaarten voor het jaar 2013 zijn de Nederlandse emissies voor het jaar 2012 gebruikt, in combinatie met de buitenlandse emissies voor het jaar 2011 (zie paragraaf 3.1 en 3.3). In voorgaande rapportages waren alleen de Nederlandse emissies van twee jaar eerder beschikbaar, hetgeen in dit geval voor het jaar 2011 zou zijn geweest.
- De ruimtelijke verdeling van de emissies uit stallen is voor zowel de concentratiekaarten als de depositiekaarten gebaseerd op het door Alterra ontwikkelde GIAB+ (zie paragraaf 3.6.2).
- In de GCN-kaarten zijn veranderingen in emissies opgenomen die het gevolg zijn van te verwachten ontwikkelingen op de Tweede Maasvlakte (zie paragraaf 3.6.3). Deze veranderingen waren in de 2013-rapportage wel opgenomen in de kaarten op de website van het ministerie van IenM, maar nog niet in die van het RIVM.

## 2.4 Kalibratie concentratiekaarten $\text{PM}_{10}$ en $\text{PM}_{2,5}$

Fijn stof is een complex mengsel van deeltjes van verschillende grootte en van diverse chemische samenstelling. Afhankelijk van de doorsnede van de stofdeeltjes wordt gesproken van  $\text{PM}_{10}$  voor deeltjes met een doorsnee tot 10 micrometer of van  $\text{PM}_{2,5}$  voor deeltjes met een doorsnee tot 2,5 micrometer. In de huidige berekeningen is het deel van  $\text{PM}_{10}$  dat door menselijk handelen in de lucht komt grofweg de helft van de totale gemeten hoeveelheid  $\text{PM}_{10}$ . Voor  $\text{PM}_{2,5}$  is het berekende deel grofweg tweederde van de totale gemeten hoeveelheid  $\text{PM}_{2,5}$ . De bijdrage afkomstig door menselijk handelen komt door emissies van primair fijn stof en secundair fijn stof, dat in de lucht wordt gevormd door emissies van  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$  en  $\text{SO}_2$ . Om een concentratiekaart voor  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$  te kunnen maken, wordt de berekende concentratie gekalibreerd aan de hand van metingen. Voor jaren uit het verleden worden  $\text{PM}_{10}$ - en  $\text{PM}_{2,5}$ -metingen van dat specifieke jaar gebruikt. Bij toekomstverkenningen wordt op basis van een zo lang mogelijke reeks een gemiddeld verschil tussen metingen en modeluitkomsten bepaald en vervol-

gens opgeteld bij het modelresultaat voor de verkenningen.

### 2.4.1 Secundair anorganisch aerosol

In de rapportage van 2012 (Velders et al., 2012) zijn de nieuwe inzichten omtrent de concentraties van secundair anorganisch aerosol uit het Beleidsgeoriënteerd Onderzoeksprogramma PM (Weijers et al., 2010; Weijers et al., 2012) verwerkt in de kalibratie van de berekende concentratie van ammonium-, nitraat- en sulfaataerosolen. Voor de kalibratie is de monsterneming van secundair anorganisch aerosol in de fractie  $\text{PM}_{10}$  gebruikt, conform de Europese Richtlijn 2008/50/EC. Deze aanpassing heeft geresulteerd in hogere aerosolconcentraties dan voorheen. Voor de onderliggende rapportage zijn de kalibratiefactoren opnieuw bepaald met metingen voor de jaren 2009 tot en met 2012 (Tabel 2.1).

### 2.4.2 Kalibratie $\text{PM}_{10}$ -concentraties

Om de berekende  $\text{PM}_{10}$ - en  $\text{PM}_{2,5}$ -concentraties beter in overeenstemming te brengen met de gemeten concentraties wordt een bijtelling gehanteerd om de bijdrage van niet gemodelleerde bronnen aan de concentraties in rekening te brengen. De methode die is toegepast bij deze GCN-rapportage is hetzelfde als bij de GCN-rapportage van maart 2013. Zie Matthijsen en Visser (2006) voor een uitvoerige beschrijving van de methodiek, en Beijck et al. (2007) voor de kalibratie van de  $\text{PM}_{10}$ -metingen van het RIVM.

De bijtellingen voor de  $\text{PM}_{10}$ -concentratiekaart van 2013 en voor verkenningen zijn weergegeven in Tabel 2.1. De bijtelling voor de  $\text{PM}_{10}$ -concentratiekaarten van historische jaren verandert van jaar tot jaar en heeft een standaarddeviatie van ongeveer  $1 \mu\text{g m}^{-3}$  rond het gemiddelde. De bijtelling voor verkenningen is gebaseerd op het verschil tussen gemeten en berekende concentraties op 25 à 30 meetlocaties van regionale en stadsachtergrondstations voor de jaren 2008-2012. De berekeningen zijn uitgevoerd met de emissies van het jaar waarvoor metingen beschikbaar zijn en de langjarig-gemiddelde meteorologie. Het verschil tussen meting en modelberekening (de bijtelling) wordt gelijkmatig verdeeld over Nederland. Er zijn wel ruimtelijke variaties aanwezig in het verschil tussen meting en modelberekening, maar hierin is geen constant patroon te ontdekken.

**Tabel 2.1** Overzicht kalibratiefactoren voor de aerosolen en bijtellingen voor de PM<sub>10</sub>- en PM<sub>2,5</sub>-concentratie

Kaarten voor 2013		Kaarten voor 2015-2030
NH <sub>4</sub>	Factor 1.3 <sup>a</sup>	Factor 1.4 <sup>c</sup>
NO <sub>3</sub>	Factor 1.4 <sup>a</sup>	Factor 1.7 <sup>c</sup>
SO <sub>4</sub>	Factor 2.5 <sup>a</sup>	Factor 3.0 <sup>c</sup>
PM <sub>10</sub>	Constante van 8.2 µg m <sup>-3</sup> <sup>b</sup>	Constante van 9.1 µg m <sup>-3</sup> <sup>c</sup>
PM <sub>2,5</sub>	Constante van 3.0 µg m <sup>-3</sup> <sup>b,e</sup>	Constante van 3.2 µg m <sup>-3</sup> <sup>d,e</sup>

- a) Voor de diagnosekaarten zijn de gemeten secundaire aerosolconcentraties in 2009-2012 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2007-2010 en de meteorologie van de jaren 2009-2012. Metingen van 2013 waren niet op tijd beschikbaar voor de kalibratie.
- b) Voor de diagnosekaart van PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub> zijn de gemeten waarden voor 2013 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2012 en de meteorologie van het jaar 2013.
- c) Voor prognosekaarten zijn de gemeten secundaire aerosolconcentraties voor de jaren 2009-2012 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2009-2012 met de langjarig gemiddelde meteorologie.
- d) Voor prognosekaarten van PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub> zijn de gemeten waarden voor de jaren 2008-2012 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2008-2012 en de langjarig gemiddelde meteorologie.
- e) De bijdragen van de aerosolen in de PM<sub>2,5</sub>-concentratie worden net als voorheen verkregen door de gekalibreerde PM<sub>10</sub>-aerosolconcentraties te vermenigvuldigen met 1,0 voor ammonium, 0,8 voor nitraat en 0,9 voor sulfaat (Matthijssen en Ten Brink, 2007)

De totale bijtelling voor PM<sub>10</sub>-concentraties voor prognoses, bepaald met behulp van metingen voor de periode 2008-2012, bedraagt 13,8 µg m<sup>-3</sup> waarvan 9,1 µg m<sup>-3</sup> afkomstig is van een vergelijk met de PM<sub>10</sub>-metingen en 4,7 µg m<sup>-3</sup> door de kalibratie van de secundaire aerosolen. Deze totale bijtelling is 0,8 µg m<sup>-3</sup> lager dan die in de 2013-rapportage. Dit is het gevolg van de ongeveer 4,5 µg m<sup>-3</sup> lagere, gemeten PM<sub>10</sub>-concentraties in 2012 ten opzichte van de periode 2006-2010 (gebruikt voor de 2013-rapportage) (Mooibroek et al., 2013b), terwijl de emissies en berekende concentraties (voor kalibratie) slechts ongeveer 1 µg m<sup>-3</sup> lager waren in 2012. De huidige bijtelling is bepaald op basis van het vergelijk van gemeten en berekende PM<sub>10</sub>-concentraties voor 2008 tot en met 2012 en wordt dus beïnvloed door de lage gemeten PM<sub>10</sub>-waarden in 2012.

De bijtellingen variëren van jaar tot jaar. Dit heeft zijn oorzaak in een aantal factoren die zijn gerelateerd aan het episodische karakter dat fijn stof kenschetst.

- De bijtelling geeft voor een groot deel de bijdrage weer van (semi)natuurlijke fracties als bodemstof en zeezout aan fijn stof. De bijdrage van deze fijnstoffracties heeft een episodisch karakter, omdat de bronsterktes zijn gerelateerd aan specifieke meteorologische omstandigheden die van jaar tot jaar verschillen. De bijdrage verschilt dus van jaar tot jaar en daarmee ook de bijtelling.
- Het OPS-model scoort gemiddeld goed bij de beschrijving van jaargemiddelde fijnstofconcentraties als gevolg van antropogene emissies. Het OPS-model is net als andere modellen niet altijd goed in staat om de effecten van antropogene fijnstofepisodes op jaargemiddeldeconcentraties te beschrijven vanwege de complexiteit van de

belangrijke processen. De bijtelling vangt modeltekorten op. Het voorkomen van antropogene fijnstofepisodes varieert van jaar tot jaar, zo ook de bijtelling.

- De metingen die het uitgangspunt vormen voor de bijtelling, worden door het RIVM geïkt met metingen die zijn gedaan volgens de Europese referentiemethode. De ijking van de automatische fijnstofmetingen resulteert in gemiddelde omrekeningsfactoren over meerdere jaren (zie ook Beijck et al., 2007). Variaties in ruimte en tijd van de karakteristieken van fijn stof kunnen bijdragen aan de variabiliteit van jaar tot jaar in de bijtelling.

#### 2.4.3 Kalibratie PM<sub>2,5</sub>-concentraties

In de Europese richtlijn voor luchtkwaliteit (zie Bijlage 4) staan grens- en richtwaarden voor de PM<sub>2,5</sub>-concentratie. De fractie PM<sub>2,5</sub> bevat vooral de deeltjes die ontstaan door condensatie van verbrandingsproducten of door reactie van gasvormige luchtverontreiniging. De fractie fijn stof groter dan PM<sub>2,5</sub> bestaat vooral uit mechanisch gevormde deeltjes. Stof dat vrijkomt bij mechanische bewegingen, zoals wegdekslijtage en stalemissies, bestaat vooral uit deeltjes die groter zijn dan PM<sub>2,5</sub>. Stof dat bijvoorbeeld in de vorm van roet en rook rechtstreeks vrijkomt bij verbrandingsprocessen zoals bij transport, industrie en consumenten, bestaat vooral uit kleinere deeltjes. De samenstellende deeltjes van fijn stof hebben, afhankelijk van de grootte, een atmosferische verblijftijd in de orde van dagen tot weken. Daardoor kan fijn stof zich over afstanden van duizenden kilometers verplaatsen en is fijn stof een probleem op continentale schaal (Matthijssen en Ten Brink, 2007).



De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO, 2005) geeft aan dat de fractie  $PM_{2,5}$  gezondheidskundig van groter belang is dan  $PM_{10}$ . De  $PM_{2,5}$ -fractie is directer verbonden met de door mensen veroorzaakte emissie van fijn stof dan  $PM_{10}$  en is daardoor met beleidsmaatregelen beter aan te pakken. De bijdrage aan  $PM_{2,5}$  van bestanddelen van natuurlijke oorsprong, zoals zeezout en een deel van het bodemstof, is veel kleiner dan aan  $PM_{10}$ . De komende decennia zijn nieuwe inzichten te verwachten over de onschadelijkheid van specifieke onderdelen van  $PM_{10}$  en  $PM_{2,5}$ . Recente studies leveren aanwijzingen dat gezondheidsschade vooral samenhangt met blootstelling aan elementair koolstof (EC). Dit zijn kleine deeltjes (kleiner dan  $0,1 \mu m$ ) die voornamelijk vrijkomen bij de verbranding van benzine en diesel (zie paragraaf 5.4). Er zijn geen normen vastgesteld voor toelaatbare concentraties EC.

Net als bij  $PM_{10}$  worden de  $PM_{2,5}$ -concentratiekaarten gekalibreerd aan de hand van gemeten concentraties. In Nederland heeft het RIVM samen met lokale netwerkbeheerders van Amsterdam en Rotterdam, waaronder de GGD-Amsterdam en de DCMR, een netwerk opgezet met automatische monitoren. Daarnaast wordt in samenwerking met verschillende netwerken vanaf 2008 op twintig stations  $PM_{2,5}$  gemeten volgens de Europese referentiemethode. Deze referentiemetingen van  $PM_{2,5}$  zijn gebruikt voor de kalibratie van de  $PM_{2,5}$ -kaarten.

Voor het kalibreren aan de hand van metingen van de met het OPS-model berekende  $PM_{2,5}$ -concentraties wordt eenzelfde methode toegepast als bij  $PM_{10}$  (zie paragraaf 2.4.2). De bijtellingen voor de  $PM_{2,5}$ -concentratiekaart van 2013 en voor verkenningen zijn weergegeven in Tabel 2.1. Doordat de berekende grootschalige  $PM_{2,5}$ -concentraties worden gekalibreerd aan de hand van de metingen, vormt de onzekerheidsmarge van circa  $2,5 \mu g m^{-3}$  de totale onzekerheid in de gemiddelde grootschalige  $PM_{2,5}$ -concentratie.

De totale bijtelling voor  $PM_{2,5}$ -concentraties voor prognoses, bepaald met behulp van metingen voor de periode 2008-2012, bedraagt  $7,3 \mu g m^{-3}$  waarvan  $3,2 \mu g m^{-3}$  afkomstig is van een vergelijk met de  $PM_{2,5}$ -metingen en  $4,1 \mu g m^{-3}$  door de kalibratie van de secundaire aerosolen. Deze totale bijtelling is  $0,9 \mu g m^{-3}$  lager dan die in de 2013-rapportage. Dit is het gevolg van de ongeveer  $3,5 \mu g m^{-3}$  lagere, gemeten  $PM_{2,5}$ -concentraties in 2012 ten opzichte van de periode 2008-2010 (gebruikt voor de 2013-rapportage) (Mooibroek et al., 2013b), terwijl de emissies en berekende concentraties (voor kalibratie) slechts

ongeveer  $0,4 \mu g m^{-3}$  lager waren in 2012. De huidige bijtelling is bepaald op basis van het vergelijken van gemeten en berekende  $PM_{10}$ -concentraties voor 2008 tot en met 2012 en wordt dus beïnvloed door de lage gemeten  $PM_{10}$ -waarden in 2012.

## 2.5 Bijtelling voor onverklaarde depositie

Op de  $NH_x$ -depositie berekend met het OPS-model vindt een bijtelling (Tabel 2.2) plaats om het verschil tussen de gemeten en berekende ammoniakconcentratie in de lucht en de natte depositie van ammoniak en ammonium ( $NH_x$ ) te corrigeren. Met deze bijtelling voor onverklaarde depositie wordt impliciet ook de bijdrage van niet-gemodelleerde bronnen in rekening gebracht (natuurlijke bronnen, bronnen buiten het modeldomein, maar ook te laag ingeschatte bronnen binnen het modeldomein). Het toepassen van een bijtelling heeft als voordeel dat de totale berekende depositie minder gevoelig wordt voor toekomstige veranderingen in het OPS-model. Anderzijds kan deze bijtelling ook een overschatting van de depositie inhouden, omdat het verschil tussen gemeten en berekende concentraties en depositie ook het gevolg kan zijn van onzekerheden en onvolkomenheden in de modellering, zoals een verkeerd geparmetriseerde depositiesnelheid.

Bij het vergelijken van berekende en gemeten waarden is eenzelfde methode toegepast bij de bepaling van de bijtellingen voor droge en natte depositie van  $NH_x$  als voor de bijtellingen voor  $PM_{10}$  en  $PM_{2,5}$ . Voor de bijtelling van de 2013-kaart zijn de gemeten 2013-waarden vergeleken met de waarden berekend voor 2013 (met Nederlandse emissies van 2012 en meteorologie van 2013). Voor de bijtelling bij prognoses is nauw aangesloten bij hoe ze gebruikt worden. OPS-berekeningen van 2008-2012 zijn daarom uitgevoerd met Nederlandse emissies van 2008-2012 en de langjarig gemiddelde meteorologie en vergeleken met metingen voor dezelfde jaren.

Ook vinden bijtellingen plaats voor niet-gemodelleerde bronnen van geoxideerd stikstof ( $NO_y$ ) op basis van Buijsman (2008).

Gemiddeld over de afgelopen vijf jaar komt de berekende ammoniakconcentratie goed overeen met de metingen. De bijtelling voor de totale stikstofdepositie is een ruimtelijk variërende kaart over Nederland van gemiddeld ongeveer

175 mol ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> voor prognoses. De bijtelling voor de kaart van 2013 is gebaseerd op een vergelijking tussen gemeten en berekende waarden voor alleen het jaar 2013 en bedraagt gemiddeld ongeveer 105 mol ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>.

Voor de depositie van potentieel zuur vinden naast de stikstofbijtellingen nog extra bijtellingen plaats voor het in rekening brengen van onverklaarde depositie van SO<sub>x</sub> en van halogeen en organische zuren (Tabel 2.2). De bijtelling is een ruimtelijk variërende kaart over Nederland van gemiddeld ongeveer 550 mol ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> voor prognoses en ongeveer 480 mol ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> voor de kaart van het jaar 2013.

In de 2012- en 2013-rapportages is besproken dat er een aanzienlijk verschil bestond tussen de berekende ammoniakconcentratie en die zoals gemeten in het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN). De MAN-metingen gaven aan dat de ammoniakconcentratie in het grootste deel van het duingebied een factor 2 tot 4 hoger was dan berekend. In een Notitie Duinenbijtelling is toen een voorstel gedaan hoe de berekende depositie langs de kust kan worden gecorrigeerd. Deze correctie was echter niet verwerkt in de GDN-kaarten. In 2013 is uit onderzoek gebleken dat het aannemelijk is dat er ammoniakemissies afkomstig zijn uit de zee langs de kust. Op basis van dit onderzoek is in deze 2014-rapportage

een extra ammoniakemissie op zee meegenomen in de modellering (zie paragraaf 2.7). Het verschil tussen gemeten en berekende concentraties in de duinen is hiermee grotendeels verdwenen en dus komt het voorstel uit 2012 voor een bijtelling van de stikstofdepositie in de duinen te vervallen.

## 2.6 Depositie parametrisatie geoxideerd stikstof

Sinds GCN2010 (Velders et al., 2010) wordt de depositie van ammoniak in OPS berekend met DEPAC versie 3.11. In deze DEPAC-versie zijn onder andere compensatiepunten voor ammoniak geïmplementeerd en zijn er ook wijzigingen aangebracht in de modellering van de stomatale weerstand (Van Zanten et al., 2010). Voor de overige componenten werd nog steeds de oude DEPAC (versie 3.3) gebruikt. Deze inhoudelijk onwenselijke situatie is in deze 2014-rapportage ongedaan gemaakt door voor één en hetzelfde proces (opname van gassen door de stomata van planten) dezelfde methode te hanteren. Voor het bepalen van de depositiesnelheid geldt nu dus DEPAC versie 3.11 voor alle componenten.

Zoals gerapporteerd in de GCN-rapportage van 2012 (Velders et al., 2012) geeft DEPAC versie 3.11 gemid-

**Tabel 2.2** Overzicht bijtellingen depositie voor onverklaarde depositie

	Droge depositie	Natte depositie
<b>Stikstofdepositie en potentieel-zuurdepositie</b>		
NH <sub>x</sub>	2013-kaart: Berekende 2013-depositie <sup>1</sup> vermenigvuldigen met (1/0,95 - 1). Dit komt overeen met gemiddeld 39 mol ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> .	2013-kaart: 14 mol ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> (zie <sup>1</sup> )
	Prognosekaarten: Berekende 2012-depositie <sup>2</sup> vermenigvuldigen met (1/0,93 - 1) Dit komt overeen met gemiddeld 63 mol per hectare per jaar.	Prognosekaarten: 64 mol ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> (zie <sup>2</sup> )
NO <sub>y</sub>	25 mol ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> (zie <sup>3</sup> )	25 mol ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> (zie <sup>3</sup> )
<b>Potentieel-zuurdepositie (als H<sup>+</sup>)</b>		
SO <sub>x</sub>	50 mol ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> (zie <sup>3</sup> )	50 mol ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> (zie <sup>3</sup> )
Halogenen en organische zuren	85 mol ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> (zie <sup>3</sup> )	195 mol ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> (zie <sup>3</sup> )

1) Voor de diagnosekaart zijn voor de droge depositie de gemeten NH<sub>3</sub>-concentraties voor 2013 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2012 en de meteorologie van het jaar 2013. Voor de natte depositie waren de metingen van 2013 niet op tijd beschikbaar. Voor de bijtelling zijn daarom de gemeten ammoniumconcentraties in regenwater in 2009-2012 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2007-2010 en de meteorologie van de jaren 2009-2012.

2) Voor prognoses zijn gemeten waarden voor de jaren 2008-2012 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2008-2012 en de langjarig gemiddelde meteorologie. De bijtelling is toegepast op de berekening met 2012 emissies en de langjarig gemiddelde meteorologie.

3) Gebaseerd op Buijsman (2008).

deld ongeveer  $1,5 \mu\text{g m}^{-3}$  hogere  $\text{NO}_x$ -concentraties. De droge depositieflux verandert hierdoor gemiddeld nauwelijks, maar per landgebruiksklasse zijn er wel verschillen. Zo is er bij loof- en naaldbos een toename in de droge depositieflux voor versie 3.11 en voor de overige landgebruiksklassen met vegetatie een verlaging. Landgebruiksklassen zonder vegetatie (water en stedelijk) laten een zeer kleine toename zien die wordt veroorzaakt door de concentratiestijging, aangezien inhoudelijk het droge depositieproces voor deze twee klassen identiek is in beide versies. Verder zijn er verschillen in de berekende depositie door de implementatie van het landgebruik gewogen gemiddelde depositiesnelheid (paragraaf 2.11).

## 2.7 Modellerings ammoniak emissies uit de zee

In de GCN-rapportage van 2013 is besproken dat de met het OPS-model berekende ammoniakconcentraties voor de duinen aanzienlijk lager waren dan de metingen in het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN) aangaven. Het afgelopen jaar is er door RIVM onderzoek verricht naar het verschil tussen gemeten en berekende concentraties in de duinen en is een methode voorgesteld ter verbetering van de berekening (Noordijk et al., 2014).

Noordijk et al. (2014) geven aan dat er verschillende verklaringen mogelijk zijn waarom de modelberekeningen langs de zee niet overeenkomen met de metingen. De meteorologische omstandigheden langs de kust wijken af van die in het binnenland, zoals het optreden van zeewind. Dergelijke lokale meteorologische effecten worden niet in het OPS-model meegenomen. Er zijn aanwijzingen in de literatuur dat er ammoniak uit de zee kan vrijkomen, vooral dicht langs de kust.

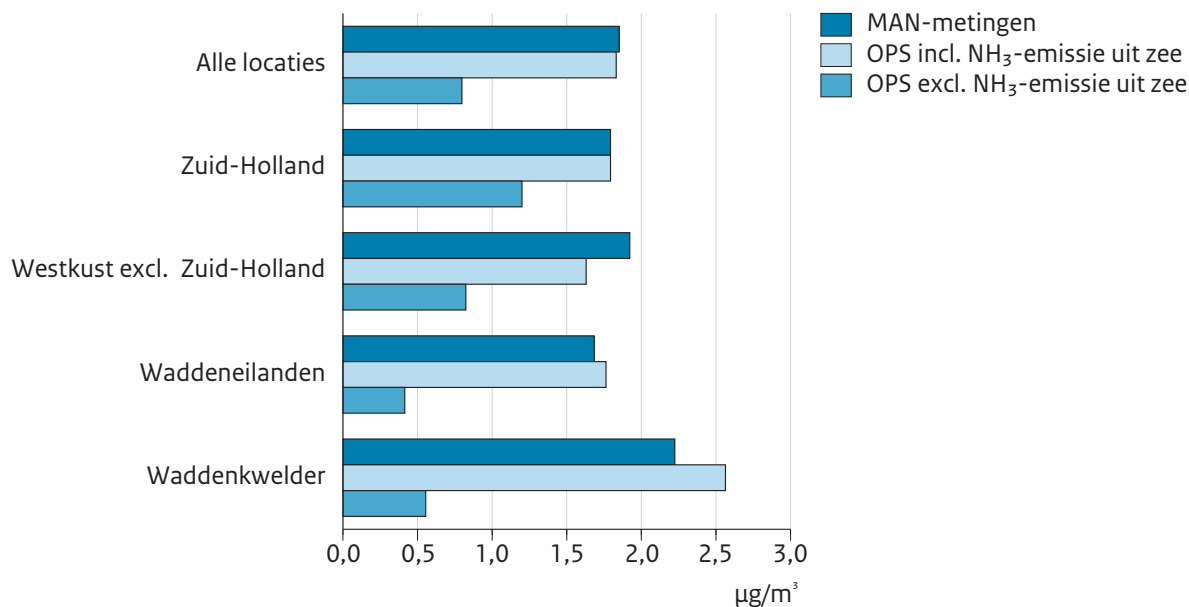
Drie mogelijke bronprocessen zijn door Noordijk et al. (2014) onderzocht. 1) vervluchtiging van ammoniak bij hoge pH uit het zeewater, 2) emissie van ammoniak uit schuim dat ontstaat via algengroei in zee, 3) ammoniakemissie via aerosolen die ontstaan door het verstuiwen van water. Doordat er nog veel onbekend is over deze processen, was het niet mogelijk de ammoniakemissie uit zee in detail te beschrijven en kwantificeren. Door Noordijk et al. (2014) is daarom gekozen voor een pragmatische aanpak gebaseerd op:

- De aanname dat er een nauw verband is tussen de concentratie chlorofyl-a in zee en de daar plaatsvindende ammoniakemissie. Chlorofyl-a is een indicator voor de hoeveelheid in zeewater aanwezige algen, waarvan de ruimtelijke verdeling in voldoende detail beschikbaar is. Het ruimtelijke patroon van het verschil tussen de gemeten en gemodelleerde ammoniakconcentraties blijkt overeen te komen met de ruimtelijke verdeling van chlorofyl-a over de Noordzee die afkomstig is van satellietbeelden.
- Er is een emissiefactor bepaald voor de ammoniakemissie uit chlorofyl-a in de zee. De factor is zodanig gekozen dat de verschillen tussen de met het OPS-model berekende ammoniakconcentraties en de MAN-metingen direct langs de kust gelijk zijn aan nul.
- Er is verondersteld dat de ammoniakemissie uit zee het hele jaar door constant is en ieder jaar even groot is. Waarschijnlijk is er wel een seizoensverloop in de emissie, maar aangezien het OPS-model jaargemiddeldeconcentraties en deposities berekend, is de fout die hiermee wordt gemaakt waarschijnlijk niet groot. De emissie zal ook niet ieder jaar hetzelfde zijn, maar nader onderzoek is nodig om te bepalen hoe groot de variatie in emissie is. Er is gekozen voor een vast emissiebestand, gebaseerd op de gemiddelde situatie van 2005 tot 2012.

Op basis van deze aannames is een emissiebron van ammoniak op zee meegenomen in de berekeningen met het OPS-model. De bron bedraagt in totaal ongeveer 30 miljoenkilogram voor het huidige gemodelleerde emissiegebied. De totaal benodigde emissie die nodig is om de berekende  $\text{NH}_3$ -concentraties in de duinen in overeenstemming te brengen met de gemeten waarden, is sterk afhankelijk van de grootte van het gebied op zee waarover de emissies worden verondersteld plaats te vinden. Emissies die ver uit de kust plaatsvinden, dragen nauwelijks bij aan de  $\text{NH}_3$ -concentraties in de duinen, maar – indien meegenomen – verhogen ze wel de totale  $\text{NH}_3$ -emissie uit zee. Van de huidige verdeling van de emissies op zee draagt een band langs de kust van 20 km breed (komt overeen met 11 miljoen kilogram  $\text{NH}_3$ -emissie) voor ongeveer 97 procent bij aan de  $\text{NH}_3$ -concentratie in de duinen afkomstig van deze nieuwe emissiebron.

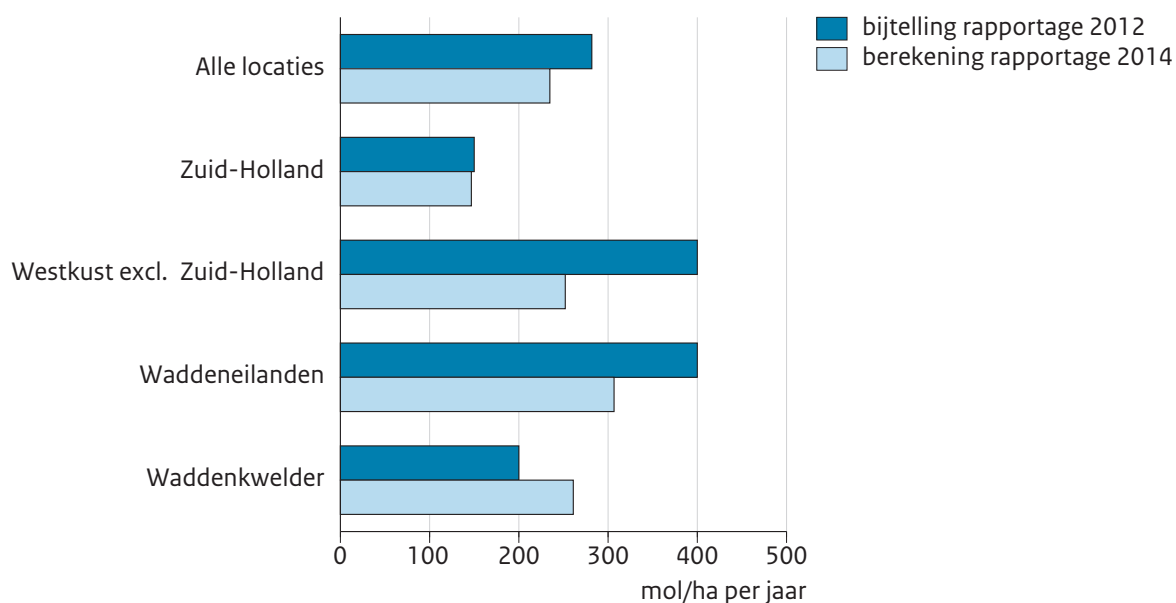
De ammoniakmetingen en de berekeningen met het OPS-model liggen nu dicht bij elkaar, gemiddeld over verschillende delen van het kustgebied (Figuur 2.2). De berekende extra stikstofdepositie als gevolg van deze extra emissie uit zee komt

**Figuur 2.2** Gemeten en gemodelleerde NH<sub>3</sub>-concentraties in de duinen.



Weergegeven zijn de gemeten ammoniakconcentraties, de concentraties berekend door het OPS-model inclusief de emissie uit de zee en zonder de emissie uit de zee voor de 25 MAN-meetlocaties in de duinen. Met “Zuid-Holland” wordt hier het gemiddelde bedoeld van Meyendel tot het zuidelijke deel van de Kennemerduinen. Figuur uit Noordijk et al. (2014)

**Figuur 2.3** Extra stikstofdepositie op de MAN-meetlocaties door NH<sub>3</sub>-emissies uit zee.



Weergegeven is de duinenbijtelling uit de GCN 2012-rapportage en de waarden berekend in de huidige 2014-rapportage. Met “Zuid-Holland” wordt hier het gemiddelde bedoeld van Meyendel tot het zuidelijke deel van de Kennemerduinen. Figuur uit Noordijk et al. (2014).

gemiddeld redelijk overeen met de voorheen geadviseerde duinenbijtelling (Figuur 2.3). Gemiddeld is de nu berekende stikstofdepositie als gevolg van de ammoniakemissie uit zee enkele tientallen mol ha<sup>-1</sup>jaar<sup>-1</sup> lager dan met de oude bijtelling. Op de ‘westkust exclusief Zuid-Holland’ is dit nu 150 mol ha<sup>-1</sup>jaar<sup>-1</sup> lager, in het waddengebied 90 mol ha<sup>-1</sup>jaar<sup>-1</sup> lager en op waddenkwellers 60 mol ha<sup>-1</sup>jaar<sup>-1</sup> hoger dan voorheen.

## 2.8 Empirische relatie NO<sub>x</sub>-NO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub>-ozon

Het OPS-model berekent concentraties NO<sub>x</sub>, niet NO<sub>2</sub>. Een empirische relatie, Sappho genaamd, wordt gebruikt om berekende NO<sub>x</sub>-concentraties te converteren naar NO<sub>2</sub>. Deze relatie is gebaseerd op gemeten jaargemiddeldeconcentraties van NO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> op de regionale en stadsachtergrondstations van het LML. De tot nu toe gebruikte relatie is ongeveer tien jaar geleden afgeleid op basis van metingen uit de jaren 1990. De laatste jaren is deze relatie echter veranderd, waarschijnlijk door een andere achtergrondconcentratie ozon en een hogere fractie direct uitgestoten hoeveelheid NO<sub>2</sub> van NO<sub>x</sub> bij wegverkeer (zie Velders et al., 2012). De NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub>-relatie en de O<sub>3</sub>-NO<sub>x</sub>-relatie zijn daarom opnieuw

afgeleid op basis van de metingen van LML, DCMR en de GGD-Amsterdam op regionale en stadsachtergrondstations voor de jaren 2008-2012 (Figuur 2.4). De huidige relatie is puur empirisch, zonder enig onderliggend fysisch-chemisch model.

De relatie die is afgeleid voor 2008-2012 wijkt voor de hogere NO<sub>x</sub>-concentraties meer dan 1 sigma af van de relatie voor de jaren 1990. Bij de hogere concentraties die voorkomen in de stadsachtergrond geeft de nieuwe relatie een hogere NO<sub>2</sub>-concentratie bij dezelfde NO<sub>x</sub>-concentratie; ongeveer +0,5 µg m<sup>-3</sup> rond 25 µg m<sup>-3</sup> NO<sub>2</sub>, ongeveer +1,4 µg m<sup>-3</sup> rond 30 µg m<sup>-3</sup> NO<sub>2</sub> en +2,7 µg m<sup>-3</sup> rond 35 µg m<sup>-3</sup> NO<sub>2</sub>. De relatie tussen gemeten NO<sub>x</sub>- en O<sub>3</sub>-concentraties vertoont een aanzienlijk spreiding, maar is omwille van de consistentie ook geactualiseerd.

De nieuwe empirische relaties die in deze 2014-rapportage is gehanteerd, zijn:

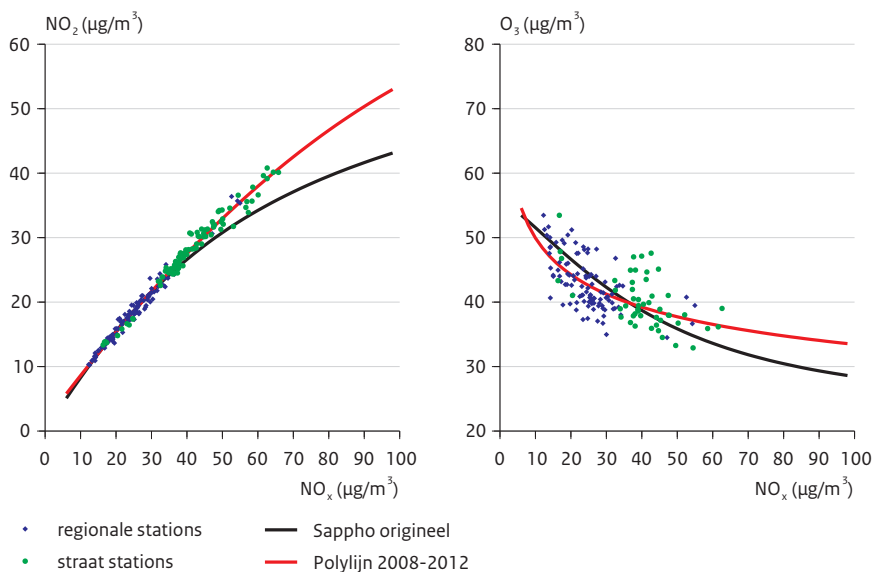
$$\text{NO}_2 = -0.002176 \text{NO}_x^2 + 0.739206 \text{NO}_x + 1.439901$$

Als NO<sub>x</sub> < 5 µg m<sup>-3</sup> dan NO<sub>2</sub> = NO<sub>x</sub>  
 Als NO<sub>x</sub> > 169 µg m<sup>-3</sup> dan NO<sub>2</sub> = 64.2 µg m<sup>-3</sup>

$$\text{O}_3 = 74.595524 \text{NO}_x^{-0.174232} \quad (\text{NO}_x \text{ tot de macht } -0.174232)$$

Als NO<sub>x</sub> < 5 µg m<sup>-3</sup> dan O<sub>3</sub> = 56.4 µg m<sup>-3</sup>

**Figuur 2.4** Jaargemiddelde gemeten NO<sub>2</sub>-concentratie uitgezet tegen de gemeten NO<sub>x</sub>-concentratie (links) en voor regionale (blauwe punten) en stadsachtergrond (groene punten) locaties uit het LML, van DCMR en van de GGD-Amsterdam.



De zwarte lijn geeft de gehanteerde NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub>- en O<sub>3</sub>-NO<sub>x</sub>-relaties zoals die afgeleid zijn op basis van metingen in de periode 1990-1999. De rode lijn geeft de relatie volgend uit de metingen in de periode 2008-2012.

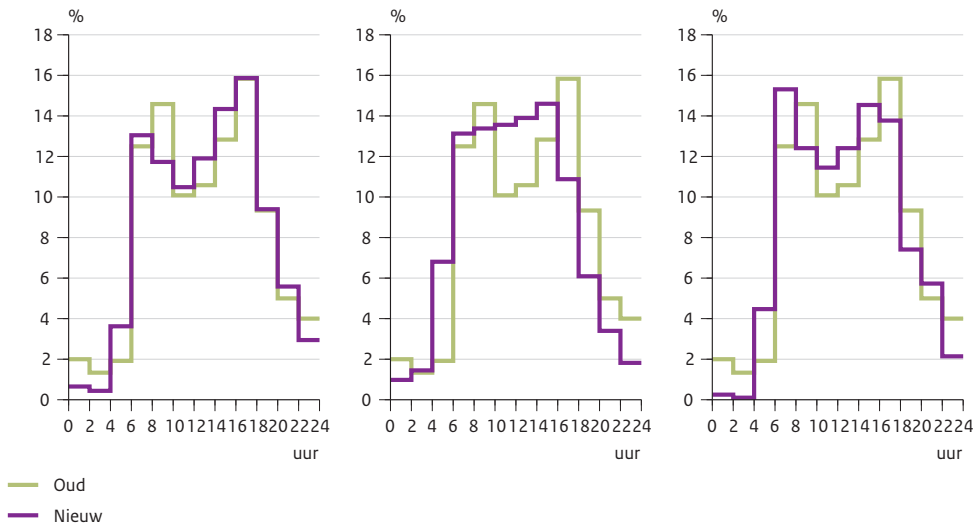


## 2.9 Dagverloop emissies wegverkeer

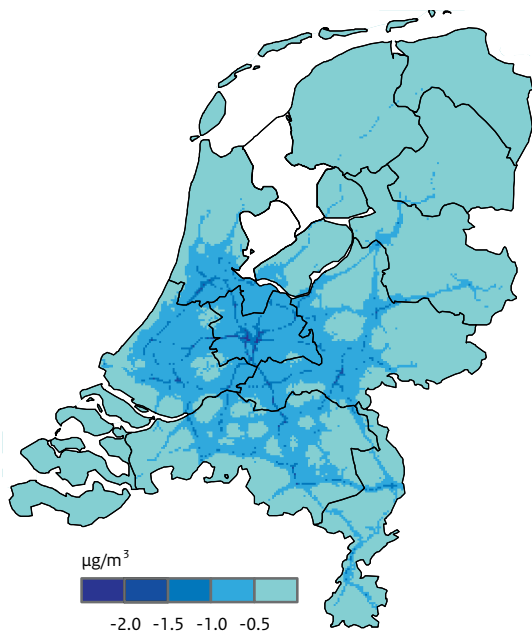
De toestand van de atmosfeer varieert over het etmaal. Daarmee variëren ook de verspreidingscondities van luchtverontreinigende stoffen. De verdeling van vooral verkeersemissie over het

etmaal wordt daarom verdisconteerd in de berekeningen met het OPS-model. In voorgaande GCN-rapportages werd voor alle wegverkeer dezelfde verdeling van de verkeersintensiteit gehanteerd; er werd geen onderscheid gemaakt naar voertuigtype en naar wegtype. In deze 2014-rapportage is voor

**Figuur 2.5** Verdeling van de voertuigintensiteit over het etmaal (jaargemiddeld).



**Figuur 2.6** Verandering in  $\text{NO}_x$ -concentratie door toepassing van de nieuwe voertuigspecifieke intensiteitsverdeling van wegverkeer.



Een negatief getal betekent dat de concentratie die berekend is op basis van de nieuwe verdeling lager is dan op basis van de oude verdeling.

het eerst onderscheid gemaakt naar voertuigtype. De benodigde intensiteitsverdelingen zijn door Goudappel Coffeng (2014) bepaald aan de hand van verkeerstellingen op rijkswegen, provinciale en gemeentelijke wegen en de dienstregeling van openbaar vervoer (OV) bussen. Het onderscheid tussen de wegtypen blijkt niet significant. Daarom zijn de gegevens naar voertuigtype geaggregeerd.

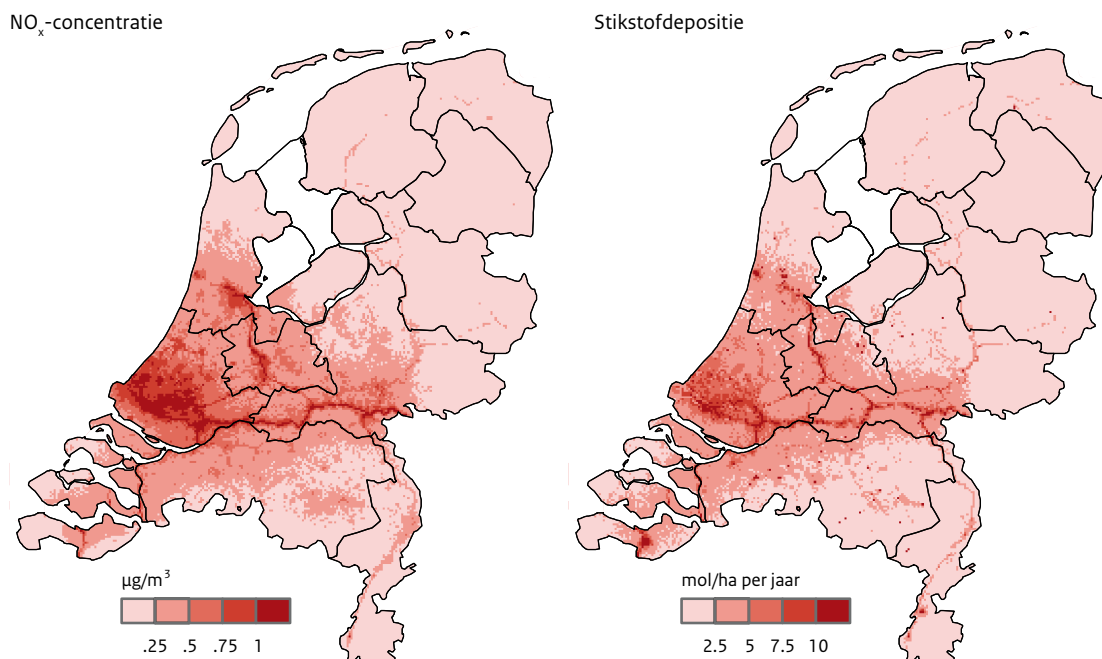
In Figuur 2.5 worden de nieuwe verdelingen voor licht verkeer, vrachtverkeer en OV-bussen vergeleken met de oude, generieke verdeling voor wegverkeer. Voor licht verkeer en OV-bussen is er weinig verschil tussen de nieuwe en oude verdelingen. Voor vrachtverkeer is de nieuwe intensiteitsverdeling gelijkmatiger over de dag verdeeld dan de oude generieke verdeling. Hierdoor vinden wat meer emissies plaats onder gunstige verspreidingscondities dan volgens de oude verdeling. De invloed van deze nieuwe verdelingen op de berekende  $\text{NO}_x$ -concentraties is bestudeerd door de  $\text{NO}_x$ -kaart voor 2012 uit de GCN 2013-rapportage opnieuw te berekenen met de nieuwe intensiteitsverdelingen (Figuur 2.6). De intensiteitsverdeling voor licht verkeer is daarbij toegepast voor de GCN-categorieën personenauto's, bestelauto's en tweewielers. De verdeling voor OV-bussen is toegepast voor alle bussen, inclusief de touringcars.

Omdat de bron voor de buitenlandse emissies van wegverkeer geen onderscheid kent naar voertuigtype is voor de buitenlandse emissies van wegverkeer de oude intensiteitsverdeling gebruikt, waarbij opgemerkt moet worden dat de etmaalverdeling van buitenlandse emissies weinig invloed heeft op de voor Nederland berekende concentraties. De nieuwe verdeling geeft  $\text{NO}_x$ -concentraties die tot  $2,5 \mu\text{g m}^{-3}$  lager zijn dan op basis van de oude verdeling, met de grootste verschillen langs de snelwegen. Gemiddeld over heel Nederland is de concentratie ongeveer  $0,4 \mu\text{g m}^{-3}$  lager. Driekwart van het gemiddelde verschil komt voor rekening van vrachtauto's, in lijn met de geconstateerde verschillen tussen de oude en nieuwe intensiteitsverdelingen.

## 2.10 Correctie modellering pluimstijging

De berekening van de pluimstijging in het OPS-model is gebaseerd op de formules van Briggs (1971) (zie ook van Jaarsveld, 2004). De pluimstijging is hierbij omgekeerd evenredig met de windsnelheid op schoorsteenhoogte. Omdat laag bij de grond de windsnelheid laag is, wordt de pluimstijging voor lage schoorstenen relatief hoog. In het OPS-model

**Figuur 2.7** De toename in  $\text{NO}_x$ -concentratie (links) en stikstofdepositie (rechts) bij toepassing van de verbeterde implementatie van de pluimstijging.



kan voor lage schoorstenen de totale emissiehoogte (= schoorsteenhoogte + pluimstijging) hoger worden dan voor iets hogere schoorstenen. Dit niet-fysische gedrag treedt vooral op bij lage bronnen met een relatief hoge warmte-inhoud, zoals bij de binnenscheepvaart. In OPS versie 4.2.2, zoals gebruikt in deze 2014-rapportage, is de modellering van de pluimstijging aangepast. Door niet de windsnelheid op de schoorsteenhoogte, maar op schoorsteenhoogte plus de helft van de pluimstijging uit te rekenen, krijgen we een windsnelheid die meer representatief is voor de hele pluim. Als kanteekening kan worden opgemerkt dat de methode van Briggs (1971) niet bedoeld is voor lage schoorstenen, maar deze wordt daarvoor wel vaak gebruikt.

Het effect van de verbeterde pluimstijging op berekende  $\text{NO}_x$ -concentratie en stikstofdepositie is weergegeven in Figuur 2.7 en Tabel 2.3. De gemiddelde concentratie per agglomeratie stijgt met 0,3 tot 1,1  $\mu\text{g m}^{-3}$ . Op het niveau van de individuele

gridcellen stijgt de concentratie met maximaal 4,3  $\mu\text{g m}^{-3}$ . De grootste invloed op de concentratie en depositie is te zien in de nabijheid van de (grote) vaarwegen. Dit is te verklaren doordat binnenscheepvaart significant bijdraagt aan de  $\text{NO}_x$ -emissie, de emissies van deze doelgroep op lage hoogte worden geëmitteerd en de pluim warmte-inhoud heeft.

Het effect van de verbeterde pluimstijging op de  $\text{NH}_3$ -concentratie en stikstofdepositie is gering en bedraagt maximaal 0,12  $\mu\text{g m}^{-3}$  voor  $\text{NH}_3$  en 40 mol  $\text{ha}^{-1}\text{jaar}^{-1}$  voor de N-depositie.

## 2.11 Landgebruik gewogen gemiddelde depositiesnelheid

Voor het berekenen van de depositiesnelheid wordt in het OPS-model gebruikgemaakt van de routine DEPAC. DEPAC berekent op basis van het landgebruik de (effectieve) gewasweerstand  $R_e$ , die op zijn beurt gebruikt wordt in de berekening van de depositiesnelheid ( $V_d$ ). Tot nu toe werd de gewasweerstand bepaald op basis van het dominant landgebruik in de 1x1 km gridcel. Binnen een gridcel zijn er echter vaak verschillende landgebruiksklassen aanwezig. Ter verbetering is voor GCN 2014 afgestapt van de depositiesnelheid bij het dominant landgebruik en is de overstap gemaakt naar de gemiddelde depositiesnelheid per gridcel, gewogen met het percentage landgebruik. In Figuur 2.8 is het effect van de andere bepaling van de depositiesnelheid op de totale stikstofdepositie op een aantal Natura 2000-gebieden weergegeven.

De grootste verschillen in depositie treden op in de hoogbelaste gebieden. Voor  $\text{NH}_x$  zijn dit de gebieden met intensieve veeteelt in Brabant en de Utrechtse Heuvelrug en voor  $\text{NO}_y$  zijn dit de stedelijke gebieden en drukke verkeerswegen.

De gemiddelde stikstofdepositie op Nederland verandert weinig, ongeveer met 15 mol  $\text{ha}^{-1}\text{jaar}^{-1}$ . De verschillen op gridcelniveau kunnen echter zeer aanzienlijk zijn, stijgingen en dalingen van enkele honderden mol  $\text{ha}^{-1}\text{jaar}^{-1}$  komen voor bij overgangen tussen bos en gras/heide. De gemiddelde stikstofdepositie op de Natura 2000-gebieden stijgt ongeveer 3,5 mol  $\text{ha}^{-1}\text{jaar}^{-1}$ , maar voor individuele gebieden zijn er veranderingen (toe- en afnamen) tot ruim 100 mol  $\text{ha}^{-1}\text{jaar}^{-1}$ .

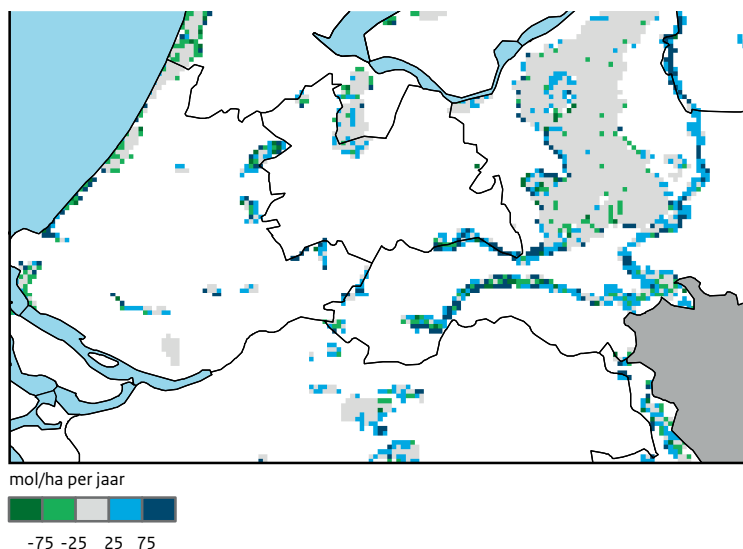
Op de  $\text{NO}_x$ - (en dus  $\text{NO}_2$ -) concentratie heeft deze methodeverbetering nauwelijks effect, gemiddeld

**Tabel 2.3** Verandering in  $\text{NO}_x$ -concentratie en N-depositie door toepassing van de verbeterde pluimstijgingparametrisatie, gemiddeld voor Nederland, de zes stedelijke agglomeraties en de 12 provincies<sup>1</sup>.

	Concentratie ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )		
	gemiddeld	minimum	maximum
Nederland	0,3	0,0	4,3
Amsterdam/ Haarlem	0,5	0,3	4,3
Utrecht	0,7	0,4	1,9
Den-Haag/Leiden	0,8	0,4	1,4
Rotterdam/ Dordrecht	1,1	0,5	2,5
Eindhoven	0,3	0,1	0,6
Heerlen/Kerkrade	0,1	0,0	0,2
	Depositie (mol $\text{ha}^{-1}\text{jaar}^{-1}$ )		
	gemiddeld	minimum	maximum
Nederland	3	-10	73
Groningen	1	-1	21
Friesland	1	-10	5
Drenthe	1	-10	2
Overijssel	1	-10	12
Gelderland	3	-9	29
Utrecht	4	+1	23
Noord-Holland	3	-1	73
Zuid-Holland	6	+1	21
Zeeland	3	0	46
Noord-Brabant	3	-9	41
Limburg	2	-1	16
Flevoland	1	+1	6

<sup>1</sup>Een positief getal betekent dat de concentratie/depositie die berekend is op basis van de verbeterde pluimstijging hoger is dan op basis van de oude parametrisatie.

**Figuur 2.8** Verandering in stikstofdepositie voor Natura 2000-gebieden als gevolg van het gebruik van de landgebruik gewogengemiddelde depositiesnelheid.



over Nederland minder dan  $0,04 \mu\text{g m}^{-3}$ . Op gridcel-niveau zijn er verschillen van  $-0,7$  tot  $+0,7 \mu\text{g m}^{-3}$ .

## 2.12 Kalibratiekaart voor prognoses $\text{NO}_2$ en ozon

Voor de GCN-kaarten van  $\text{NO}_2$  en ozon van een gepasseerd jaar worden de berekende concentraties elk jaar gekalibreerd aan de hand van de metingen van het RIVM/LML, GGD-Amsterdam en DCMR. Gemiddeld over alle meetlocaties komen de berekende concentraties goed overeen met de gemeten concentraties. Regionaal blijken er echter systematische verschillen te zijn. In bijvoorbeeld de regio Amsterdam zijn de berekende  $\text{NO}_2$ -concentraties meestal hoger dan de gemeten concentraties, terwijl in de regio Rotterdam de berekende concentraties systematisch iets te laag zijn. Door middel van de kalibratie worden deze verschillen voor de berekende concentraties grotendeels gecompenseerd. Kaarten met prognoses van de  $\text{NO}_2$ - (en  $\text{O}_3$ -) concentratie, voor bijvoorbeeld 2015, waren tot nu toe alleen gebaseerd op modelberekeningen en niet gecorrigeerd voor geconstateerde systematische verschillen tussen gemeten en berekende concentraties.

In 2013 is onderzocht hoe groot de systematische regionale verschillen tussen gemeten en berekende  $\text{NO}_x$ -,  $\text{NO}_2$ - en ozonconcentraties de afgelopen jaren waren. Op basis hiervan is een bijtellingskaart opgesteld, welke in deze GDN-2014-rapportage voor het eerst is meegenomen voor de GCN-kaarten voor 2015-2030.

Onderstaande analyse naar de verschillen tussen gemeten en berekende concentraties is uitgevoerd op basis van de gegevens en het OPS-model, zoals vorig jaar gebruikt voor de GCN 2013-rapportage. De concentraties op alle regionale en stadsachtergrondlocaties zijn vergeleken met modelberekeningen met het OPS-model voor de jaren 2006-2010 (Tabel 2.4). Gemiddeld over deze stations overschatte het OPS-model de  $\text{NO}_x$ -metingen met  $2,7 \mu\text{g m}^{-3}$ . Op de regionale stations was er zo goed als geen verschil tussen gemeten en berekende  $\text{NO}_x$ -concentraties en dit gold ook voor de meetlocaties in de regio Rotterdam, maar op locaties in andere steden, en vooral in de regio Amsterdam, overschatte het OPS-model de metingen aanzienlijk.

Het beeld is anders voor  $\text{NO}_2$ -concentraties. De te lage conversie van  $\text{NO}_x$ - naar  $\text{NO}_2$ -concentraties voor hogere concentraties (paragraaf 2.8) compenseerde deels de overschatting van de  $\text{NO}_x$ -concentraties. Het OPS-model overschatte de  $\text{NO}_2$ -concentraties in de regio Amsterdam met ongeveer  $2 \mu\text{g m}^{-3}$  en onderschatte de concentraties in de regio Rotterdam

**Tabel 2.4** Gemiddelde verschil tussen gemeten en berekende  $\text{NO}_x$ - en  $\text{NO}_2$ -concentraties (meting - model) voor 2006-2010 op basis van het OPS-model uit de 2013-rapportage (Velders et al., 2013)<sup>1</sup>

	Aantal stations	$\text{NO}_x$ ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	$\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )
Regionaal	22	+0,1	+0,2
Amsterdam	7	-7,8	-1,4
Rotterdam	3	+1,1	+3,8
Overige steden	6	-3,9	-0,6
Alle locaties	38	-1,9	+0,1

1) De berekeningen zijn uitgevoerd met de meteorologie die correspondeert met het jaar van de emissies en metingen, dus 2006 tot en met 2010.

**Tabel 2.5** Gemiddelde verschil tussen gemeten en berekende  $\text{NO}_x$ - en  $\text{NO}_2$ -concentraties (meting - model) voor 2008-2012 op basis van de huidige versie van het OPS-model, zoals gebruikt in deze 2014-rapportage<sup>1</sup>.

	Aantal stations	$\text{NO}_x$ ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	$\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )
Regionaal	22	-1,5	-1,0
Amsterdam	8	-7,1	-3,6
Rotterdam	4	-0,3	-0,4
Overige steden	5	-5,3	-2,9
Alle locaties	39	-3,0	-1,7

1) De berekeningen zijn uitgevoerd met langetermijngemiddelde meteorologie. Berekeningen waarin de meteorologie van de betreffende jaren wordt gebruikt, leveren ongeveer dezelfde resultaten op.

met ongeveer 3 tot 4  $\mu\text{g m}^{-3}$ . Gemiddeld over alle meetlocaties kwam de berekende  $\text{NO}_2$ -concentratie goed overeen met de metingen.

Naar aanleiding van de geconstateerde systematische verschillen tussen gemeten en berekende concentraties is besloten om voor deze 2014-rapportage een correctie toe te passen op de prognosekaarten van  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  en ozon. De methode waarmee de correctie is bepaald, is conform de kalibratiemethode voor de prognoses voor de secundair anorganische stoffen SIA's (paragraaf 2.4.1),  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$  (paragrafen 2.4.2 en 2.4.3) en depositie (paragraaf 2.5) en sluit nauw aan bij de kalibratie van diagnosekaarten voor  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , ozon en de andere stoffen. De methode is als volgt:

1. Berekeningen met het OPS-model met langetermijngemiddelde meteorologie en emissies van 2008 tot en met 2012.
2. Bepalen van het verschil tussen de gemeten en berekende concentraties op regionale en stadsachtergrondlocaties van het LML, DCMR en GGD-Amsterdam.
3. Berekenen van het gemiddelde verschil per locatie over 2008-2012, indien er voor minstens 3 van de 5 jaren metingen beschikbaar zijn.
4. De set met gemiddelde verschillen interpoleren met het programma INTERPOL met een interpolatiestraal van 20 km (identiek aan kalibratiediagnosekaarten).
5. De resulterende kaart optellen bij de met het OPS-model berekende concentratiekaart.

De voordelen van het toepassen van een kalibratiekaart voor prognoses zijn:

- Het toepassen van een kalibratiekaart voor prognoses zorgt ervoor dat bijvoorbeeld de  $\text{NO}_2$ -kaart die nu voor 2015 wordt gemaakt, een betrouwbaarder en beleidsmatig relevanter beeld geeft van de te verwachten concentraties.
- De berekeningsmethoden voor de GCN-kaarten voor prognoses is met de aanpassing goed in overeenstemming met die van historische jaren. Zo zal de GCN-kaart die in 2016 van jaar 2015 wordt geleverd, op dezelfde manier worden gecorrigeerd voor verschillen tussen gemeten en berekende concentraties.
- De GCN-kaarten zijn door de kalibratie minder gevoelig voor aanpassingen in het model en de inputgegevens.
- De methode van berekenen sluit direct aan bij die welke al enkele jaren voor fijn stof en depositie wordt gehanteerd.

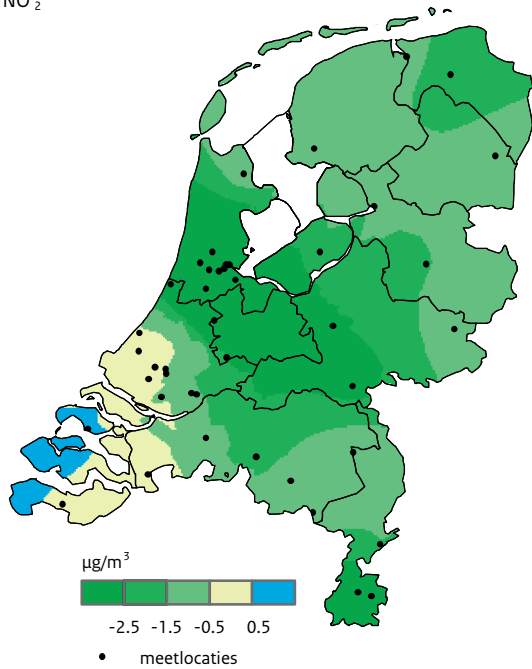
Mogelijke nadelen kunnen zijn:

- De relatie tussen emissies en concentraties wordt enigszins verstoord.
- De oorzaken van de verschillen tussen de gemeten en berekende concentraties zijn niet bekend. Nader onderzoek is nodig om de verschillen te kunnen verklaren.
- Het aantal locaties in steden waar metingen beschikbaar zijn, is beperkt. In Utrecht zijn bijvoorbeeld nu geen stadsachtergrondmeetlocaties voor  $\text{NO}_2$  in het LML, waardoor de berekende concentraties worden gecorrigeerd op basis van metingen op enige afstand van de stad.



**Figuur 2.9** Kalibratiekaart voor prognoses van de NO<sub>2</sub>-concentratie.

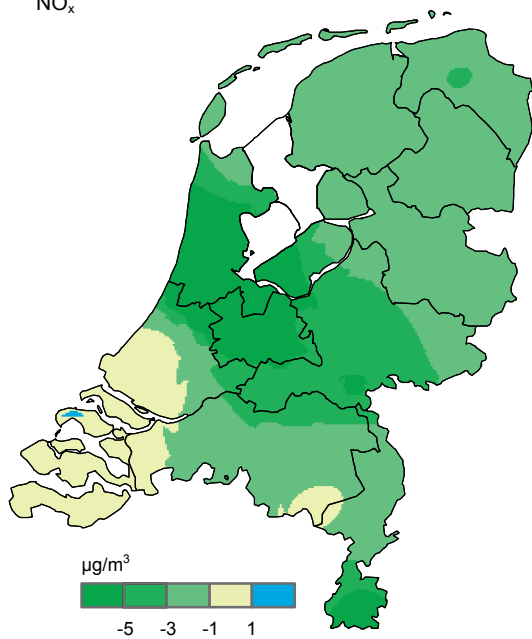
NO<sub>2</sub>



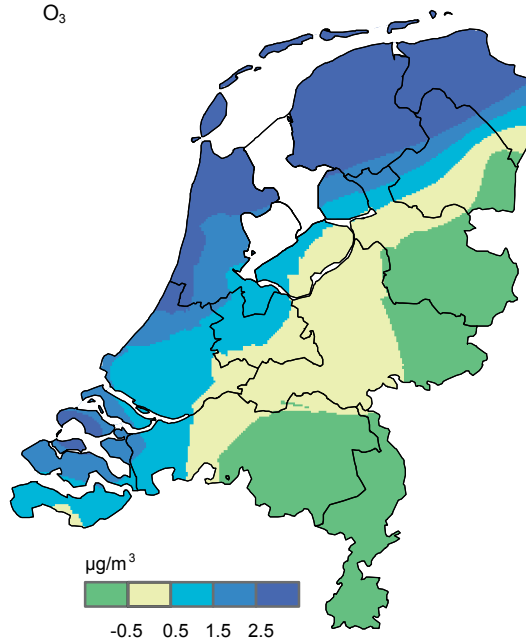
De kaart is gebaseerd op waargenomen systematische verschillen tussen gemeten en berekende concentraties (meting - model). De punten geven de locaties aan van de regionale en stadsachtergrondstations die zijn meegenomen in de berekening.

**Figuur 2.10** Kalibratiekaarten voor prognoses van de NO<sub>x</sub>- en O<sub>3</sub>-concentraties.

NO<sub>x</sub>



O<sub>3</sub>



De kaart is gebaseerd op waargenomen systematische verschillen tussen gemeten en berekende concentraties (meting - model). De punten geven de locaties aan van de regionale en stadsachtergrondstations die zijn meegenomen in de berekening.

Voor deze 2014-rapportage zijn enkele verbeteringen in de rekenmethodiek doorgevoerd met betrekking tot de  $\text{NO}_x$ -depositie en de empirische relatie tussen  $\text{NO}_x$  en  $\text{NO}_2$ , die relevant zijn voor het vergelijk tussen gemeten en berekende  $\text{NO}_x$ - en  $\text{NO}_2$ -concentraties. In Tabel 2.5 zijn de verschillen tussen de gemeten en berekende concentraties weergegeven. De berekende  $\text{NO}_x$ -en  $\text{NO}_2$ -concentraties overschatten de metingen op de meeste locaties met gemiddeld  $1,7 \mu\text{g m}^{-3}$ . Op de meetlocaties in de regio Amsterdam is de overschatting groter met gemiddeld  $3,6 \mu\text{g m}^{-3}$ , terwijl in de regio Rotterdam er zo goed als geen verschil is tussen gemeten en berekende concentraties. Deze gegevens zijn gebruikt voor het berekenen van de kalibratiekaart voor prognoses zoals weergegeven in Figuur 2.9 en Figuur 2.10.

## 2.13 Onderzoek naar verbeteringen

De berekende concentratiekaarten bevatten allerlei onzekerheden (zie paragrafen 4.2 en 4.4) die gevolgen hebben voor de toepassingen van de kaarten. Het verkleinen van de onzekerheden is een doorlopende activiteit. Lopend onderzoek waar ook in 2014 aandacht aan zal worden besteed, is:

- analyse van het verschil tussen gemeten en berekende  $\text{NO}_x$ - en  $\text{NO}_2$ -concentraties (zie paragraaf 2.12);
- meenemen van de emissies van  $\text{NO}_x$  uit mestaanwending (zie Velders et al., 2012);
- verschil tussen gemeten en met het OPS-model berekende concentraties van secundair anorganisch aerosol;
- kalibratie stikstofdepositiekaarten op basis van  $\text{NH}_3$ -metingen uit het MAN;
- nader onderzoek naar de pluimstijging bij lage schoorstenen, waarvoor nu de methode van Briggs (1971) wordt gebruikt;
- pluimstijging bij bewegende bronnen zoals bij binnenvaartschepen;
- $\text{NH}_3$ -emissiefactoren van verkeer;
- emissies van mobiele werktuigen in de havens;
- emissies van scheepvaart op de Noordzee op basis van cijfers van het VITO.

Mits op tijd afgerond, zullen de resultaten van deze onderzoeken worden meegenomen in de GCN- en GDN-kaarten die in 2015 worden gepresenteerd.

# 3 Emissies

De emissies die worden gebruikt als invoer voor het OPS-model zijn voor Nederland afkomstig van de Emissieregistratie (ER) en voor het buitenland van het Center for Emission Inventories and Projections (CEIP). De ER is in Nederland verantwoordelijk voor het verzamelen, bewerken, beheren, registreren en rapporteren van emissiedata, waarmee de betrokken ministeries aan de nationale en internationale verplichtingen op het gebied van emissierapportages kunnen voldoen.

In paragraaf 3.1 wordt in het kort aangegeven hoe de Nederlandse emissiegegevens tot stand komen die worden gebruikt bij de berekeningen. In paragraaf 3.2 wordt de actualiteit van de emissies behandeld. De achtergrond van de buitenlandse emissies voor het verleden wordt vermeld in paragraaf 3.3. In paragraaf 3.4 staat een uitgebreide beschrijving van de scenario's die voor de berekeningen voor de periode 2015 tot en met 2030 zijn gebruikt.

## 3.1 Nederlandse emissies: verleden

De emissies uit de ER bestaan enerzijds uit een aantal grote puntbronnen en anderzijds uit diffuse bronnen. De GCN-rapportage van 2008 (Velders et al., 2008) bevat een uitgebreide beschrijving. Voor

de grote bronnen wordt gebruik gemaakt van de elektronische milieujaarverslagen van de rapportageplichtige bedrijven (ongeveer 400). Deze gegevens worden gevalideerd door het bevoegd gezag (provincies, Regionale uitvoeringsdiensten (RUD), gemeenten, DCMR) en door de ER opgeslagen in een database. Welke bedrijven individueel moeten rapporteren, is vastgelegd in de Wet milieubeheer en de verplichte rapportages van het BEES (Besluit emissie-eisen stookinstallaties). Daarnaast zijn er voor convenanten en andere afspraken bedrijven die op vrijwillige basis meedoen.

De rest van de emissies in Nederland wordt bepaald aan de hand van het uitgangspunt:  $\text{emissie} = \text{activiteit} * \text{emissiefactor}$ . Voor industriële emissies wordt de emissiefactor in het algemeen afgeleid uit de gegevens die via het eMJV beschikbaar zijn. Deze emissiefactor wordt, waar mogelijk, toegepast op het totale energiegebruik ofwel de productieomvang in de sector. Dit soort gegevens komt uit de productie- en energiestatistieken van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).

Voor de niet-industriële doelgroepen landbouw, verkeer, huishoudens, diensten en overheid wordt uitsluitend gewerkt met emissiefactoren uit onderzoek en metingen, en statistische informatie van het CBS of brancheorganisaties.

Nadat de landelijke totaalemissies door de ER (RIVM, PBL, CBS, Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO), Waterdienst, landbouwinstituten) zijn vastgesteld (dat wil zeggen dat ieder instituut de ER-gegevens als basis gebruikt voor rapportages en studies), worden de gegevens via een afgesproken methode ruimtelijk verdeeld over Nederland. Zoals reeds aangegeven, zijn de individuele emissies op locatie bekend voor een aantal grote bronnen. De overige emissies worden verdeeld op basis van een regelmatig te actualiseren verdeeldatabase. Daarin zit informatie over bevolkingsdichtheid, verdeling van bedrijven over Nederland en het aantal werknemers per bedrijf, verdeling van het aantal dieren in de landbouw over Nederland, verdeling van de wegen over Nederland, landgebruikskaarten, enzovoort. Hiermee wordt per emissieoorzaak een regionale verdeling over Nederland berekend.

De jaarlijkse emissies in de lucht van binnenlandse en buitenlandse bronnen zijn afhankelijk van de actuele meteorologische situatie van het betreffende jaar. Deze afhankelijkheid is verwerkt in de gebruikte emissies via de verbruikscijfers van de bedrijven en via de energiestatistieken van het CBS. Bij bronnen waarbij de emissie door vervluchtiging tot stand komt, zoals  $\text{NH}_3$ -emissies bij landbouw, is het meteo-effect niet verdisconteerd in de emissies, maar soms wel in het OPS-model zelf.

In Tabel 3.1 staan de emissies voor Nederland die gebruikt zijn bij de berekening van de GCN- en GDN-kaarten in deze rapportage (zie ook Bijlage 1).

Afhankelijk van de stof is de onzekerheid van de emissietotalen in Nederland relatief klein tot relatief groot. Voor een stof als  $\text{NO}_x$ , waarvoor de emissies voor een belangrijk deel worden bepaald door verkeer, zijn de onzekerheden nationaal relatief groot. De emissies van verkeer hangen af van emissiefactoren, ritkarakteristieken, de wagenpark-samenstelling en aantallen gereden kilometers, en zijn relatief onzeker. De onzekerheid (bij 95 procent betrouwbaarheid) in de totale nationale emissies van  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$  en  $\text{SO}_2$  wordt respectievelijk geschat op 15, 17 en 6 procent (Van Gijlswijk et al., 2004). De onzekerheid van de  $\text{PM}_{10}$  emissies uit de bekende emissiebronnen is minimaal 20 procent (Harmelen et al., 2004).

## 3.2 Actualiteit van de emissies

In december 2013 zijn door de ER de definitieve emissietotalen voor Nederland vastgesteld over 2012. Deze hebben de bedrijven in april 2013 aan het bevoegd gezag geleverd. Deze emissies over 2012 zijn gebruikt in de berekeningen van de GCN- en GDN-kaarten voor het jaar 2013. Dit is een verbetering ten opzichte van voorgaande rapportages, waarin de emissies voor het jaar 'n-1' (n = jaar waarvoor de GCN-kaart wordt gemaakt) niet beschikbaar waren en moest worden teruggevallen op de emissies voor het jaar 'n-2'.

Aangezien de ruimtelijke verdelingen behorende bij deze 2012-emissies, pas rond de zomer van 2014 beschikbaar komen, zijn de verdelingen voor 2011 gebruikt.

Niet alle bedrijfsgroepen zitten (voldoende) in de individuele registratie. Van sommige bedrijfsgroepen zit beperkte informatie in de ER. Voornaamste reden daarvoor is dat voor een aantal bedrijfsgroepen geen (individuele) rapportageplicht (meer) geldt. Het valt overigens niet uit te sluiten dat er op lokaal/regionaal niveau voor die bedrijfsgroepen wel informatie op individueel niveau beschikbaar is. Er is echter geen mechanisme waarlangs die informatie 'automatisch' bij de ER terechtkomt. Voor dergelijke bedrijfsgroepen baseert de ER zich op voor haar beschikbare informatie, die mogelijk minder actueel is dan wat beschikbaar is op lokaal niveau. Voor sectoren die niet individueel in de ER zitten, wordt een bijschatting gemaakt (op basis van emissiefactoren maal activiteitsdata). Voor het berekenen van landelijke totalen is het bovenstaande geen groot probleem; onzekerheden blijven beperkt, omdat het aandeel van de niet-individueel geregistreerde bedrijfsgroepen op het totaal relatief bescheiden is. Op lokaal/regionaal niveau kan dat echter anders liggen.

## 3.3 Buitenlandse emissies: verleden

De buitenlandse emissies die in het OPS-model worden gebruikt, zijn afkomstig uit de WebDab emissiedatabase van CEIP. Voor de huidige rapportage van de GCN-kaarten van het jaar 2013 zijn de emissies van het jaar 2011 gebruikt, welke ook in de EMEP-modellen zijn toegepast. Dit zijn de meest recente definitieve emissiecijfers voor het buitenland. De EMEP-emissiedata zijn gebaseerd op de officiële emissies gerapporteerd aan de UNECE (United Nations Economic Commission for Europe)

**Tabel 3.1** Nederlandse emissies (miljoen kilogram) gebruikt voor de verkenningen.

Stof		Oude verkenning <sup>1</sup>		Nieuwe verkenningen <sup>2</sup>		GCN/GDN 2014 Voorgenomen beleid bovenraming (BBR)
		GCN/GDN 2013 Voorgenomen beleid (BBR)	Vaststaand beleid onderraming (OR)	Vaststaand beleid referentie- raming (RR)	Vaststaand beleid bovenraming (BR)	
NO <sub>x</sub>	2012 <sup>3</sup>					248
	2015	239	214	222	230	230
	2020	192	169	180	192	189
	2025		157	171	189	183
	2030	178	145	163	185	175
PM <sub>10</sub>	2012 <sup>3</sup>					27
	2015	28	25	26	27	27
	2020	28	25	26	28	27
	2025		25	26	28	28
	2030	28	24	27	29	28
PM <sub>2,5</sub>	2012 <sup>3</sup>					13
	2015	13	11	12	12	12
	2020	12	10	11	11	11
	2025		10	11	12	11
	2030	12	10	11	12	11
SO <sub>2</sub>	2012 <sup>3</sup>					34
	2015	35	37	38	39	37
	2020	35	33	34	34	33
	2025		32	34	36	34
	2030	35	32	34	36	34
NH <sub>3</sub>	2012 <sup>3</sup>					120
	2015	115	116	117	119	116
	2020	106	109	112	116	109
	2025		109	113	116	108
	2030	104	109	113	117	107
NMVOS <sup>4</sup>	2012 <sup>3</sup>					144
	2015		140	145	152	152
	2020		142	150	164	164
	2025		154	154	154	154
	2030		146	159	187	187

1) GCN-rapportage van 2013 (Velders et al., 2013)

2) Huidige GCN-rapportage van 2014

3) Voor de kaarten van 2013 zijn de definitieve nationale emissies van 2012 gebruikt. In de berekeningen zijn deze gecombineerd met buitenlandse emissies van 2011 en meteorologische gegevens en gemeten concentraties van 2013. De hier vermelde emissies zijn gebruikt in de berekeningen.

4) De NMVOS emissies zijn niet gebruikt in de hier gerapporteerde berekeningen, maar worden hier slechts voor de volledigheid getoond.



door alle landen in Europa in het kader van de *Convention on Long Range Transboundary Air Pollution*. EMEP voert hierop een kwaliteitscontrole uit, onder andere door het aanvullen van ontbrekende gegevens. De zo verkregen emissies worden gebruikt voor de berekeningen van de GCN-kaarten. De EMEP-emissies worden ruimtelijk verdeeld (vergrid) met een door TNO geproduceerde verdeeldatabase (Visschedijk, 2011).

### 3.4 Scenario's voor toekomstige emissies: Nederland

Nationale emissies voor de verkenningen zijn gebaseerd op de Referentieraming Energie en Emissies: Actualisatie 2012 (PBL en ECN, 2012). Hierop zijn enkele wijzigingen toegepast met betrekking tot het 'Energieakkoord voor duurzame groei' van de SER, de NH<sub>3</sub>-emissies van open stallen en emissiefactoren voor verkeer. De referentieraming schetst een beeld van de te verwachten ontwikkelingen in energiegebruik en emissies in Nederland tot 2020 met een doorkijk naar 2030, inclusief het effect van het al vaststaande klimaat- en energiebeleid. Hiermee ontstaat inzicht in de vraag of de nationale beleidsdoelstellingen voor 2020 binnen bereik zijn en of Nederland aan zijn Europese verplichtingen gaat voldoen op onder andere het gebied van de hoeveelheid emissie van broeikasgassen. Naast broeikasgassen bevat de referentieraming ook emissieprognoses voor luchtverontreinigende stoffen. De ontwikkeling van de emissies is niet alleen afhankelijk van het nationale en Europese beleid, maar ook van autonome maatschappelijke en economische ontwikkelingen.

De PBL/ECN-raming is een middenraming (hier referentieraming genoemd, RR). Naast deze referentieraming is er voor deze GCN-rapportage een onder- en bovenraming (OR en BR) opgesteld, met als verschil dat er een lagere dan wel hogere economische groei (onder- en bovenkant van de bandbreedte) voor de periode 2015-2020 is verondersteld (Tabel 3.2). In alle ramingen wordt uitgegaan van de werkelijke economische groei in Nederland in 2009 (3,5 procent), 2010 (+1,7 procent) en 2011 (+1,2 procent) zoals gerapporteerd door het Centraal Planbureau (CPB, 2012). Voor de jaren 2012 en 2013 is de verwachte groei gebaseerd op het Centraal Economisch Plan 2012 van CPB (2012). Voor 2012 werd een krimp verwacht van 0,75 procent en voor 2013 een groei van 1,25 procent (inmiddels wordt ook voor 2013 een krimp verwacht van het BBP). In de referentieraming zit verder een economische groei van +1,5 procent per jaar in 2014-2015 en +1,9 procent per jaar voor 2016-2020. Deze economische ontwikkeling is tot 2020 vergelijkbaar met de gemiddelde groei van 1,7 procent per jaar zoals die vorig jaar in de scenario's is gebruikt.

In de referentieraming wordt, net als in voorgaande rapportages, uitgegaan van een bandbreedte in economische groei van 0,75 procentpunt van 2013 tot 2020. Dit geeft een groei van ongeveer 0,9 procent per jaar voor de onderraming (OR) en ongeveer 2,5 procent per jaar voor de bovenraming (BR). Na 2020 zijn de trends gecontinueerd, wat inhoudt dat er is uitgegaan van eenzelfde groei in arbeidsproductiviteit, maar rekening is gehouden met een krimpend arbeidsaanbod (afname beroepsbevolking met gemiddeld 0,3 procent per jaar). De economische groei van 2020 tot en met 2030 is daarmee respectievelijk 0,6 procent, 1,4 procent en 2,2 procent per jaar in de onderraming, referentieraming en boven-

Tabel 3.2 Overzicht scenario's.

Scenario		Economische groei	Nationaal beleid	Emissie voor buitenland
<b>Vaststaand beleid</b>				
OR	Onderraming	~0,9% per jaar	Zie Tabel 3.3	Baseline IIASA (2014)
RR	Referentieraming	~1,7% per jaar <sup>1</sup>		idem
BR	Bovenraming	~2,5% per jaar		idem
<b>Vaststaand en voorgenomen beleid</b>				
BOR	Beleid onderraming	~0,9% per jaar	Zie Tabel 3.4	2015: Interpolatie emissie 2011 (CEIP) en plafond 2020 2020: Emissieplafond volgens het herziene Gotenburg Protocol 2025: Interpolatie 2020 en 2030 2030: Baseline IIASA (2014)
BRR	Beleid referentieraming	~1,7% per jaar		
BBR (= GCN en GDN)	Beleid bovenraming	~2,5% per jaar		

1) Gemiddelde economische groei in Nederland van 2013 tot en met 2020. De gemiddelde groei is 1,4 procent per jaar van 2020 tot en met 2030 (PBL en ECN, 2012).

raming. De gemiddelde economische groei is vertaald naar groeicijfers per sector, waarbij rekening is gehouden met sectorspecifieke ontwikkelingen en sectorspecifiek beleid.

Bij verkenningen worden de volgende definities gehanteerd voor beleidsmaatregelen:

- *Vaststaande* beleidsmaatregelen zijn voldoende uitgewerkt en geïnstrumenteerd, en de afspraken, financiering en bevoegdheden zijn duidelijk. Het scenario op basis van vaststaand beleid wordt besproken in paragraaf 3.4.1.
- *Voorgenomen* beleidsmaatregelen zijn maatregelen die de Europese Commissie of het kabinet van plan zijn te nemen, maar die in de komende jaren nog verder worden ontwikkeld en geïnstrumenteerd. Over deze maatregelen moet nog een beslissing worden genomen. Het scenario op basis van het voorgenomen beleid wordt besproken in paragraaf 3.4.2.
- *Aanvullende* beleidsmaatregelen zijn optionele maatregelen, waarover het kabinet nog geen standpunt heeft ingenomen.

De scenariokeuze (onder andere economische groei, vaststaand en voorgenomen beleid) bij de rapportage van gemeenten in het kader van de Wet milieubeheer en bij planvorming is de verantwoordelijkheid van het kabinet (het ministerie van IenM). In de evaluaties en verkenningen (doorrekening kabinetsplannen en beoordeling van grote investeringsplannen voor besluitvorming in de ministerraad) worden vaak verschillende maatregelpakketten naast elkaar gepresenteerd en wordt gewezen op de risico's van voorgenomen maatregelen bij het realiseren van nationale en internationale verplichtingen.

Het kabinet heeft, net als voorgaande jaren, de keuze gemaakt dat het scenario (BBR) met relatief hoge economische groei (2,5 procent per jaar) plus vaststaand en voorgenomen Nederlands en Europees beleid de basis van de concentratiekaarten (GCN-kaarten) voor de rapportage van 2014 vormt (zie paragraaf 3.4.2). Uitgangspunt hierbij is dat ook bij het halen van de 'Lissabon-doelen', dus bij een relatief hoge economische groei, moet worden voldaan aan de grenswaarden voor luchtkwaliteit. Het meenemen van voorgenomen beleidsmaatregelen in het scenario van de GCN-kaarten zorgt voor een verdeling van lasten tussen de rijksoverheid en lokale overheden om tijdig overal te voldoen aan de grenswaarden voor luchtkwaliteit. Als alleen vaststaand beleid zou worden meegenomen in het scenario van de GCN-kaarten, kwam een grotere last

op de schouders van lokale overheden te liggen bij het halen van de grenswaarden. Bij een scenario dat mede gebaseerd is op voorgenomen nationaal en internationaal beleid, wordt ervan uitgegaan dat de emissies van landen van de Europese Unie op het niveau van de plafonds behorend bij het gereviseerde Göteborg Protocol liggen (zie [http://www.unece.org/env/lrtap/multi\\_h1.html](http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.html)). In de scenario's voor GCN 2014 is nationaal verondersteld dat het kabinet ook de voorgenomen beleidsmaatregelen uitvoert, zoals de nationale maatregelen die zijn opgenomen in het NSL en het PAS (zie Tabel 3.4). In deze variant is de last op de schouders van lokale overheden minder groot dan bij alleen het vaststaande beleid. Dit heeft het voordeel dat een mogelijk teveel aan maatregelen en hoge kosten voor gemeenten worden voorkomen. Het anticiperen op de tijdige realisatie van de emissieplafonds voor 2020 in het buitenland houdt echter ook een bepaald risico in en kan resulteren in tegenvallers in de toekomst. Risico's zijn er ook bij het meenemen van voorgenomen nationale beleidsmaatregelen, maar omdat de effecten van deze maatregelen relatief gering zijn in termen van nationale emissies, zijn de risico's echter beperkt.

Ook voor de grootschalige stikstofdepositiekaarten (GDN-kaarten) heeft het kabinet gekozen voor het scenario (BBR) met relatief hoge economische groei (2,5 procent per jaar) plus vaststaand en voorgenomen Nederlands en Europees beleid (zie paragraaf 3.4.1).

In paragraaf 3.4.1 worden de achtergronden gegeven bij het vaststaande beleid dat is opgenomen in alle drie de ramingen. Het voorgenomen beleid zoals verwerkt in de emissies die zijn gebruikt voor de GCN-kaarten, wordt beschreven in paragraaf 3.4.2.

Voor alle scenario's geldt dat er wordt uitgegaan van een bepaalde effectiviteit van de genomen of nog te nemen maatregelen. Mee- en tegenvallers in de effectiviteit van de maatregelen kunnen effect hebben op de luchtkwaliteit in de toekomst en vormen daarmee een onzekerheid in de hier gepresenteerde resultaten.

Lokale maatregelen, onder andere bij verkeer, die door gemeenten worden genomen, zitten niet in de scenario's. Het bepalen van de luchtkwaliteit bij steden of in regio's is de taak van de lokale overheden. Zij hebben ook de informatie om de effecten van lokale maatregelen te verdisconteren in berekeningen.

De scenario's die worden gebruikt, bevatten emissietotalen per sector. Deze worden op dezelfde wijze ruimtelijk verdeeld als de emissies die voor de kaarten van 2013 zijn gebruikt. Nieuwe of geplande infrastructurele projecten worden niet locatiespecifiek meegenomen in de ruimtelijke verdeling van de geraamde emissies. Hierop zijn twee uitzonderingen:

1. Voor wegverkeer zijn gegevens uit de Monitoringstool 2013 gebruikt. Bij de kaart van 2013 zijn de verkeersintensiteiten voor het jaar 2012 en emissiefactoren voor het jaar 2013 gebruikt, terwijl voor de prognoses (2015-2030) de verkeersintensiteiten en emissiefactoren voor het jaar 2015 zijn gebruikt. In de kaarten voor 2015-2030 zijn verder enkele nieuwe rijkswegen meegenomen die volgens planning in 2015 gereed zijn (zie paragraaf 3.6.1).
2. Verschuivingen in de emissies van zeescheepvaart in de bestaande Rotterdamse haven en nieuwe emissies van industrie, scheepvaart en verkeer door de totstandkoming van de Tweede Maasvlakte zijn meegenomen in de kaarten voor 2015-2030 (zie paragraaf 3.6.3).

De toekomstige emissie van  $PM_{2,5}$  is bepaald op basis van de toekomstige  $PM_{10}$ -emissie en de verhouding tussen  $PM_{2,5}$ - en  $PM_{10}$ -emissies voor het jaar 2011 (zie Bijlage 2). Ontwikkelingen en maatregelen die effecten hebben op de emissies van  $PM_{10}$ , werken dus in dezelfde mate door in de emissies van  $PM_{2,5}$ . Hetzelfde geldt voor de emissies van EC (kleiner dan  $2,5 \mu g m^{-3}$ ), die zijn gebaseerd op de emissies van  $PM_{2,5}$  en de verhouding tussen EC- en  $PM_{2,5}$ -emissies (zie paragraaf 5.4 en Bijlage 2).

### 3.4.1 Vaststaand beleid

De afgelopen jaren heeft het kabinet een reeks generieke maatregelen afgekondigd ter verbetering van de luchtkwaliteit. In het NSL zijn afspraken met lokale overheden gemaakt om via additionele lokale maatregelen de luchtkwaliteit nog verder te verbeteren. In de emissieraming zijn alleen de concrete generieke beleidsvoornemens meegenomen, die voldoende geïnstrumenteerd zijn en waarvan de financiering is geregeld. Lokale NSL-maatregelen zijn niet in de ramingen verwerkt.

Ook op Europees niveau is het bestrijdingsbeleid geïntensiveerd. Zo zijn de afgelopen jaren nieuwe emissienormen afgekondigd voor personen- en bestelauto's, de zogenoemde Euro 5- en Euro 6-normen, en voor zwaar wegverkeer, de Euro VI-normen. Dit betekent onder andere dat alle nieuwe dieselpersonenauto's sinds begin 2011 zijn voorzien van een

gesloten roetfilter. Vooruitlopend op deze normen hebben steeds meer autofabrikanten hun nieuwe dieselauto's de afgelopen jaren al standaard uitgerust met een roetfilter. De Euro 6-normen leggen vanaf 2014 strengere eisen op aan de emissies van  $NO_x$  van nieuwe dieselauto's. De Euro VI-normen gelden vanaf 2013/2014 en leggen extra eisen op aan de  $NO_x$ - en  $PM_{10}$ -emissies van zwaar verkeer. Ook het vastgestelde nationale en Europese klimaatbeleid (bijvoorbeeld rondom biobrandstoffen en het emissiehandelssysteem voor  $CO_2$ ) is opgenomen in de ramingen.

Voor een gedetailleerde beschrijving van het vaststaande beleid dat is meegenomen in de ramingen (OR, RR en BR), wordt verwezen naar de rapportage van de referentieraming (PBL en ECN, 2012). De emissies en ramingen van verkeer worden uitgebreid toegelicht in Bijlage 6. Hier volgt een overzicht van de belangrijkste aannames en maatregelen uit het vaststaande beleid (Tabel 3.3):

- IMO-afspraken emissies zeevaart 2008: afspraken uit 2008 voor het reduceren van de emissies van de zeescheepvaart onder de vlag van de International Maritime Organization (IMO). Deze betreffen een verlaging van het maximaal toegestane zwavelgehalte van scheepvaartbrandstoffen in de zogenoemde emissiebeheersgebieden (SECA's), waaronder de Noordzee, van 1,5 procent naar 1,0 procent in 2010 en 0,1 procent in 2015. Daarnaast is een aanscherping van de  $NO_x$ -emissienorm voor nieuwe motoren afgesproken van circa 20 procent vanaf 2011.
- In de nieuwe IMO-regelgeving wordt tevens de mogelijkheid geboden om emissiebeheersgebieden aan te wijzen voor  $NO_x$ . In deze gebieden geldt voor nieuwe motoren een aanscherping van de  $NO_x$ -emissienorm van 80 procent. De Noordzee wordt op termijn mogelijk als  $NO_x$ -emissiebeheersgebied aangewezen, maar de besluitvorming hierover is nog niet afgerond. In de verkenningen is nog geen rekening gehouden met een eventueel  $NO_x$ -emissiebeheersgebied op de Noordzee.
- Emissies van scheepvaart op de Noordzee (buiten het Nederlands Continentaal Plat) zijn gebaseerd op cijfers van IIASA. Hierin zijn de aangescherpte emissie-eisen voor zeescheepvaart (IMO) verwerkt.
- In het 'Energieakkoord voor duurzame groei' (SER, 2013) zijn afspraken gemaakt voor energiebesparing en een toename van het aandeel hernieuwbare energieopwekking. Het akkoord geeft naar verwachting reducties in de emissies van  $NO_x$ , fijn stof en  $SO_2$  bij verschillende sectoren, zoals energieopwekking, industrie, huishoudens en handel, diensten en overheid.

- De  $\text{NH}_3$ -emissiefactoren voor nieuwe melkveestallen zijn verhoogd, wat een toename geeft in de gemiddelde emissie van alle melkveestallen van ongeveer 3 miljoen kilogram (PBL en ECN, 2012).
- Euro VI-emissionormen zwaar wegverkeer: vanaf 2013 (nieuwe voertuigtypen) en 2014 (alle bestaande voertuigtypen) moeten nieuwe vrachtauto's, trekkers en autobussen in Europa voldoen aan de Euro VI-emissionormen. Metingen aan de eerste Euro-VI-vrachtauto's die de afgelopen jaren zijn verkocht tonen aan dat de  $\text{NO}_x$ -emissies niet alleen in de testprocedures, maar ook in de dagelijkse praktijk erg laag zijn en onder de emissienorm blijven. Op basis van deze metingen zijn de emissiefactoren voor Euro-VI-vrachtauto's en trekkers met 30 tot 50 procent naar beneden bijgesteld ten opzichte van de 2013-rapportage. Dit geeft een daling in geraamde  $\text{NO}_x$ -emissies van vrachtauto's van ongeveer 5 miljoen kilogram in 2015 en 2020. In bijlage 6 wordt in detail beschreven welke inschattingen zijn gebruikt voor de praktijkemissies van Euro VI-voertuigen.
- Subsidieregeling Euro VI-vrachtauto's en bussen: om de marktpenetratie van Euro VI-voertuigen te stimuleren is in Nederland in mei 2012 een subsidieregeling ingevoerd. Deze regeling is meegenomen in het vastgestelde beleid.
- Subsidieregeling emissiearme taxi's en bestelauto's. Taxi's en (bedrijfsmatig gebruikte) bestelauto's profiteren niet van de bestaande Euro 6-stimulering via de BPM, omdat ze zijn vrijgesteld van BPM (Belasting op personenauto's en motorrijwielen). Het kabinet heeft daarom in oktober 2012 een subsidieregeling geïntroduceerd voor deze auto's.
- Herziening van de brandstofkwaliteitsrichtlijn (EC, 2008) die betrekking heeft op het zwavelgehalte van rode diesel voor mobiele werktuigen en voor

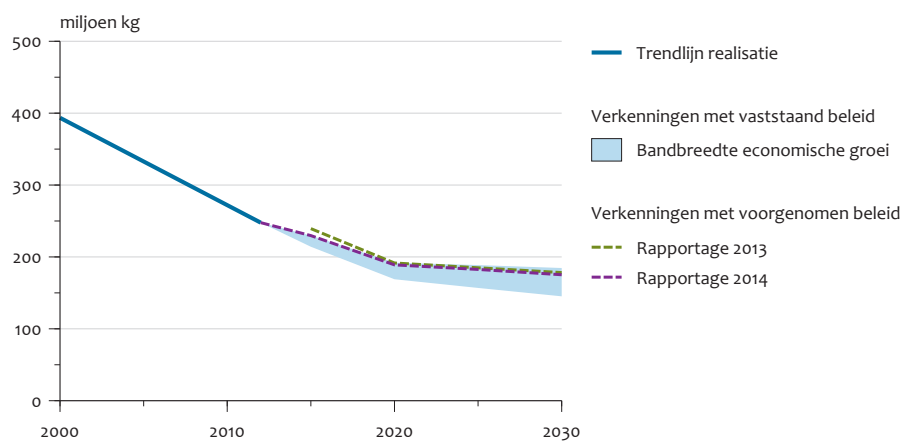
**Tabel 3.3** Maatregelenoverzicht op basis van het vaststaande nationale, Europese en mondiale beleid<sup>1</sup>

	$\text{NO}_x$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{SO}_2$	$\text{NH}_3$
<b>Mondiaal beleid</b>					
Aanscherping IMO-eisen voor zeescheepvaart	x	x	x	x	
<b>Europees beleid</b>					
Euro-normen voor personen- en bestelauto's tot en met Euro 6	x	x	x		
Euro-normen voor zwaar verkeer tot en met Euro VI	x	x	x		
Emissionormen voor mobiele machines, railvoertuigen (diesel) en binnenvaart tot en met Stage IV	x	x	x		
Herziening brandstofkwaliteitsrichtlijn binnenvaart en mobiele werktuigen (10 ppm zwavel per 1 jan 2011)				x	
<b>Nederlands beleid</b>					
Stimulering roetfilters nieuwe dieselpersonenauto's 2005-2010		x	x		
Convenant beperking fijnstofuitstoot lichte bedrijfsauto's		x	x		
Stimulering Euro 6-personeauto's 2011-2013 via BPM	x				
Subsidieregeling Euro VI-vrachtauto's en -bussen	x	x			
Toepassing vaste stroomaansluiting en voorziening preconditioned air Schiphol vanaf 2010	x	x	x		
Verhoging dieselaccijns met 3 cent en LPG met 7 cent vanaf 2014	x	x	x		
Afschaffen vrijstelling motorrijtuigenbelasting oldtimers	x	x	x		
Afspraken met raffinaderijen over plafond voor $\text{SO}_2$ (16 miljoen kg)		x	x	x	
Afspraken met elektriciteitsproducenten over plafond voor $\text{SO}_2$ (13,5 miljoen kg in 2010 tot 2020)				x	
Afschaffing $\text{NO}_x$ -emissiehandel vanaf 2014	x				
Aanscherping Besluit emissie-eisen middelgrote stookinstallaties (BEMS) per 1 april 2010	x				
Energieakkoord voor duurzame groei <sup>2</sup>	x	x	x	x	
Luchtwassers stallen intensieve veehouderij (algemene subsidie + subsidieregeling gericht op sanering van pluimveestallen die overschrijding van $\text{PM}_{10}$ -grenswaarden veroorzaken)		x	x		x
Besluit huisvesting – emissiearme stallen verplicht in intensieve veehouderij vanaf 2012		x	x		x
Emissiearm aanwenden – verbod op gebruikt sleepvoet op zandgronden vanaf 2012					x
Verhoging maximum snelheid op rijkswegen (o.a. 130 km per uur)	x	x	x		
Subsidieregeling emissiearme bestelauto's en taxi's vanaf 2013	x	x	x		
SER-energieakkoord voor duurzame groei	x	x	x	x	

1) Het vaststaand beleid is in detail beschreven in PBL en ECN (2012).

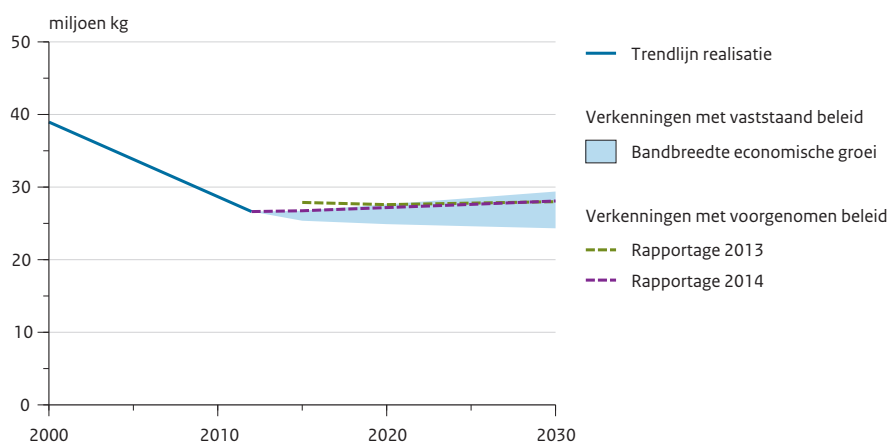
2) Een  $\text{CO}_2$ -kostenvereenigingsstelsel voor de glastuinbouw was in de 2013-rapportage onderdeel van het voorgenomen beleidsscenario. In deze rapportage wordt verondersteld dat deze maatregel onderdeel is van het energieakkoord.

**Figuur 3.1** NO<sub>x</sub>-emissies.



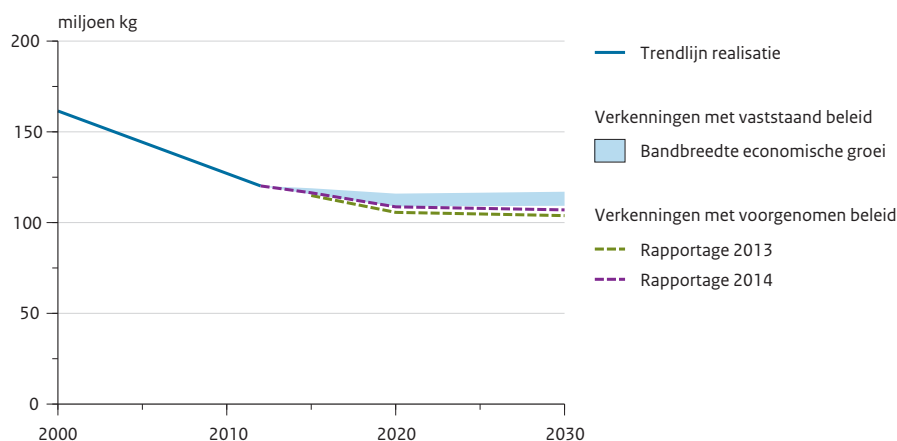
De verkenningen op basis van alleen het vaststaande beleid zijn weergegeven als een bandbreedte door verschillen in economische groei. De nieuwe GCN-kaarten zijn gebaseerd op de bovenkant van deze bandbreedte plus voorgenomen beleid.

**Figuur 3.2** PM<sub>10</sub>-emissies.



De verkenningen op basis van alleen het vaststaande beleid zijn weergegeven als een bandbreedte door verschillen in economische groei. De nieuwe GCN-kaarten zijn gebaseerd op de bovenkant van deze bandbreedte plus voorgenomen beleid.

**Figuur 3.3** NH<sub>3</sub>-emissies.



De verkenningen op basis van alleen het vaststaande beleid zijn weergegeven als een bandbreedte door verschillen in economische groei. De nieuwe GDN-kaarten zijn gebaseerd op de bovenkant van deze bandbreedte plus voorgenomen beleid.

- binnenschepen en visserij. Sinds begin 2011 is rode diesel zwavelvrij. Diesel voor wegverkeer was al enkele jaren eerder volledig zwavelvrij. Als gevolg daarvan draagt binnen de sector verkeer alleen de zeescheepvaart nog substantieel bij aan de uitstoot van SO<sub>2</sub>. De SO<sub>2</sub>-uitstoot van de andere modaliteiten is minimaal.
- Handhaving van het SO<sub>2</sub>-emissieplafond voor de energiesector op 13,5 miljoen kilogram in 2010 en daarna.
  - De NO<sub>x</sub>-emissiehandel is per 1 januari 2014 afgeschaft.
  - De verhogingen van de maximumsnelheid op rijkswegen (zie Velders et al., 2013).
  - De verhoging van de dieselaccijns met 3 cent en LPG met 7 cent per liter vanaf 2014 en de afschafing van de vrijstelling motorrijtuigenbelasting oldtimers zijn meegenomen als vaststaand beleid, waar deze maatregelen in de 2013-rapportage nog voorgenomen beleid waren. Dit wordt nader toegelicht in Bijlage 6.
  - De emissie van NO<sub>x</sub> die vrijkomen uit mestopslag is meegenomen in de berekeningen (zie Velders et al., 2012). NO<sub>x</sub>-emissies die vrijkomen bij de opslag van mest (ongeveer 7 miljoen kilogram) worden officieel door Nederland gerapporteerd aan de UNECE en tellen mee voor onder andere het NO<sub>x</sub>-emissieplafond van Nederland. NO<sub>x</sub>-emissies uit landbouw- en niet-landbouwbodems (geschat op 26 miljoen kilogram, zie [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)) zijn bronnen die Nederland in 2011 voor het eerst heeft gerapporteerd aan de UNECE, maar

tellen niet mee voor het NO<sub>x</sub>-emissieplafond. Om deze reden en vanwege hun grote onzekerheid zijn deze NO<sub>x</sub>-emissies nog niet meegenomen in de berekeningen.

- De buitenlandse emissietotalen per sector voor 2015-2030 zijn overgenomen van het nieuwe baselinescenario van IIASA (2014; TSAP Dec 2013) dat uitgaat van de economische en energieontwikkeling volgens het PRIMES 2010-referentiescenario en de landbouwprojecties van het CAPRI-model. Het scenario gaat daarbij uit van een volledige implementatie van het huidige luchtkwaliteitsbeleid in de Europese Unie. Deze buitenlandse emissies verschillen voor sommige landen en stoffen enkele tientallen procenten van de emissies die zijn gebruikt in de rapportage van 2013 die waren gebaseerd op een oudere projectie van IIASA (2012). Voor de emissies van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> zijn er verschillen tot ongeveer 10 procent, maar voor SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> bedragen deze in enkele gevallen 40 tot 50 procent.

Het vaststaande beleidsscenario toont een afname in emissies van NO<sub>x</sub> in Nederland in de komende jaren (Tabel 3.3, Figuur 3.1). Naar verwachting zal in 2020 de emissie van NO<sub>x</sub> met ongeveer 50 procent (200 miljoen kilogram) zijn afgenomen ten opzichte van het jaar 2000. Na 2020 dalen de emissies van NO<sub>x</sub> in de gebruikte verkenningen verder, voornamelijk door een verdere daling in de verkeeremissies als gevolg van het schoner wordende wagenpark. De emissies van primair PM<sub>10</sub> stabiliseren na 2010



(Figuur 3.2) en kunnen licht stijgen als gevolg van economische groei. De  $\text{NH}_3$ -emissies zijn sinds 2000 met ongeveer 25 procent (40 miljoen kilogram) gedaald. In de scenario's dalen deze emissies verder tot 2020 als gevolg van de implementatie van emissiearme stallen in de landbouw en aanscherping van mestgebruiksnormen (PBL en ECN, 2012).

### 3.4.2 Voorgenomen beleid (BBR voor GCN- en GDN-kaarten)

Naast de scenario's op basis van vaststaand beleid is ook een scenario opgesteld, BBR (beleid bovenraming), dat voorgenomen beleidsmaatregelen veronderstelt boven op vaststaand beleid (Tabel 3.2, Tabel 3.4). De emissies voor 2020, 2025 en 2030 zijn gebaseerd op de referentieraming (PBL en ECN, 2012) met vaststaand en voorgenomen beleid. Deze raming is op enkele punten geactualiseerd. Zo zijn de effecten van het SER-energieakkoord meegenomen, nieuwe  $\text{NH}_3$ -emissiefactoren voor open-landbouwstallen en nieuwe emissiefactoren voor verkeer (zie Bijlage 6). Behalve voor de sector verkeer is er geen raming beschikbaar voor de emissies van 2015. De emissies van 2015 voor de industrie, raffinaderijen, energie opwekking, huishoudens, landbouw, handel, diensten, overheid en bouw zijn daarom bepaald door interpolatie van de gerapporteerde emissies voor 2012 en de projectie voor 2020. Voor sommige sectoren geeft dit een iets andere emissie in 2015 dan in de 2013-rapportage.

Voor de boven- en onderraming is in deze 2014-rapportage eenzelfde bandbreedte in economische groei verondersteld als in de raming van PBL en ECN (2012). Deze bandbreedtes zijn toegepast als procentuele verschillen ten opzichte van de referentieraming.

Het kabinet (de ministeries van IenM en EZ) hebben de keuze gemaakt dat de bovenraming met vaststaand en voorgenomen beleid (BBR-scenario) de basis van deze GCN- en GDN-kaarten (rapportage 2014) vormt. Het kabinet heeft ook gekozen voor het pakket van voorgenomen beleidsmaatregelen. De kwantitatieve doorrekening van de effecten van de maatregelen is afkomstig van het PBL of van derden.

Het voorgenomen beleidsscenario, BBR, heeft de volgende kenmerken (Tabel 3.4 en Bijlage 1).

- De basis van de Nederlandse emissies is de bovenraming (BR) met vaststaand Nederlands en Europees beleid, plus voorgenomen nationale maatregelen en emissieplafonds voor 2020 (voor het buitenland alleen).

- *Aanscherping testprocedure Euro-6*: metingen laten zien dat de  $\text{NO}_x$ -emissies van de eerste generatie Euro-6-dieselpersonenauto's die in 2013 op de markt is gekomen in de praktijk substantieel hoger liggen dan de emissienorm en hoger zijn dan in de 2013-rapportage was verondersteld. De emissiefactoren voor Euro-6-dieselauto's zijn op basis van de metingen naar boven bijgesteld. Dit wordt toegelicht in Bijlage 6. Door aanscherping van de Europese testprocedure voor nieuwe auto's zouden de  $\text{NO}_x$ -emissies van Euro-6-dieselauto's op termijn ook in de praktijk omlaag moeten gaan. In het voorgenomen beleid is rekening gehouden met deze aanscherping van de testprocedure via de introductie van zogenaamde RDE-regelgeving (Real Driving Emissions) die de uitstoot van de auto's onder praktijkomstandigheden maximeert. Voor de invulling van de RDE-regelgeving is aangenomen dat, 1) de RDE-regelgeving vanaf 2018 in werking treedt en 2) de  $\text{NO}_x$ -emissies van auto's die onder de RDE-regelgeving zijn getest in de praktijk op ongeveer tweemaal het niveau ligt van de Euro-6-emissienorm voor  $\text{NO}_x$  van dieselauto's. Tot 2018 is geen RDE-regelgeving verondersteld en zijn de emissiefactoren gebaseerd op recente metingen van TNO (Ligterink et al., 2013). Dit wordt toegelicht in Bijlage 6. Door de nieuwe inzichten in de  $\text{NO}_x$ -emissies van Euro-6-dieselauto's liggen de emissieramingen voor  $\text{NO}_x$  van personenauto's in 2015 hoger dan in de 2013-rapportage. In 2020 liggen ze op ongeveer hetzelfde niveau als vorig jaar en in 2030 liggen ze iets lager. De RDE-regelgeving leidt op basis van de uitgangspunten zoals die hiervoor zijn beschreven tot een daling van de geraamde  $\text{NO}_x$ -emissies van dieselauto's van 3 miljoen kilogram in 2020 en 9 miljoen kilogram in 2030. In het scenario met vaststaand beleid liggen de  $\text{NO}_x$ -emissies dus 3 respectievelijk 9 miljoen kilogram hoger in 2020 en 2030 dan in in het BBR-scenario.
- De Nederlandse  $\text{NO}_x$ -emissies in dit scenario zijn ongeveer 10 miljoen kilogram lager in 2015 en 3 miljoen kilogram lager in 2020 en 2030 dan in de 2013-rapportage. De verlaging in 2015 komt voor ongeveer de helft door lagere Euro-VI-emissiefactoren voor vrachtauto's en voor de andere helft door het energieakkoord. De daling in  $\text{NO}_x$ -emissies vanaf 2020 is ook het gevolg van de lagere Euro-VI-emissiefactoren, plus lagere Euro-6-emissies bij dieselpersonenauto's, maar deze effecten worden deels gecompenseerd door hogere emissies bij energieopwekking.
- De geraamde  $\text{PM}_{10}$ -emissies van Nederland zijn in 2015 ongeveer 1 miljoen kilogram en in 2020 ongeveer 0,5 miljoen kilogram lager dan vorig jaar.

Deze lagere emissies zitten vooral bij verkeer doordat de roetfilters nog beter werken dan voorheen werd verondersteld.

- De geraamde SO<sub>2</sub>-emissies van Nederland zijn in 2015 ongeveer 2 miljoen kilogram hoger en in 2020 ongeveer 2 miljoen kilogram lager dan in de vorige raming door de inschatting van de effecten van het energieakkoord bij vooral de energiesector.
- De geraamde NH<sub>3</sub>-emissies van Nederland zijn ongeveer 1,5 miljoen kilogram hoger in 2015 en 3 miljoen kilogram hoger in 2020 en 2030. Dit is het gevolg van de hogere inschatting van de NH<sub>3</sub>-emissie bij stallen in de melkveehouderij.
- De geraamde emissies van de zeescheepvaart zijn in de periode 2015-2030 gelijk aan de raming van vorig jaar.
- De buitenlandse emissietotalen voor NO<sub>x</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub> voor 2020 zijn, net als in de 2013-rap-

portage, gebaseerd op de emissieplafonds volgens het herziene Gotenburg Protocol. Voor PM<sub>10</sub> zijn er geen emissieplafonds en zijn de emissies bepaald uit de plafonds voor PM<sub>2,5</sub> en de verhouding PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> zoals gebruikt in het OPS-model. De emissies voor 2015 zijn verkregen door interpolatie tussen de gerapporteerde emissies van 2011 (van CEIP) en de plafonds voor 2020. De emissies voor 2030 zijn afkomstig van IIASA-projecties op basis van het vaststaand beleid (referentieraming IIASA (2014), zie paragraaf 3.4.1), tenzij de emissietotalen hoger zijn dan de emissieplafonds voor 2020 in welke gevallen de emissieplafonds zijn genomen.

- Het BBR-scenario bevat de volgende voorgenomen nationale beleidsmaatregelen (zie Bijlage 1 en Tabel 3.1 voor de emissietotalen voor deze scenario's):
  - *Advies van de Alderstafel* over de toekomst van Schiphol en de regio voor de middellange termijn. Het advies behelst voor de periode tot

**Tabel 3.4** Maatregelen en emissiereducties (miljoen kilogram) in het voorgenomen beleidsscenario<sup>1</sup>

	NO <sub>x</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub> <sup>6</sup>		SO <sub>2</sub>		NH <sub>3</sub>		
	2015	2020	2015	2020	2015	2020	2015	2020	2015	2020	2030
RDE-regelgeving Euro-6-dieselpersonen- en bestelauto's		3,0									
Beperking groei Schiphol (uitvoering advies Alderstafel middellange termijn) <sup>2</sup>		-		-		-					
Taakstelling fijn stof bij de industrie (emissieplafond) <sup>3</sup>				0,5		0,2					
Aanscherping SO <sub>2</sub> -emissieplafond raffinaderijen (14,5 miljoen kg in 2010 op basis van afspraak met vergunningverleners)							1,5	1,5			
Maatregelen bij pluimveestallen met normoverschrijding fijn stof <sup>4</sup>			pm	pm	pm	pm					
Reductie stalemissies melkvee met voermanagement en stalmaatregelen <sup>5</sup>										2,5	2,5
Aanscherping aanwendingsvoorschriften <sup>5</sup>									2,5	2,5	2,5
Aanscherping maximale emissiewaarden besluit huisvesting <sub>s</sub>										2,3	5,0

1) Deze maatregelen komen in het BBR-scenario bovenop de maatregelen uit het vaststaande beleidsscenario (Tabel 3.3). De emissiereducties zijn toegepast op de bovenraming. Zie ook Bijlage 1 voor de bijbehorende emissietotalen.

2) Het advies van de Alderstafel leidt voornamelijk tot een verplaatsing van emissies van Schiphol naar regionale luchthavens (in de berekeningen is aangenomen dat dit Eindhoven en Lelystad zijn).

3) De taakstelling PM<sub>10</sub> bij de industrie heeft de vorm van emissieplafonds van 11, 10,5 en 10 miljoen kg in respectievelijk 2010, 2015 en 2020. Na 2020 is het emissieplafond constant gehouden. De taakstelling heeft betrekking op de sectoren, industrie, raffinaderijen, energie, afvalverwerking en op de op- en overslag van droge bulkgoederen (onderdeel van HDO-bouw).

4) Maatregelen uit het NSL die nader moeten worden vormgegeven.

5) Generieke PAS-maatregelen. De hier gebruikte effectinschattingen kunnen afwijken van de kentallen waarop in de PAS gestuurd zal worden.

6) De reducties in PM<sub>2,5</sub>-emissies zijn bepaald aan de hand van de reducties in PM<sub>10</sub>-emissies en de verhouding PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>-emissies (Bijlage 2).

2020 een maximaal verkeersvolume van 510.000 vliegbewegingen per jaar op Schiphol en uitplaatsing van de resterende vliegbewegingen naar regionale luchthavens. In de eerste plaats wordt daarbij gedacht aan Eindhoven en Lelystad. In de bovenraming ligt het aantal vliegbewegingen op Schiphol iets boven de 510.000 en worden de resterende vluchten gelijkmatig verdeeld over de twee andere luchthavens.

- *Taakstelling voor fijnstofemissies bij de industrie.* De taakstelling voor reductie van PM<sub>10</sub>-emissies door de industrie zijn door het ministerie van IenM nader uitgewerkt in emissieplafonds van respectievelijk 11, 10,5 en 10 miljoen kilogram voor de jaren 2010, 2015 en 2020. In de berekeningen is het plafond na 2020 constant gehouden. De emissiereducties zijn verdeeld over de verschillende deelsectoren van de industrie uitgaande van een gelijke procentuele reductie per deelsector. Deze reducties in PM<sub>10</sub>-emissies werken ook door in reducties voor PM<sub>2,5</sub>-emissies via de relatie tussen PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub> (zie Bijlage 2).
- *Aanscherping van het SO<sub>2</sub>-emissieplafond voor de raffinaderijen* van 16 naar 14,5 miljoen kilogram in 2010 op basis van een afspraak met de vergunningverleners om op dat niveau te handhaven. In de besprekingen van de rijksoverheid met de raffinaderijen bieden de raffinaderijen een emissieplafond van 16 miljoen kilogram, terwijl de rijksoverheid inzet op 14,5 miljoen kilogram. In het scenario op basis van alleen vaststaand beleid is een plafond van 16 miljoen kilogram SO<sub>2</sub> opgenomen. In het voorgenomen beleidsscenario is dit plafond verlaagd naar 14,5 miljoen kilogram.
- Binnen het NSL neemt het kabinet beleidsmaatregelen om de normoverschrijdingen bij pluimveestallen weg te werken. Bij het NSL is daarom subsidie beschikbaar voor implementatie van *maatregelen bij pluimveebedrijven die de normen voor fijn stof overschrijden*. Het gaat om bestaande en verwachte overschrijdingen van de normen voor fijn stof. Het effect van de NSL-subsidie is nog niet in de raming meegenomen.
- *Flankerend beleid.* De effecten van flankerend beleid, zoals milieuzonering en differentiatie van parkeertarieven naar milieukeurmerken van voertuigen, op landelijke emissies zijn onbekend en niet verwerkt in de scenario's. Naar verwachting zijn de effecten van deze maatregelen op landelijke emissies erg klein.
- Van onderstaande drie landbouwmaatregelen (inwerkingtreding in 2014) worden de effecten meegenomen in de PAS. De maatregelen

worden genoemd in een brief van de staatssecretaris van EL&I aan de Tweede Kamer van 15 december 2011. De in deze rapportage gehanteerde effectinschattingen kunnen afwijken van de kengetallen waarop in de PAS gestuurd zal worden.

- *Voer- en managementmaatregelen in met name de melkveehouderij.* Effect op de emissies vanaf 2020.
- *Aanscherpen van de eisen voor het emissiearm aanwenden van dierlijke mest.*
- *Beperken van de stalemissie* door de aanscherping en uitbreiding van de AMvB Huisvesting voor nieuwbouw of uitbreiding van bestaande stallen. Het effect van de maatregel is waarschijnlijk beperkt in 2015 en 2020.

### 3.5 SRM1- en SRM2-emissiefactoren

In Bijlage 6 staat een volledig overzicht van de algemene SRM1-emissiefactoren voor lokale verkeersmodellen, zoals het CAR-model en de Monitoringstool, en de emissiefactoren die specifiek voor snelwegen (SRM2) kunnen worden gebruikt met onderscheid tussen vrije doorstroming en filesituaties. De SRM1- en SRM2-emissiefactoren zijn gebaseerd op de referentieraming en het vaststaand en voorgenomen beleid. De effecten van de verhoging van de accijns op diesel en LPG en de afschaffing van de motorrijtuigenbelasting voor oldtimers (zie paragraaf 3.4.2) zijn dus meegenomen in de SRM1- en SRM2-emissiefactoren.

De SRM1- en SRM2-emissiefactoren worden door TNO en PBL berekend op basis van detailemissiefactoren uit het VERSIT+-model (Ligterink en De Lange, 2009). Deze detailemissiefactoren geven voor een groot aantal verschillende typen voertuigen de gemiddelde emissie per gereden kilometer voor verschillende verkeerssituaties. De detailemissiefactoren uit het VERSIT+-model worden op basis van voertuigkilometrages gewogen naar generieke emissiefactoren voor licht, middelzwaar en zwaar wegverkeer en voor autobussen (de SRM-emissiefactoren).

Dit jaar worden net als vorig jaar SRM1- en SRM2-emissiefactoren gepresenteerd voor EC. Gezien de onzekerheden rondom de metingen en modellering van EC-concentraties moeten deze emissiefactoren ook als indicatief worden beschouwd.

De SRM1- en SRM2-emissiefactoren zijn berekend op basis van prognoses van de gemiddelde samenstelling en de gemiddelde verkeersafwikkeling van

het wegverkeer op verschillende typen wegen in Nederland. Gegevens over de samenstelling hebben bijvoorbeeld betrekking op het aandeel diesel- en benzineauto's en de verhouding van oude en nieuwe voertuigen (die verschillen in milieuklasse) in de verkeersstromen op stadswegen, buitenwegen en snelwegen. Voor de verkeersafwikkeling (die afhangt van bijvoorbeeld de rijnsnelheid en mate van acceleratie en deceleratie) maakt TNO gebruik van ritpatronen die representatief zijn voor de gemiddelde verkeersafwikkeling op de gehanteerde wegtypen en doorstromingsniveaus voor stadssituaties en snelwegen. De emissiefactoren geven daarmee een algemeen beeld van de emissieniveaus van een gemiddelde verkeersstroom op de gemiddelde stadsweg, buitenweg of snelweg in Nederland. In specifieke situaties waarin de samenstelling van de verkeersstroom of de doorstroming afwijkt van deze gemiddelde situaties, kunnen ook de emissieniveaus afwijken van dit algemene beeld. De SRM1- en SRM2-emissiefactoren worden uitgebreid beschreven in de rapportage van TNO en PBL (Ligterink en Geilenkirchen, 2014).

## 3.6 Verbeteringen in ruimtelijke verdelingen van emissies

### 3.6.1 Verdeling van de verkeersemisies

De ruimtelijke verdeling van de emissies van wegverkeer is geactualiseerd door Goudappel Coffeng (2014). De emissies zijn gebaseerd op:

- De wegen in de Monitoringstool, waar over het algemeen de hogere verkeersintensiteiten plaatsvinden waarbij overschrijdingen van grenswaarden mogelijk zijn of worden verwacht.
- Het verkeersmodel van Goudappel Coffeng voor het hoofdwegennet. Het hoofdwegennet is de wegenstructuur over Nederland die voor de belangrijkste mobiliteit en doorstroom zorgt. Naast de rijks- en provinciale wegen zijn dat vaak de grotere gemeentelijke wegen voor ontsluiting en doorvoer.
- Een door PBL en Goudappel Coffeng ontwikkeld GIS-model voor de modellering van verkeersintensiteiten op de kleine wegen. Kleine wegen zijn alle wegen die niet in het hoofdwegennet zitten.

De verkeersintensiteiten op stedelijke wegen uit de Monitoringstool zijn conform de opgaves van de steden zelf. Voor de 2013-kaarten zijn de intensiteiten voor 2012 uit de Monitoringstool gebruikt en voor de kaarten van 2015-2030 de intensiteiten voor 2015.

In september 2012 is de maximumsnelheid op een groot deel van de rijkswegen in Nederland verhoogd. Het gaat hierbij niet alleen om de verhoging van 120 naar 130 km/uur, maar ook om verhogingen van 80 naar 100 km/uur en van 100 naar 130 km/uur. Verder zijn er enkele trajecten waar in de avond en nacht de maximumsnelheid is verhoogd.

Het effect van de verhoging van de maximumsnelheid is verwerkt in de GCN- en GDN-kaarten voor 2013 en voor 2015-2030 in deze rapportage. Goudappel Coffeng (2014) heeft daartoe een nieuwe ruimtelijke verdeling van de emissies van verkeer op de rijkswegen afgeleid op basis van de verkeersintensiteiten die ook in de Monitoringstool zijn gebruikt en op de nieuwe snelheidsregimes. Aparte verdelingen van de emissies zijn gemaakt voor de situatie in 2013 en voor 2015, met de volledige implementatie van alle geplande verhogingen van de maximumsnelheid. Het effect van de verhoging van de maximumsnelheid alleen in de avond en nacht op enkele trajecten is hierin ook meegenomen. De verdeling voor 2015 is ook toegepast voor de kaarten van 2020, 2025 en 2030.

In de kaart voor 2015 zijn ook enkele nieuwe stukken rijksweg meegenomen, zoals de A4 tussen Delft en Schiedam, de Haak om Leeuwarden en een nieuwe rondweg om Steenbergen.

### 3.6.2 Verdeling emissies uit stallen

De ruimtelijke verdeling van de emissies uit stallen van  $PM_{10}$  (en  $PM_{2,5}$ ) en  $NH_3$  is voor zowel de concentratiekaarten als de depositiekaarten gebaseerd op het door Alterra ontwikkelde GIAB+ (Van Os et al., 2012). In GIAB+ wordt onderscheid gemaakt tussen aantallen dieren op hoofd- en nevenvestigingen. In voorgaande rapportages werd GIAB+ al gebruikt voor de ruimtelijke verdeling van de stalemissies voor de depositiekaarten van stikstof en potentieel zuur, maar werd voor de concentratiekaarten van  $PM_{10}$  (en  $PM_{2,5}$ ) zoals beschikbaar gesteld door IenM, gebruikgemaakt van de vergunde dierenaantallen. Het ministerie van IenM heeft voor deze 2014-rapportage besloten om ook voor de concentratiekaarten uit te gaan van de GIAB+ verdelingen. Het gevolg hiervan is dat de kaarten dicht in de buurt van landbouwstallen wat lagere  $PM_{10}$ - en  $PM_{2,5}$ -concentraties laten zien voor de periode 2015-2030 ten opzichte van de 2013-rapportage (zie paragraaf 5.1.2). De kaart voor 2012 uit de rapportage van vorig jaar was al gebaseerd op GIAB+, evenals als de GCN-kaarten op de website van het RIVM.

### 3.6.3 Tweede Maasvlakte

Net als vorig jaar heeft de DCMR de effecten berekend van nieuwe activiteiten op de Tweede Maasvlakte (industrie, scheepvaart, verkeer), waarbij ook de vermindering van de emissie van zeescheepvaart in bestaand havengebied, door verplaatsing naar MV2, is meegenomen. Deze effecten voor de jaren 2015-2030 zijn in deze 2014-rapportage verwerkt in de concentratiekaarten.

# 4 Onzekerheden in concentraties en deposities

In dit hoofdstuk wordt een aantal aspecten van de onzekerheden in concentratiekaarten besproken.

## 4.1 Dubbeltelling van emissies voor rijkswegen

De grootschalige concentratieniveau dat in Nederland aanwezig is, wordt veroorzaakt door de bijdrage van alle binnenlandse bronnen en door de bijdrage uit het buitenland. Als de grootschalige concentraties uit de GCN-kaarten worden gebruikt als achtergrondconcentraties voor de berekeningen van lokale concentraties met bijvoorbeeld het CAR-model, kan een dubbeltelling van emissies optreden. Een dubbeltelling ontstaat als de invloed van een (bestaande) bron op de lokale concentratie apart wordt berekend en bij de grootschalige concentratie wordt opgeteld. Voor grote bronnen, zoals drukke rijkswegen, kan een correctie voor dubbeltellingen van emissies relevant zijn, vooral als overschrijding van grenswaarden in het geding is. Voor kleine bronnen, zoals lokale wegen, is de dubbeltelling via de grootschalige concentratie verwaarloosbaar.

De dubbeltellingscorrectie is bepaald aan de hand van een kaart met verdunningsfactoren en een kaart

met de emissies op de rijkswegen (zie Velders et al., 2008). De verdunningsfactor geeft voor elke gridcel van 1x1 kilometer de bijdrage van een eenheid emissie aan de concentratie in die gridcel en aan de 48 omringende gridcellen. De dubbeltellingscorrectie wordt bepaald tot ongeveer 3,5 kilometer afstanden noorden, oosten, zuiden en westen van de rijksweg. Kaarten met dubbeltellingscorrecties zijn beschikbaar op de GCN-website ([www.rivm.nl/gcn](http://www.rivm.nl/gcn)).

## 4.2 Onzekerheden historische concentraties

De volgende factoren zijn van invloed op de onzekerheden.

- De GCN-berekeningen voor het laatste kalenderjaar worden in het begin van het jaar uitgevoerd op basis van *emissies in een voorgaand jaar*, omdat de definitieve emissiecijfers voor het laatste kalenderjaar op dat moment nog niet bekend zijn. Verschillen in emissies tussen de twee jaren hebben een verwaarloosbaar effect op de ruimtelijke verdeling van concentraties. Wel zal de hoogte van de berekende concentraties verschillend zijn, maar dit effect wordt sterk gereduceerd door de schaling aan de actuele metingen.
- Emissies worden bepaald op nationaal niveau.



Voor OPS-berekeningen is ook de *ruimtelijke verdeling van bronnen* nodig. Vooral in stedelijke gebieden en voor jaren in de toekomst kan de gebruikte emissieverdeling afwijken van de feitelijke of toekomstige situatie. Ook kan niet worden uitgesloten dat emissiebronnen in de huidige verdeling onjuist gesitueerd zijn. In dat geval zal ook de locatie van de berekende bijdrage onjuist zijn.

- *Emissiekarakteristieken* (uitstoothoogte en warmte-inhoud) bevatten aanzienlijke onzekerheden. De emissiekarakteristieken die in GCN/GDN worden gehanteerd voor collectieve bronnen zijn gebaseerd op onderzoek van TNO (Dröge et al., 2010). De grote bedrijven rapporteren hun emissies via de milieujaarverslagen. Informatie over de locatie van de emissiepunten, de uitwoorhoogtes en de warmte-inhoud van het afgas wordt hierin wel gevraagd, maar niet altijd ingevuld. In 2009 heeft TNO de emissiekarakteristieken van de eMJV-plichtige bedrijven in 2007 geïnventariseerd (Dröge et al., 2010). De toen aangelegde database is daarna jaarlijks aangevuld met nieuwe bedrijven in het eMJV.
- *Emissiefactoren* die worden gebruikt voor het bepalen van emissiecijfers, betreffen landelijk gemiddelde waarden. Lokale verschillen worden buiten beschouwing gelaten.
- In het geval van  $\text{NO}_2$ -concentraties worden de met het OPS-model berekende  $\text{NO}_x$ -velden geconverteerd naar  $\text{NO}_2$ - en  $\text{O}_3$ -velden. Hierbij wordt gebruikgemaakt van een empirische relatie tussen  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$  en  $\text{O}_3$ , afgeleid uit de jaargemiddeldeconcentraties die zijn waargenomen in het LML. De ervaring leert dat deze extra stap de nauwkeurigheid van  $\text{NO}_2$  niet nadelig beïnvloedt, in vergelijking met de nauwkeurigheid van  $\text{NO}_x$ . De onzekerheid in de jaargemiddelde grootschalige  $\text{NO}_2$ - en  $\text{O}_3$ -concentratie wordt geschat op ongeveer 15 procent (1 sigma ~ 68 procent betrouwbaarheidsinterval).
- Er bestaan onzekerheden over de *verspreiding van de emissies van bewegende bronnen*. Momenteel wordt voor de verspreiding van de emissies van schepen dezelfde methode gehanteerd als voor stationaire bronnen. Bij een bewegende bron stijgen de emissies naar verwachting minder, waardoor concentraties in de nabije omgeving hoger kunnen zijn. Nieuw onderzoek zal moeten aantonen hoe groot deze effecten zijn en hoe ze meegenomen kunnen worden in de OPS-berekeningen.
- Kaarten voor Nederland met jaargemiddelde  $\text{PM}_{10}$ -concentraties worden gemaakt op basis van modelberekeningen met het OPS-model, die vervolgens zijn geïjkt aan jaargemiddelde  $\text{PM}_{10}$ -

metingen op regionale en stadsachtergrondstations. De toegepaste bijtelling voor de bijdrage van niet-gemodelleerde bronnen is 35 tot 40 procent voor de luchtkwaliteitszones en agglomeraties (paragraaf 2.4.1 en 5.2). Een deel van 'niet-gemodelleerd' kan worden toegekend aan zeezout. De bijdrage van zeezout varieert van meer dan  $4 \mu\text{g m}^{-3}$  aan de kust tot minder dan  $1 \mu\text{g m}^{-3}$  in het zuidoosten van Nederland (Hoogerbrugge et al., 2012). De onzekerheid in de jaargemiddelde grootschalige  $\text{PM}_{10}$ -concentratie voor een specifiek jaar is ongeveer 15 procent (1 sigma). Deze onzekerheid is de toevallige fout die resulteert na doorwerking van de fouten in de onderdelen van de  $\text{PM}_{10}$ -kaartenmethodiek (Matthijssen en Visser, 2006).

- De geschatte onzekerheid (1 sigma) in de jaargemiddeldeconcentratie van *benzeen* en *zwaveldioxide* is ongeveer 30 procent en van *koolmonoxide* ongeveer 20 tot 30 procent.
- De *waarnemingen* in het LML worden in deze methode als zijnde exact beschouwd. In de praktijk is echter een meeton nauwkeurigheid van toepassing op de gebruikte apparatuur.
- De *representativiteit* van de locatie van een meetpunt voor de omgeving, in combinatie met de modelresolutie, kan een oorzaak van onnauwkeurigheid zijn.
- Ruimtelijke patronen in een concentratiekaart kunnen worden beïnvloed, omdat de fouten *ruimtelijk gecorreleerd* zijn.

Een uitgebreide onzekerheidsanalyse is uitgevoerd op OPS- en CAR-uitkomsten voor  $\text{NO}_2$  en  $\text{PM}_{10}$  door Van de Kassteele en Velders (2007), Matthijssen en Visser (2006) en Velders en Diederiksen (2009).

### 4.3 Onzekerheden historische deposities

De onzekerheid in de gemiddelde stikstofdepositie op Nederland is tot nu toe geschat op circa 30 procent. De onzekerheid in de lokale depositie is met 70 procent aanzienlijk groter (range van -50 procent tot +100 procent, zie ook Van Jaarsveld, 2004). Naast de onzekerheden die genoemd zijn in paragraaf 4.2, zijn de volgende factoren ook van invloed op de onzekerheden in de depositie.

- Het model berekent – om rekentijd te besparen – de depositiesnelheid op gridcelniveau uit de gemiddelde ruwheid voor die gridcel. De aldus berekende depositie kan afwijken van het gemiddelde van de deposities die voor elk van de

landgebruikselementen binnen die cel worden berekend. Hoe kleiner de gridcelgrootte, des te kleiner de kans op afwijking.

- Er is slechts een beperkt aantal metingen van de depositie beschikbaar. Metingen van de natte depositie van ammonium en nitraat werden tot en met 2012 op elf locaties in het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling van het RIVM uitgevoerd (vanaf halverwege 2013 nog op acht locaties). Vanaf halverwege 2013 is het aantal metingen van de droge depositie van ammoniak tot en met 2010 uitgevoerd in Speuld en vanaf 2011 voortgezet op het atmosferisch observatorium 'de Veenkampen' van de WUR in Wageningen. Verder vinden zo nu en dan meetcampagnes plaats van droge depositie, bijvoorbeeld in 2009 en 2010 boven maïs ter bepaling van afrijpingsemissies en vanaf 2012 in het Natura 2000-gebied Bargerveen. Vanwege dit beperkte aantal grobe depositiemetingen vindt de ijking van de GDN-kaarten op dit moment grotendeels indirect plaats, namelijk aan concentratiemetingen. Dit bemoeilijkt de correctiemethode, omdat de berekende concentraties te laag kunnen zijn door onbekende emissies en door te snelle verwijdering uit de lucht. In de toegepaste correctiemethode op basis van concentratiemetingen zit impliciet de aanname dat de eerstgenoemde verklaring de enige juiste is. Metingen van droge depositie zijn noodzakelijk om de GDN-kaarten beter te kunnen kalibreren.

#### 4.4 Onzekerheden scenario's

De toekomstige situatie is anders dan de situatie in het verleden. De onzekerheden in het OPS-model zijn geanalyseerd door Van Jaarsveld (2004). Voor  $\text{NO}_x$  is de standaarddeviatie voor de willekeurige fout 19 procent en voor de systematische fout 15 procent. Voor  $\text{SO}_2$  is de standaarddeviatie respectievelijk 29 procent en 15 procent. Zie Velders en Diederik (2009) voor een uitgebreide analyse van onzekerheden.

De onzekerheid in de grootschalige  $\text{NO}_2$ - en  $\text{PM}_{10}$ -concentratie bij verkenningen wordt geschat op ongeveer 15 procent (van 10 procent in gebieden met hoge  $\text{PM}_{10}$ -concentraties tot 20 procent in het noorden van Nederland). Deze onzekerheden zijn kleiner dan de toegestane maximale afwijking tussen gemeten en gemodelleerde van 30 procent (1 sigma) voor  $\text{NO}_2$ -concentraties en 50 procent voor  $\text{PM}_{10}$ -concentraties volgens de EU-richtlijn. Dit laatste getal heeft namelijk betrekking op iedere willekeurige locatie, terwijl de hier genoemde

onzekerheden gelden voor grotere gebieden. Bij een specifieke locatie kunnen lokale bronnen significant bijdragen aan de  $\text{PM}_{10}$ -concentratie. De invloed van lokale bronnen is niet expliciet meegenomen in de grootschalige concentraties van de GCN-kaarten. Bij een specifieke locatie kunnen dus ook grotere afwijkingen ontstaan tussen gemeten en gemodelleerde concentraties.

Bij prognoses worden vaak verschillende scenario's gebruikt om inzicht te krijgen in de bandbreedte van berekende uitkomsten. Bij de onzekerheden in een scenario is er sprake van variabiliteit door:

- onvoorspelbaar menselijk handelen (zoals overschrijdingen van de maximumsnelheid);
- onvoorspelbare maatschappelijke gebeurtenissen (bijvoorbeeld kabinetswisselingen en daarmee samenhangende beleidswisselingen, of economische fluctuaties);
- onvoorziene technologische ontwikkelingen (deze leiden vaak tot systematische verlagingen van emissies);
- verbeterde wetenschappelijke inzichten die resulteren in systematische verlagingen of verhogingen van emissies (bijvoorbeeld de effectiviteit van roetfilters, van het aandeel direct uitgestoten  $\text{NO}_2$  van verkeer of informatie over de staat van het wagenpark).

Verdere invloed op de onzekerheden:

- De meteorologische omstandigheden fluctueren van jaar tot jaar. Het effect van ongunstige of gunstige meteorologische omstandigheden op de concentraties kan een stijging of daling van ongeveer 5 procent voor  $\text{NO}_2$ -concentraties en 9 procent (1 sigma) voor  $\text{PM}_{10}$ -concentraties betekenen (Velders en Matthijsen, 2009). Veranderingen in de meteorologie door klimaatverandering worden niet expliciet meegenomen.
- Niet-lineaire chemische en/of fysische processen kunnen aanleiding geven tot systematische modelonzekerheden.

In de Referentieraming van ECN en PBL (2010) zijn onzekerheidsbandbreedtes bepaald rond de ramingen voor luchtverontreinigende emissies (die zijn gebruikt voor de kaarten in deze rapportage). Voor ieder van de verschillende stoffen is bepaald welke factoren de onzekerheid rond de emissieramingen het meest beïnvloeden. De bandbreedte rond de middenraming voor  $\text{NO}_x$  in 2020 werd bijvoorbeeld geschat op -12 procent tot +20 procent. Een belangrijke onzekere factor in de toekomstige  $\text{NO}_x$ -emissies van het wegverkeer is bijvoorbeeld de effectiviteit van de Euro 6- en Euro VI-emissie-

normen voor licht en zwaar wegverkeer. De  $\text{NO}_x$ -emissienormen zijn fors verlaagd ten opzichte van de Euro 5- en Euro V-normen die momenteel gelden. Eerdere aanscherpingen van de emissienormen hebben in de praktijk echter niet altijd tot navenante dalingen geleid van de emissies (Velders et al., 2011c).

## 4.5 Onzekerheden en kansen op overschrijdingen

Ook met de best beschikbare wetenschappelijke kennis en inzichten is het niet goed mogelijk om precieze uitspraken te doen over de toekomstige luchtkwaliteit op een willekeurige plaats in Nederland. De gemodelleerde concentraties zoals die gepresenteerd worden in deze rapportage, geven de beste middenschatting van de werkelijke concentraties. Berekende, maar ook gemeten concentraties, bevatten onzekerheden. Bij het vergelijken van de berekende lokale concentraties met grenswaarden moet rekening worden gehouden met de onzekerheden in de concentraties.

De concentratie langs een willekeurige weg in de toekomst kan niet nauwkeuriger worden bepaald dan met een onzekerheid van ongeveer 20 procent (zowel naar boven als naar beneden van de berekende waarde) (Velders en Diederer, 2009; Velders et al., 2011a). In werkelijkheid zal de onzekerheid in de concentratie per locatie verschillen, afhankelijk van hoe goed de lokale omstandigheden bekend zijn en van de verhouding tussen de grootschalige en lokale concentratie. Door de onzekerheden in berekende concentraties kunnen geen absolute uitspraken worden gedaan over de werkelijke concentraties en het optreden van overschrijdingen van grenswaarden. Uitspraken zijn alleen mogelijk in de vorm van kansen.

In het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) zijn afspraken gemaakt over het gebruik van terminologie omtrent kansen en onzekerheden. Als bijvoorbeeld een  $\text{NO}_2$ -concentratie wordt berekend die lager is dan  $37 \mu\text{g m}^{-3}$ , betekent dit dat er een kans is van 34 procent dat de werkelijke waarde boven de grenswaarde van  $40 \mu\text{g m}^{-3}$  ligt. In IPCC-terminologie is het dan 'onwaarschijnlijk' dat de grenswaarde wordt overschreven. Als een concentratie wordt berekend die groter is dan  $44 \mu\text{g m}^{-3}$  is het 'waarschijnlijk' dat de grenswaarde wel wordt overschreden. In het gebied tussen ongeveer  $37$  en  $44 \mu\text{g m}^{-3}$  is de kans 'fifty-fifty' (*about as likely as not*)

dat de grenswaarde wordt overschreden. In dat geval kan dus geen eenduidige uitspraak worden gedaan over het wel of niet overschrijden van de grenswaarde. Voor berekende  $\text{PM}_{10}$ -concentraties ligt het gebied waarvoor geen eenduidige uitspraak kan worden gedaan over de overschrijding van de grenswaarde voor de daggemiddelde concentratie tussen ongeveer  $30$  en  $34 \mu\text{g m}^{-3}$ .

Wanneer metingen beschikbaar zijn, beperken die de onzekerheid in gemodelleerde concentraties. Lokale concentraties gebaseerd op kaarten voor een jaar in het verleden hebben een geschatte onzekerheid van 16 procent voor  $\text{NO}_2$  en 13 procent voor  $\text{PM}_{10}$ , aangezien de concentratiekaarten zijn gekalibreerd met metingen.

In een recente studie van Wesseling (2013) is voor 110 achtergrondlocaties (en locaties met kleine verkeersbijdragen) de spreiding bepaald in het verschil tussen gemeten en berekende  $\text{NO}_2$ -concentraties. De standaarddeviatie hierin bedraagt 10 procent. Deze onzekerheid is kleiner dan de onzekerheid die uit de GCN-berekeningen volgt. Dit is te begrijpen uit het feit dat zowel de GCN-berekeningen als de lokale metingen in een gebied aan dezelfde set van metingen van het LML worden geijkt. Op deze manier worden systematische verschillen deels voorkomen. Waar de berekende achtergronden, uit de aard van de aannames (bijvoorbeeld binnen een stad), een kleine variatie binnen een gebied vertonen kunnen de gemeten concentraties echter tussen  $-5$  en  $+5 \mu\text{g m}^{-3}$  van de berekende waarden verschillen.

Zie Velders en Diederer (2009) en Velders et al. (2011a) voor een uitgebreide beschrijving van onzekerheden en kansen op overschrijdingen van grenswaarden.

# 5 Grootschalige concentraties en bronbijdragen

De grootschalige concentratiekaarten van  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  en EC, zoals die zijn berekend voor deze 2014-rapportage en de verschillen met de 2013-rapportage, worden hier kort besproken in termen van de kaarten zelf en de gemiddelde concentraties over Nederland. De scenario's omvatten een breedte die informatie geeft over de beleidsruimte en over de verschillen in economische ontwikkelingen. GCN-kaarten worden ook geleverd voor  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ , CO, CO (98percentiel), benzeen, benzo(a)pyreen en lood, maar deze worden hier slechts kort genoemd. GCN-kaarten zijn berekend op basis van emissies, modelberekeningen en metingen voor 2012, 2015, 2020, 2025 en 2030. Kaarten voor de tussenvallende jaren kunnen worden verkregen door lineaire interpolatie van de berekende kaarten. Voor de kaart voor 2014 wordt de interpolatie uitgevoerd tussen een 2012- en 2015-kaart die beide zijn berekend met langjarig gemiddelde meteorologie. De berekende concentratiekaarten geven de beste middenschatting van te verwachten concentraties. Bij het gebruik van de kaarten moet rekening worden gehouden met de onzekerheden erin (zie hoofdstuk 4).

Het kabinet heeft, net als voorgaande jaren, de keuze gemaakt dat het scenario met relatief hoge economische groei (2,5 procent per jaar), plus vaststaand en voorgenomen Nederlands en Europees beleid de basis van de concentratiekaarten

(GCN-kaarten) voor de rapportage van 2014 vormt (zie paragraaf 3.4.2). Het meenemen van voorgenomen Nederlandse beleidsmaatregelen in het scenario van de GCN-kaarten impliceert een verdeling van lasten tussen de rijksoverheid en lokale overheden als het gaat om het tijdig overal voldoen aan de grenswaarden voor luchtkwaliteit. Wanneer alleen vaststaand beleid zou worden meegenomen in het scenario van de GCN-kaarten, zou voor het halen van de grenswaarden een grotere last op de schouders van lokale overheden komen te liggen.

Scenario's die gebaseerd zijn op alleen het vaststaande beleid houden geen rekening met voorgenomen maatregelen voor de nabije toekomst op het gebied van lucht-, energie-, verkeers- en landbouwbeleid. Scenario's die gebaseerd zijn op vaststaand en voorgenomen beleid anticiperen wel op het effect van de voorgenomen maatregelen in de komende jaren in Nederland en Europa. De voorgenomen maatregelen zijn meestal nog niet geheel ontwikkeld, geïnstrumenteerd en gefinancierd, en de besluitvorming erover is nog niet afgerond. Het anticiperen op voorgenomen beleid houdt daarom een bepaald risico in en kan resulteren in tegenvallers.

## 5.1 GCN-kaarten

In dit hoofdstuk worden de GCN-kaarten voor  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$  en de verschillen ten opzichte van de kaarten in de rapportage van 2013 besproken.

Enkele constatering bij de concentratiekaarten:

- Van jaar tot jaar voorkomende variaties in meteorologische omstandigheden leiden, bij gelijke emissies, tot fluctuaties (toe- en afnamen) in concentraties van ongeveer 5 procent voor  $\text{NO}_2$  en ongeveer 9 procent voor  $\text{PM}_{10}$  (1 sigma) (Velders en Matthijsen, 2009).
- De kaarten voor 2030 bevatten grotere onzekerheden dan de andere kaarten door onzekerheden op de langere termijn van ontwikkelingen in onder meer demografie, economie, nationaal en Europees beleid.

### 5.1.1 $\text{NO}_2$ -concentraties

In de GCN-kaarten (Figuur 5.1) zijn de rijkswegen duidelijk herkenbaar met verhogingen in de  $\text{NO}_2$ -concentraties. De huidige GCN-kaart voor  $\text{NO}_2$  voor 2015 vertoont zowel hogere als lagere concentraties (van ongeveer  $-4$  tot  $+2 \mu\text{g m}^{-3}$ ) ten opzichte van de kaarten in de 2013-rapportage (Figuur 5.2). Deze veranderingen zijn het gevolg van het toepassen van een kalibratiekaart voor prognoses (zie paragraaf 2.12), de lagere Euro-VI-emissiefactoren voor vrachtauto's en het energieakkoord.

Gemiddeld over Nederland is de  $\text{NO}_2$ -concentratie in de huidige GCN-kaarten voor 2015, 2020 en 2030 ongeveer  $1 \mu\text{g m}^{-3}$  lager dan in 2013 ingeschat (Figuur 5.2 en Figuur 5.3). In Tabel 5.1 zijn bijdragen van de verschillende sectoren en als gevolg van methodeverbetering aan de verandering in  $\text{NO}_2$ -concentratie in 2015 gegeven. De lagere Euro-VI-emissiefactoren voor vrachtauto's geven een daling in concentratie van ongeveer  $0,3 \mu\text{g m}^{-3}$  in Nederland gemiddeld en van  $0,5 \mu\text{g m}^{-3}$  gemiddeld in de zes stedelijke agglomeraties. De veranderingen in emissies als gevolg van het energieakkoord geven een daling van ongeveer  $0,1$  tot  $0,3 \mu\text{g m}^{-3}$ . Het toepassen van de kalibratiekaart geeft in een groot deel van Nederland lagere  $\text{NO}_2$ -concentraties met de grootste verlagingen in de regio rond Amsterdam, Utrecht en zuid-Limburg van gemiddeld  $1,5$  tot  $2 \mu\text{g m}^{-3}$ . Hogere concentraties zijn er in de regio rondom Rotterdam en Den Haag van gemiddeld  $1,3$  tot  $1,6 \mu\text{g m}^{-3}$ .

In de GCN-kaarten zijn veranderingen in emissies opgenomen die het gevolg zijn van te verwachten

ontwikkelingen op de Tweede Maasvlakte (zie paragraaf 3.6.3). Deze veranderingen waren in de 2013-rapportage al wel opgenomen in de kaarten op de website van het ministerie van IenM, maar nog niet in die van het RIVM.

De veranderingen in  $\text{NO}_2$ -concentratie in Tabel 5.1 zijn gebaseerd op het scenario met een gemiddelde economische groei van 2,5 procent per jaar van 2014 tot en met 2020. Op basis van de onderraming met een gemiddelde economische groei van 0,9 procent per jaar is de  $\text{NO}_2$ -concentratie in 2015  $0,6 \mu\text{g m}^{-3}$  lager gemiddeld in Nederland.

De GCN-kaart van  $\text{NO}_2$  voor het jaar 2013 is gemiddeld over Nederland  $0,7 \mu\text{g m}^{-3}$  lager dan die voor 2012 door lagere, gemeten concentraties.

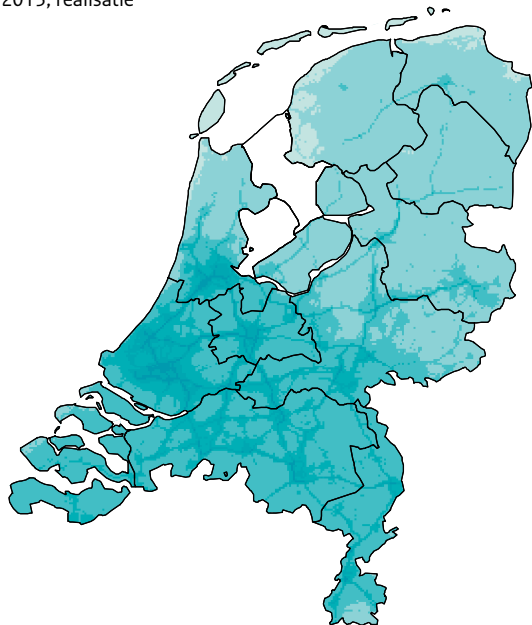
Op basis van het voorgenomen beleidsscenario is de grootschalige concentratie weergegeven in de GCN-kaarten van  $\text{NO}_2$  in 2013 en in de periode 2015-2030 bijna overal in Nederland lager dan de Europese grenswaarde voor het jaargemiddelde van  $40 \mu\text{g m}^{-3}$  voor de bescherming van de gezondheid van de mens. In de buurt van drukke wegen moet bij de grootschalige concentratie een lokale bijdrage worden opgeteld om een realistische vergelijking met de grens- en streefwaarden te kunnen maken. Hierbij kan dan tevens een correctie voor dubbeltelling van emissies plaatsvinden.

De inschatting van het aantal overschrijdingen van de grenswaarde voor  $\text{NO}_2$  zal op basis van de nieuwe GCN-kaarten voor 2015 waarschijnlijk iets hoger zijn in de regio Rotterdam en lager in de regio's Amsterdam en Utrecht dan de inschatting op basis van de GCN-kaarten van vorig jaar.

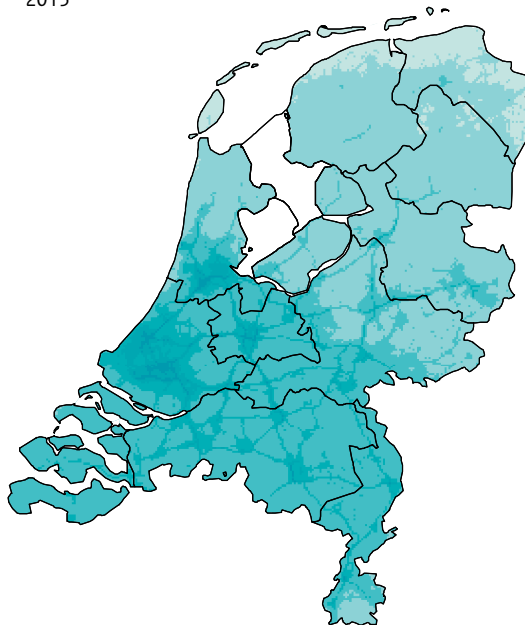
Na 2020 dalen de  $\text{NO}_2$ -concentraties naar verwachting langzaam verder, voornamelijk door dalende verkeersemissies. Het wagenpark wordt schoner, doordat er na 2020 in toenemende mate personenauto's rondrijden die aan de Euro 6-normen voldoen en vrachtauto's die aan de Euro VI-normen voldoen.

**Figuur 5.1** Grootschalige NO<sub>2</sub>-concentratie

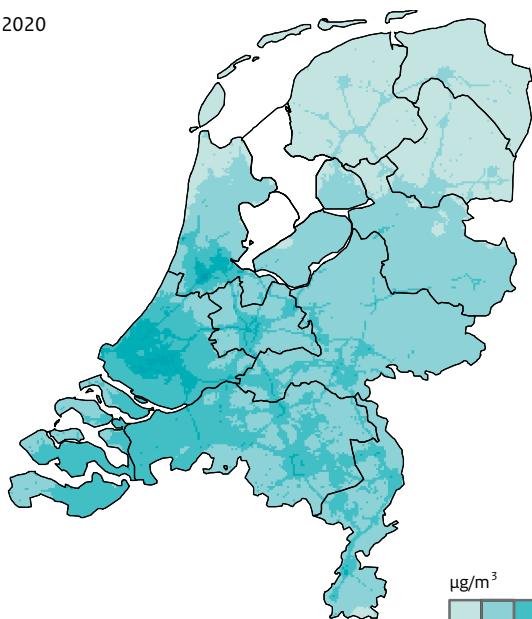
2013, realisatie



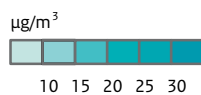
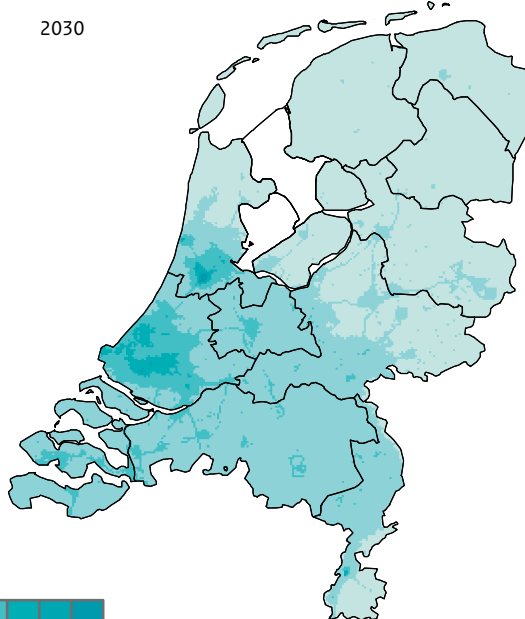
2015



2020

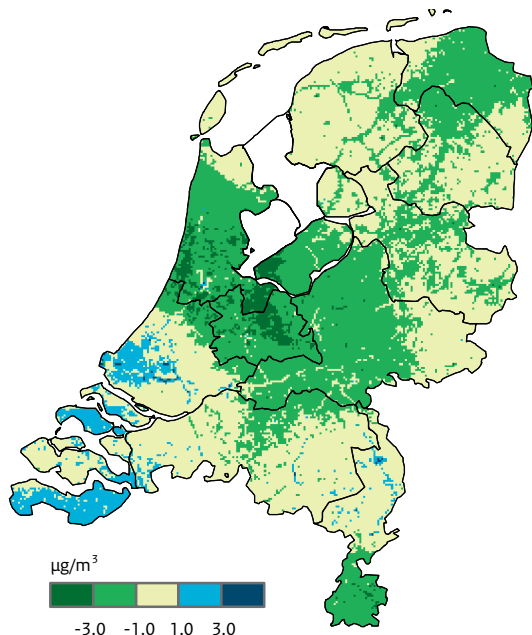


2030



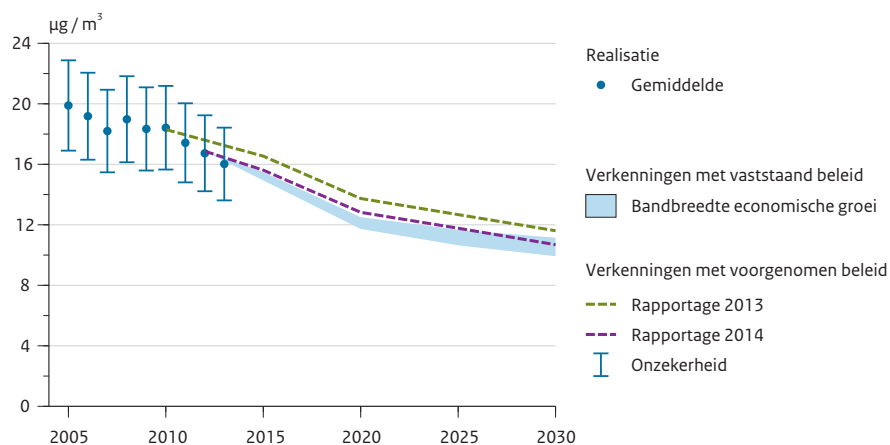


**Figuur 5.2** Verschil grootschalige NO<sub>2</sub>-concentratie tussen rapportage 2014 en rapportage 2013



Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in 2013 berekend.

**Figuur 5.3** Grootschalige NO<sub>2</sub>-concentratie



De concentratie, gemiddeld over Nederland, op basis van alleen vaststaand beleid is weergegeven als een bandbreedte door verschillen in economische groei. De nieuwe GCN-kaarten zijn gebaseerd op de bovenkant van deze bandbreedte, plus voorgenomen beleid. De realisatie (stippen met onzekerheidsmarge van ongeveer 15 procent (1 sigma)) zijn bepaald met de actuele meteorologie en gekalibreerd aan de hand van metingen.

**Tabel 5.1** NO<sub>2</sub>-concentratie (µg m<sup>-3</sup>) in 2015 en verandering ten opzichte van de GCN-rapportage 20131. Weergegeven zijn de veranderingen na aftrek van de rijkswegcorrectie.

	Neder-land	Amsterdam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotterdam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen/ Kerkrade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
<b>NO<sub>2</sub>- concentratie</b>	15,6	21,4	25,0	23,1	26,1	21,5	16,2	11,8	16,7	18,2
Verandering concentratie	-0,9	-2,7	0,5	-2,6	0,6	-0,3	-2,6	-1,0	-1,5	-0,1
<b>Nederland</b>										
Industrie		-0,1			-0,1		-0,1			
Raffinaderijen										
Energiesector					-0,1					
Afvalverwerking										
Personen- en bestelauto's	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	
Vrachtauto's en bussen	-0,3	-0,5	-0,5	-0,7	-0,6	-0,6	-0,3	-0,2	-0,3	-0,3
Overig verkeer										
Landbouw			0,1		0,1					
Huishoudens	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
HDO/Bouw		-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1				
<b>Internationale scheepvaart</b>										
Buitenland	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1		-0,1	-0,1
<b>Totaal door gewijzigde emissies</b>	-0,6	-1,0	-0,8	-1,1	-1,0	-0,9	-0,5	-0,3	-0,6	-0,5
<b>Methode verbeteringen</b>	-0,3	-1,8	1,3	-1,5	1,6	0,6	-2,0	-0,6	-0,9	0,4

1) Weergegeven is de gemiddelde verandering in Nederland in zes agglomeraties en in drie zones, en de relatieve bijdrage van de Nederlandse bronnen, internationale scheepvaart en het buitenland aan de verandering in NO<sub>2</sub>-concentratie. Om de tabel beter leesbaar te maken, zijn veranderingen kleiner dan 0,05 µg m<sup>-3</sup> niet weergegeven. De getallen zijn verder afgerond op 0,1 µg m<sup>-3</sup>.

### 5.1.2 PM<sub>10</sub>-concentraties

De PM<sub>10</sub>-kaarten (Figuur 5.4) vertonen een redelijk homogene concentratie over Nederland met lokaal sterke verhogingen bij de havens van Amsterdam en Rotterdam waar op- en overslag van droge bulkgoederen plaatsvindt, en geringe verhogingen dicht in de buurt van landbouwstallen. De lokale verhogingen in concentratie bij de havens, ten opzichte van de gemiddelde concentratie in Nederland, bedragen 15-25 µg m<sup>-3</sup>.

Lokale verhogingen van ongeveer 1-3 µg m<sup>-3</sup> ten opzichte van de achtergrondconcentratie komen voor in voornamelijk Noord-Brabant, Limburg en Gelderland, en hangen samen met de landbouw. Door het gebruik van een verbeterde ruimtelijke verdeling van de emissies zijn er lokaal zowel verhogingen als verlagingen in concentratie ten

opzichte van de 2013-rapportage.

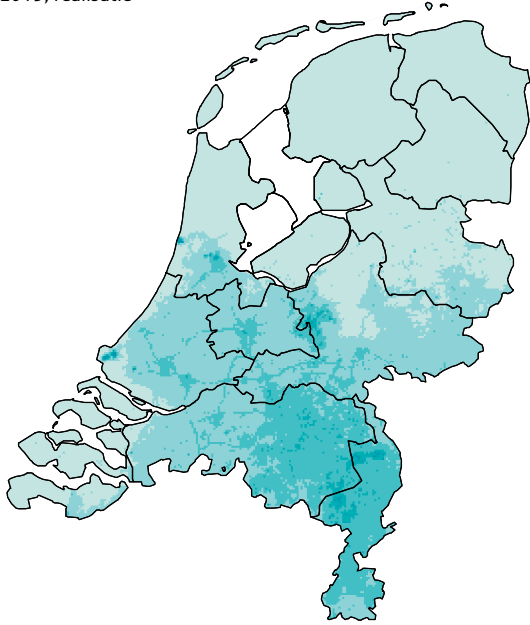
Gemiddeld over Nederland is de PM<sub>10</sub>-concentratie in de huidige GCN-kaarten lager dan die van vorig jaar (Figuur 5.5 en Figuur 5.6): 0,9 µg m<sup>-3</sup> lager in 2015, 0,8 µg m<sup>-3</sup> in 2020 en 1,0 µg m<sup>-3</sup> in 2030. De lagere concentraties komen door de lagere bijtelling voor niet-gemodelleerde emissies, welke het gevolg is van de lagere, gemeten concentraties in 2012 ten opzicht van de jaren ervoor (paragraaf 2.4.2).

De GCN-kaart van PM<sub>10</sub> van 2013 is gemiddeld over Nederland 0,4 µg m<sup>-3</sup> lager dan die van 2012 door lagere, gemeten concentraties.

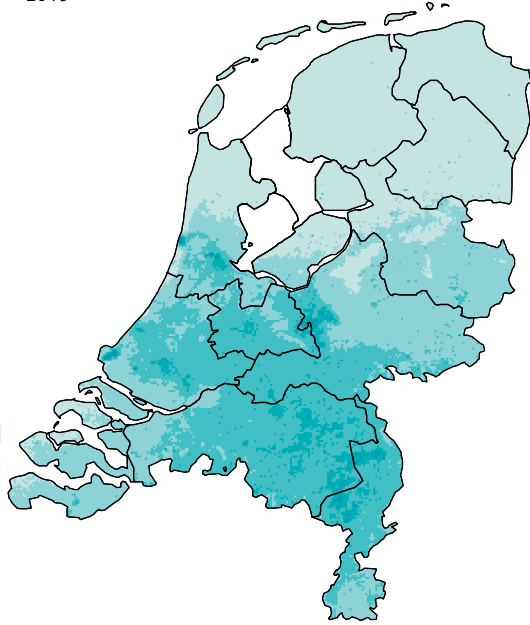
De grootschalige concentratie weergegeven in de GCN-kaarten van PM<sub>10</sub> is in 2013 en in de periode 2015-2030 bijna overal in Nederland lager dan de Europese grenswaarde voor het jaargemiddelde van 40 µg m<sup>-3</sup> voor de bescherming van de gezondheid

**Figuur 5.4** Grootschalige PM<sub>10</sub>-concentratie

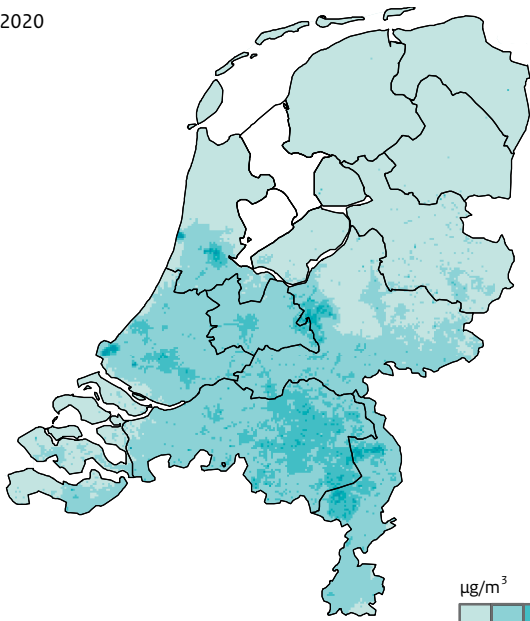
2013, realisatie



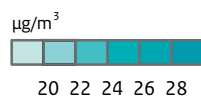
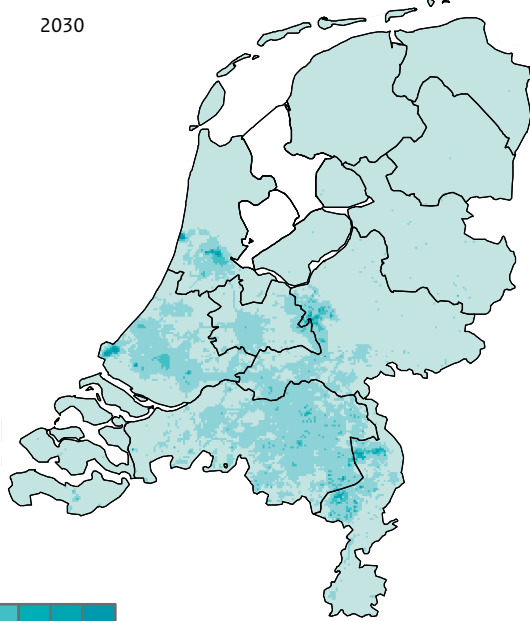
2015



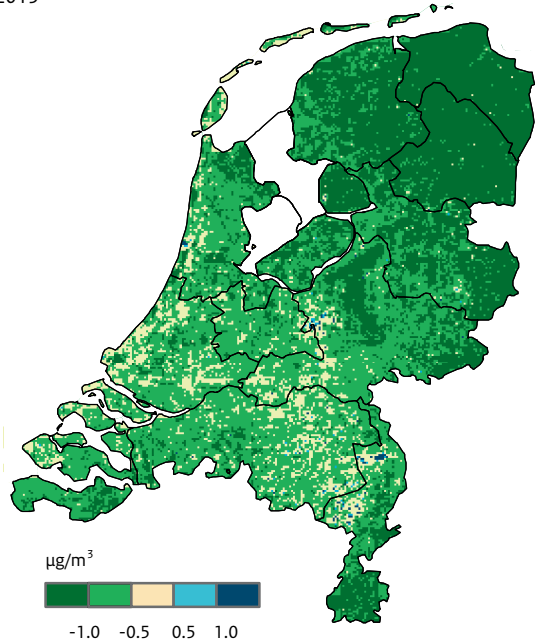
2020



2030

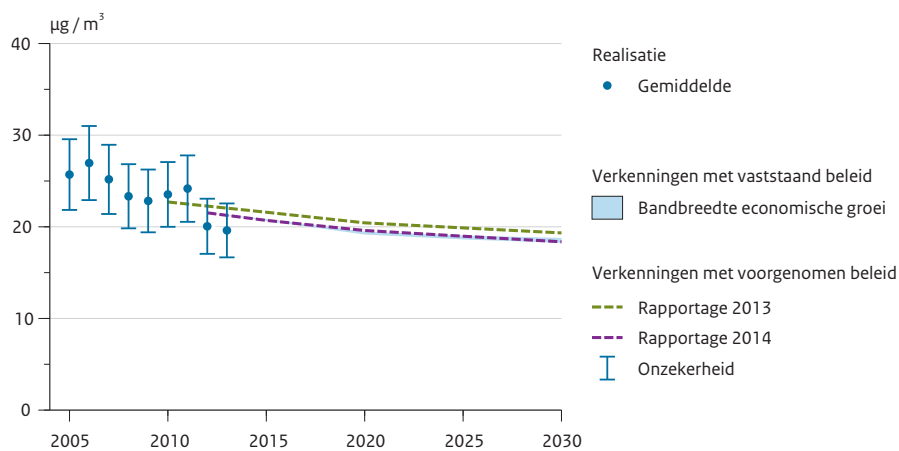


**Figuur 5.5** Verschil grootschalige PM<sub>10</sub>-concentratie tussen rapportage 2014 en rapportage 2013



Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in 2013 berekend.

**Figuur 5.6** Grootschalige PM<sub>10</sub>-concentratie



De concentratie, gemiddeld over Nederland, op basis van alleen vaststaand beleid, is weergegeven als een bandbreedte door verschillen in economische groei. De nieuwe GCN-kaarten zijn gebaseerd op de bovenkant van deze bandbreedte plus voorgenomen beleid. De realisatie (stippen met onzekerheidsmarge van ongeveer 15 procent (1 sigma)) zijn bepaald met de actuele meteorologie en gekalibreerd aan de hand van metingen.

van de mens. Uitzondering hierop zijn enkele locaties in de havens van Amsterdam, Rotterdam en IJmuiden, maar een deel van deze locaties ligt op bedrijfsterrinen waar niet aan de grenswaarden hoeft te worden getoetst. De grootschalige kaarten zijn in de buurt van landbouwstallen overal lager dan  $40 \mu\text{g m}^{-3}$ .

De grenswaarde voor daggemiddelde  $\text{PM}_{10}$ -concentratie voor de bescherming van de gezondheid van de mens is gedefinieerd als het aantal dagen met een daggemiddelde  $\text{PM}_{10}$ -concentratie boven de  $50 \mu\text{g m}^{-3}$ ; dat aantal mag niet meer dan 35 bedragen. Uit een statistische analyse van  $\text{PM}_{10}$ -metingen in Nederland blijkt dat deze grenswaarde correspondeert met een jaargemiddelde  $\text{PM}_{10}$ -concentratie van ongeveer  $32 \mu\text{g m}^{-3}$  (inclusief aftrek zeezout).

De grootschalige concentratie van  $\text{PM}_{10}$  is in 2013 en in 2015 op slechts enkele locaties hoger dan de Europese grenswaarde voor het daggemiddelde van omgerekend  $32 \mu\text{g m}^{-3}$ . Dat is voornamelijk het geval bij de havens van Amsterdam, Rotterdam en IJmuiden en de daaraan gekoppelde industriële en op- en overslagactiviteiten van droge bulkgoederen en bij enkele locaties met intensieve veehouderij. Met additioneel beleid uit het NSL gericht op pluimveestallen waar normoverschrijdingen optreden, kunnen potentiële overschrijdingen van de grenswaarde mogelijk worden opgelost. In de buurt van wegen moet bij de grootschalige concentratie een lokale bijdrage worden opgeteld om een realistische vergelijking met de grens- en streefwaarden te kunnen maken.

### 5.1.3 $\text{PM}_{2,5}$ -concentraties

Aan de grenswaarde voor de jaargemiddeldeconcentratie van  $\text{PM}_{2,5}$  van  $25 \mu\text{g m}^{-3}$  moet vanaf 2015 worden voldaan. Voor 2020 geldt een zogenaamde indicatieve waarde van  $20 \mu\text{g m}^{-3}$ . Deze indicatieve waarde brengt nu nog geen officiële verplichtingen met zich mee. Zie verder Bijlage 4.

Het patroon van de  $\text{PM}_{2,5}$ -concentratie in Nederland (Figuur 5.7) lijkt veel op dat van de  $\text{PM}_{10}$ -concentratie, maar de lokale verhogingen zijn aanzienlijk kleiner: ongeveer 1 tot  $2 \mu\text{g m}^{-3}$  in de buurt van grote steden. Ook zijn er lokale verhogingen van meer dan  $10 \mu\text{g m}^{-3}$  in concentratie in de buurt van IJmuiden door de daar aanwezige metaalindustrie.

Gemiddeld over Nederland is de  $\text{PM}_{2,5}$ -concentratie in de huidige GCN-kaarten lager dan die van vorig jaar (Figuur 5.8 en Figuur 5.9): ongeveer  $1 \mu\text{g m}^{-3}$

lager in de periode 2015 tot 2030. De lagere concentraties komen door de lagere bijtelling voor niet-gemodelleerde emissies, welke het gevolg is van de lagere, gemeten concentraties in 2012 ten opzicht van de jaren ervoor (paragraaf 2.4.3).

De GCN-kaart van  $\text{PM}_{2,5}$  van 2013 is gemiddeld over Nederland  $2,7 \mu\text{g m}^{-3}$  lager dan die van 2012 door lagere, gemeten concentraties.

De grootschalige concentratie is in 2012 en, op basis van het voorgenomen beleidsscenario, in de periode 2015-2030 overal in Nederland lager dan de Europese grenswaarde voor het jaargemiddelde van  $25 \mu\text{g m}^{-3}$  en ook bijna overal lager dan de streefwaarde van  $20 \mu\text{g m}^{-3}$  voor 2020. In de buurt van wegen moet bij de grootschalige concentratie een lokale bijdrage worden opgeteld om een realistische vergelijking met de grens- en streefwaarden te kunnen maken.

Naast bovengenoemde grenswaarde voor de jaargemiddeldeconcentratie die overal geldt, zijn er grens- en streefwaarden vastgesteld met als doel om grootschalige blootstelling aan  $\text{PM}_{2,5}$  op stedelijke niveau te verminderen (Bijlage 3). Zie Matthijsen et al. (2009) voor de haalbaarheid van deze grens- en streefwaarden.

$\text{PM}_{10}$ - en  $\text{PM}_{2,5}$ -concentraties zijn sterk aan elkaar gerelateerd. Uitgaande van de huidige kennis over emissies en concentraties van  $\text{PM}_{2,5}$  en  $\text{PM}_{10}$  kan worden gesteld dat, als aan de grenswaarden voor  $\text{PM}_{10}$  wordt voldaan, ook aan de grenswaarden voor  $\text{PM}_{2,5}$  zal worden voldaan.

De gemiddelde blootstellingsindex (GBI) is de EU-maat voor blootstelling aan gemiddelde  $\text{PM}_{2,5}$ -concentraties in steden: het gemiddelde van gemeten concentraties in stedelijke achtergrondlocaties in Nederland via een middeling over drie jaar (2009-2011). Voor de gemiddelde blootstellingsindex gelden een blootstellingsconcentratieverplichting (BCV, grenswaarde) en de blootstellingsverminderingdoelstelling (BVD, richtwaarde).

De blootstellingsconcentratieverplichting van  $20 \mu\text{g m}^{-3}$  wordt volgens de bestaande inzichten in Nederland momenteel niet overschreden en zeer waarschijnlijk ook niet in 2015 op basis van het huidige beleid. Dit blijkt uit de analyses van de gemiddelde concentraties in een aantal stedelijke gebieden en modelberekeningen.

**Figuur 5.7** Grootschalige PM<sub>2,5</sub>-concentratie

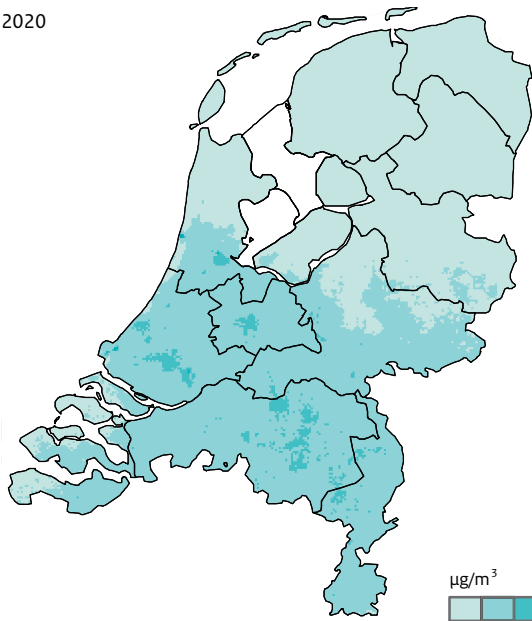
2013, realisatie



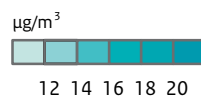
2015



2020



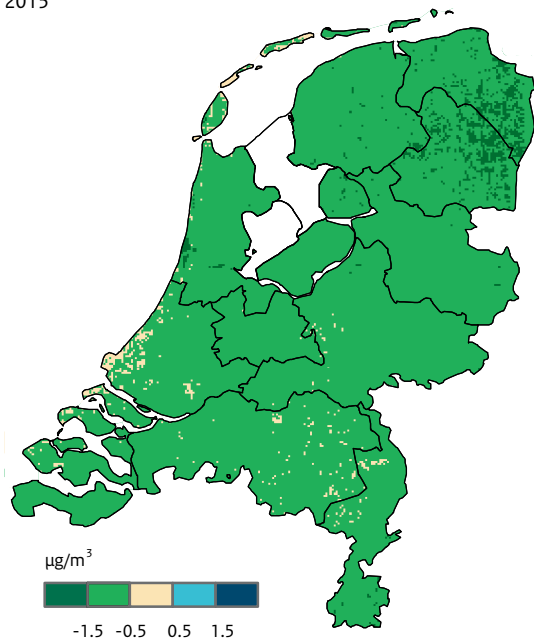
2030





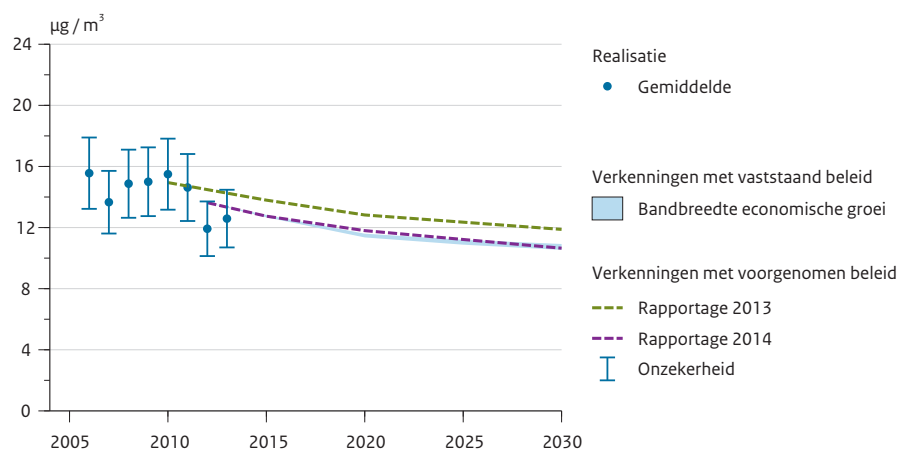
**Figuur 5.8** Verschil grootschalige PM<sub>2,5</sub>-concentratie tussen rapportage 2014 en rapportage 2013

2015



Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in 2013 berekend.

**Figuur 5.9** Grootschalige PM<sub>2,5</sub>-concentratie



De concentratie, gemiddeld over Nederland, op basis van alleen vaststaand beleid, is weergegeven als een bandbreedte door verschillen in economische groei. De nieuwe GCN-kaarten zijn gebaseerd op de bovenkant van deze bandbreedte plus voorgenomen beleid. De realisatie (stippen met onzekerheid van ongeveer 2,5 µg m<sup>-3</sup>) zijn bepaald met de actuele meteorologie en gekalibreerd aan de hand van metingen.

De blootstellingsverminderingdoelstelling (BVD) is een richtwaarde voor de nationaal gemiddelde  $PM_{2,5}$ -concentratie op stadsachtergrondlocaties tussen 2010 en 2020. De hoogte van de doelstelling is afhankelijk van de gemiddelde blootstellingsindex voor 2010: dat is het gemiddelde van de gemeten niveaus in steden in 2009, 2010 en 2011. Voor Nederland geldt een verminderingdoelstelling van 15 procent; die is bepaald op basis van metingen met de referentiemethode (Mooibroek et al., 2013a). Op theoretische grondslag lijkt dit als significante daling te kunnen worden gemeten, gegeven de onderzochte  $PM_{2,5}$ -monitoringsetup (zie Matthijsen et al., 2009).

Ter indicatie van de haalbaarheid van de verminderingdoelstelling wordt hier de gemiddelde berekende concentratie in de zes stedelijke agglomeraties in Nederland als maat genomen voor de gemiddelde blootstellingsindex. Voor de waarde voor 2020 is het gemiddelde genomen van de waarden voor de periode 2018-2020, conform de Europese richtlijn. De gemiddelde  $PM_{2,5}$ -concentratie in de zes agglomeraties is  $16,9 \mu\text{g m}^{-3}$  voor de periode 2009-2011. Op basis van het scenario met vaststaand en voorgenomen beleid daalt de gemiddelde concentratie in de agglomeraties met 19 procent tussen 2010 en 2020. Dit is meer dan de reductie van 15 procent die vorig jaar werd berekend op basis van de toen gehanteerde scenario's (Velders et al., 2013). De grotere reductie komt door een lagere bijtelling voor de bijdrage van niet-gemodelleerde bronnen voor prognoses welke het gevolg is van de relatief lage gemeten  $PM_{2,5}$ -concentraties in 2012 (zie paragraaf 2.4.3). Na 2020 daalt de  $PM_{2,5}$ -concentratie in het scenario verder met ongeveer 0,7 procent per jaar.

De reductie in de  $PM_{2,5}$ -concentratie in de stedelijke achtergrond van 19 procent tussen 2010 en 2020 is berekend op basis van de bovenraming van de economische groei in Nederland (Tabel 3.2), inclusief vaststaand en voorgenomen beleid. Als wordt uitgegaan van de onderraming van de economische groei in plaats van de bovenraming neemt de reductie met ongeveer 2 procenten toe, van 19 procent naar 21 procent tussen 2010 en 2020. Het effect van het voorgenomen nationaal beleid op de reductie is 1 procent.

#### 5.1.4 $O_3$ -concentraties

De  $O_3$ -concentraties voor verkenningen worden berekend op basis van een empirische relatie tussen  $NO_x$  en  $O_3$ . De verschillen in  $O_3$  in de huidige verken-

ningen ten opzichte van die van 2013 zijn dus een direct gevolg van de andere  $NO_x$ -concentraties. De kaarten van  $O_3$  zijn bedoeld voor het gebruik in lokale modellen, zoals het CAR-model en de Monitoringstool, voor het berekenen van  $NO_2$ -concentraties uit  $NO_x$ -concentraties. De  $O_3$ -kaarten voor 2014-2030 zijn niet geschikt om een getrouw beeld te geven van de toekomstige luchtkwaliteit omtrent  $O_3$ .

#### 5.1.5 $SO_2$ -concentraties

De gemiddelde grootschalige  $SO_2$ -concentratie is in Nederland laag en verschilt niet wezenlijk van die in voorgaande jaren. Lokale verhogingen treden op in het westen en zuidwesten van Nederland als gevolg van emissies van de zeescheepvaart, raffinaderijen en industrie.

De  $SO_2$ -concentraties zijn in het merendeel van Nederland de afgelopen decennia zo sterk gedaald (zie Velders et al., 2011b) dat de meetapparatuur niet goed in staat is deze concentraties nog nauwkeurig te meten. Het verschil tussen de berekende concentraties, voor kalibratie, van gemiddelde  $2,0 \mu\text{g m}^{-3}$  voor de zes regionale LML-meetlocaties is daarom niet goed te onderscheiden van de gemeten concentraties van gemiddeld  $1,1 \mu\text{g m}^{-3}$ . De  $SO_2$ -concentratiekaart voor de 2013-kaart wordt gecorrigeerd voor dit verschil tussen gemeten en berekende  $SO_2$ -concentratie.

De  $SO_2$ -concentraties voor de scenario's worden tot nu toe niet gecorrigeerd voor het geconstateerde verschil tussen berekende en gemeten concentraties. Hierdoor is de  $SO_2$ -concentratie in de 2013-kaart iets lager dan in de verkenning van 2015-2030.

De grootschalige  $SO_2$ -concentratie in de GCN-kaarten is in 2013 en in de periode 2015-2030 overal in Nederland lager dan de Europese grenswaarde voor het jaargemiddelde van  $20 \mu\text{g m}^{-3}$  voor de bescherming van ecosystemen.

#### 5.1.6 CO, CO (98-percentiel)- en benzeenconcentraties

Er zijn voor deze rapportage geen nieuwe grootschalige concentratiekaarten voor CO, CO (98-percentiel) en benzeen berekend. De GCN-kaarten van CO, CO(98-percentiel) en benzeen zijn identiek aan die uit de 2010-, 2011- en 2012-rapportages.

De CO- en benzeenconcentraties liggen in Nederland ver onder de grenswaarde waardoor geen noodzaak

meer bestaat tot het actualiseren van de GCN-kaart van deze stoffen. Verder zijn er te weinig metingen beschikbaar voor het kalibreren van de kaarten. De ruimtelijke verdeling van de emissies van CO is meer dan 5 jaar oud en komt dus waarschijnlijk niet meer overeen met de werkelijke verdeling van de emissies in Nederland.

De grootschalige concentratie voor benzeen voor 2011 is in 2012 opnieuw berekend (Velders et al., 2012) op basis van een actuele ruimtelijke verdeling van de emissies in Nederland en het buitenland. De berekende concentraties komen redelijk goed overeen met metingen van benzeen op regionale achtergrondlocaties in het LML en met metingen in Amsterdam van de GGD-Amsterdam en in Rotterdam van het DCMR. Door het kleine aantal metingen van benzeen op achtergrondlocaties is de kaart niet gekalibreerd aan de hand van de metingen. De grootschalige benzeenconcentratie vertoont een vrij vlak beeld over Nederland variërend van ongeveer  $0,3 \mu\text{g m}^{-3}$  in het noorden tot ongeveer  $0,6 \mu\text{g m}^{-3}$  in het zuiden. In grote steden zijn de concentraties ongeveer  $1 \mu\text{g m}^{-3}$ . Een lokaal sterk verhoogde concentratie is aanwezig in de Rotterdamse haven als gevolg van emissies van de chemische industrie.

## 5.2 Opbouw concentraties $\text{NO}_2$ , $\text{PM}_{10}$ , $\text{PM}_{2,5}$ en $\text{SO}_2$

De concentratie van luchtverontreinigende stoffen in Nederland is opgebouwd uit bijdragen van verschillende sectoren in Nederland, van het buitenland als geheel en van de internationale scheepvaart. In Tabel 5.2 tot en met Tabel 5.5 staat de opbouw van de concentraties van  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  en  $\text{SO}_2$  voor Nederland gemiddeld, voor de zes agglomeraties genoemd in de wet Milieubeheer, te weten Amsterdam/Haarlem, Den Haag/Leiden, Utrecht, Rotterdam/Dordrecht, Eindhoven en Heerlen/Kerkrade en voor drie zones.

**Tabel 5.2** Opbouw van de  $\text{NO}_2$ -concentratie ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) in 2013<sup>1,2</sup>

	Neder-land	Amsterdam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotterdam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen/ Kerkrade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	0,5	0,8	0,7	0,5	1,1	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6
Raffinaderijen	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Energiesector	0,2	0,3	0,4	0,3	0,5	0,1	<0,1	0,2	0,2	0,2
Afvalverwerking	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Wegverkeer	4,4	7,6	7,6	11,0	9,0	8,1	4,0	2,8	5,4	4,5
Overig verkeer	2,1	4,1	3,1	4,0	4,1	2,3	1,1	1,5	2,6	2,1
Landbouw	0,7	0,6	1,9	0,7	1,0	0,9	0,2	0,6	0,8	0,9
Huishoudens	0,5	0,9	1,1	0,9	1,0	0,8	0,6	0,3	0,6	0,5
HDO <sup>3</sup> /Bouw	0,4	1,1	1,3	1,2	1,1	0,7	0,4	0,3	0,6	0,4
Internationale scheepvaart	1,5	2,3	3,4	1,5	3,5	0,9	0,5	1,4	1,5	1,5
Buitenland	5,6	3,7	4,6	4,3	5,2	8,1	10,3	4,6	4,9	8,2
<b>Totaal</b>	<b>16,0</b>	<b>21,5</b>	<b>24,3</b>	<b>24,4</b>	<b>26,8</b>	<b>22,6</b>	<b>17,8</b>	<b>12,0</b>	<b>17,1</b>	<b>18,9</b>

1) De bijdragen zijn bepaald op basis van de  $\text{NO}_x$ -bijdragen en gekalibreerde  $\text{NO}_2$ -kaart. In verband met de niet-lineaire relatie tussen  $\text{NO}_x$  en  $\text{NO}_2$  is de onderverdeling afhankelijk van de totale concentratie en kunnen individuele bijdragen niet zomaar afzonderlijk worden beschouwd. Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan het aantal decimalen aangeeft.

2) In verband met enkele gemeentelijke herindelingen de afgelopen jaren zijn de stedelijke agglomeraties iets veranderd. Deze hier gerapporteerde gemiddelde waarden zijn daarom berekend over iets andere ruimtelijke agglomeraties dan die uit voorgaande rapportages. Het grootste effect is voor de agglomeratie Utrecht waarvan het gebied ongeveer 13 procent kleiner is dan in de GCN2013-rapportage.

3) HDO = handel, diensten en overheid.

**Tabel 5.3** Opbouw van de PM<sub>10</sub>-concentratie (µg m<sup>-3</sup>) in 2013<sup>1,2</sup>

	Neder-land	Amsterdam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotterdam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen/ Kerkrade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	0,4	0,8	0,5	0,6	0,8	0,6	0,3	0,3	0,4	0,4
Raffinaderijen	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1
Energiesector	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1
Afvalverwerking										
Wegverkeer	0,9	1,5	1,4	2,2	1,5	1,4	0,8	0,6	1,2	1,0
Overig verkeer	0,4	0,7	0,5	0,8	0,6	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5
Landbouw	1,0	0,7	0,6	1,1	0,7	1,4	0,4	0,9	1,1	1,2
Huishoudens	0,5	1,1	1,1	1,1	1,0	0,7	0,6	0,3	0,7	0,5
HDO/Bouw	0,2	0,6	0,4	0,3	0,8	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Internationale scheepvaart	0,8	1,0	1,1	0,9	1,0	0,6	0,4	0,7	0,8	0,7
Buitenland	6,9	5,6	6,0	6,7	6,5	9,0	11,1	5,9	6,7	8,7
NH <sub>3</sub> uit de zee	0,1	0,3	0,5	0,1	0,4	<0,1		0,1	0,2	0,1
Zeezout, bodemstof en overig	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
<b>Totaal</b>	<b>19,6</b>	<b>20,6</b>	<b>20,6</b>	<b>22,2</b>	<b>21,6</b>	<b>22,9</b>	<b>22,3</b>	<b>17,5</b>	<b>20,2</b>	<b>21,6</b>

1) De bijdragen zijn bepaald op basis van de gekalibreerde PM<sub>10</sub>-kaart. Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan het aantal decimalen aangeeft.

2) In verband met enkele gemeentelijke herindelingen de afgelopen jaren zijn de stedelijke agglomeraties iets veranderd. Deze hier gerapporteerde gemiddelde waarden zijn daarom berekend over iets andere ruimtelijke agglomeraties dan die uit voorgaande rapportages. Het grootste effect is voor de agglomeratie Utrecht waarvan het gebied ongeveer 13 procent kleiner is dan in de GCN2013-rapportage.

**Tabel 5.4** Opbouw van de PM<sub>2,5</sub>-concentratie (µg m<sup>-3</sup>) in 2013<sup>1,2</sup>

	Neder-land	Amsterdam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotterdam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen/ Kerkrade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	0,3	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3
Raffinaderijen	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1
Energiesector	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1
Afvalverwerking										
Wegverkeer	0,8	1,2	1,1	1,7	1,2	1,1	0,6	0,5	1,0	0,8
Overig verkeer	0,4	0,6	0,5	0,7	0,5	0,4	0,2	0,3	0,5	0,4
Landbouw	0,7	0,6	0,6	0,9	0,6	0,9	0,3	0,6	0,8	0,7
Huishoudens	0,5	1,1	1,1	1,1	1,0	0,7	0,6	0,3	0,6	0,5
HDO/Bouw	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Internationale scheepvaart	0,7	0,9	1,0	0,8	0,9	0,6	0,3	0,6	0,7	0,7
Buitenland	6,0	4,9	5,2	5,8	5,6	7,8	9,8	5,1	5,8	7,5
NH <sub>3</sub> uit de zee	0,1	0,3	0,5	0,1	0,4	<0,1		0,1	0,2	0,1
Zeezout, bodemstof en overig	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
<b>Totaal</b>	<b>12,6</b>	<b>13,5</b>	<b>13,6</b>	<b>14,8</b>	<b>14,1</b>	<b>15,1</b>	<b>15,2</b>	<b>10,9</b>	<b>13,2</b>	<b>14,2</b>

1) De bijdragen zijn bepaald op basis van de gekalibreerde PM<sub>2,5</sub>-kaart. Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan het aantal decimalen aangeeft.

2) In verband met enkele gemeentelijke herindelingen de afgelopen jaren zijn de stedelijke agglomeraties iets veranderd. Deze hier gerapporteerde gemiddelde waarden zijn daarom berekend over iets andere ruimtelijke agglomeraties dan die uit voorgaande rapportages. Het grootste effect is voor de agglomeratie Utrecht waarvan het gebied ongeveer 13 procent kleiner is dan in de GCN2013-rapportage.

**Tabel 5.5** Opbouw van de SO<sub>2</sub>-concentratie (µg m<sup>-3</sup>) in 2013<sup>1,2</sup>

	Neder-land	Amsterdam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotter-dam/ Dordrecht	Eind-hoven	Heerlen/ Kerkrade	Noord-Neder-land	Midden-Neder-land	Zuid-Neder-land
Industrie	0,1	0,2	0,2	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Raffinaderijen	0,1	0,1	0,4	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Energiesector	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Afvalverwerking	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wegverkeer	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-
Overig verkeer	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Landbouw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huishoudens	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0
HDO/Bouw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Internationale scheepvaart	0,1	0,3	0,5	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Buitenland	0,6	0,6	0,8	0,7	0,9	0,9	1,1	0,4	0,6	1,0
<b>Totaal</b>	<b>1,0</b>	<b>1,5</b>	<b>2,1</b>	<b>1,2</b>	<b>2,7</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>	<b>1,3</b>

1) De bijdragen zijn bepaald op basis van de gekalibreerde SO<sub>2</sub>-kaart. Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan het aantal decimalen aangeeft.

2) In verband met enkele gemeentelijke herindelingen de afgelopen jaren zijn de stedelijke agglomeraties iets veranderd. Deze hier gerapporteerde gemiddelde waarden zijn daarom berekend over iets andere ruimtelijke agglomeraties dan die uit voorgaande rapportages. Het grootste effect is voor de agglomeratie Utrecht waarvan het gebied ongeveer 13 procent kleiner is dan in de GCN2013-rapportage.

### 5.3 Gevoeligheidsanalyse nieuwe emissieplafonds (NEC) voor 2030

In de EU National Emissions Ceilings Directive (NEC) uit 2001 staan emissieplafonds voor Europese landen voor NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> en NMVOS die gelden vanaf 2010. In mei 2012 zijn, in het kader van de UNECE Convention for Long-range Transboundary Air Pollution, in het Gotenburg Protocol emissiereductieverplichtingen afgesproken voor NO<sub>x</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> en NMVOS voor 2020 ten opzichte van 2005. In december 2013 heeft de Europese Commissie (EC, 2013) een voorstel gedaan voor nieuwe emissiereductieverplichtingen voor 2030 in het kader van de NEC Directive. Voor 2020 worden in het voorstel de afspraken overgenomen die in mei 2012 in het kader van de revisie van het Gotenburg Protocol zijn overeen gekomen. Aangezien over het commissievoorstel nog onderhandeld wordt tussen de verschillende partijen in de EU en de nieuwe verplichtingen dus nog geen definitief vastgesteld beleid vormen, zijn ze niet meegenomen in de berekeningen voor de 2014-rapportage. Onderstaand wordt wel door middel van een gevoeligheidsanalyse een inschatting gegeven van de effecten van de nieuwe verplichtingen op concentraties en deposities.

In Tabel 5.6 staan de voorgestelde emissiereductieverplichtingen voor 2030 voor de landen die Nederland omringen evenals een inschatting van de veranderingen die deze nieuwe verplichtingen

hebben op de gemiddelde NO<sub>x</sub>- en PM<sub>2,5</sub>-concentraties en stikstofdepositie in Nederland. Indien deze indicatieve plafonds worden meegenomen in de berekeningen geeft dat aanzienlijke reducties in concentraties en stikstofdepositie voor 2030 ten opzichte van de in deze GCN-rapportage gehanteerde baseline-emissies voor 2030. De buitenlandse bijdrage aan de gemiddelde PM<sub>2,5</sub>-concentratie in Nederland wordt 0,9 µg m<sup>-3</sup> lager, wat overeenkomt met ongeveer 28 procent van de totale bijdrage afkomstig van buitenlandse emissies of 8 procent van de totale PM<sub>2,5</sub>-concentratie. De relatieve reducties zijn minder groot voor de NO<sub>x</sub>-concentratie (11 procent van de buitenlandse bijdrage en 3 procent van de totale concentratie) en stikstofdepositie (19 procent van de buitenlandse bijdrage en 4 procent van de totale concentratie).

Naast deze veranderingen hebben emissiereductieverplichtingen voor Nederland voor 2030 natuurlijk ook gevolgen voor de concentraties en depositie in Nederland. Dit wordt uitgebreid besproken in Smeets et al. (2014).

### 5.4 Indicatieve grootschalige concentraties van elementair koolstof (EC)

Kaarten en emissiefactoren voor elementair koolstof (EC) zijn, net als voorgaande jaren, in het GCN-kader gemaakt. Aangezien er nog aanzienlijke onzekerhe-

**Tabel 5.6** Door de Europese Commissie (EC, 2013) voorgestelde emissiereductiepercentages voor 2030 ten opzichte van 2005 en inschatting van de corresponderende effecten op de  $\text{NO}_x$ - en  $\text{PM}_{2,5}$ -concentratie en de stikstofdepositie in Nederland

	Voorgestelde emissiereductie percentages voor 2030 ten opzichte van 2005 <sup>a</sup>				Indicatieve emissieplafonds 2030 <sup>b</sup>			
	$\text{NO}_x$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{SO}_2$	$\text{NH}_3$	$\text{NO}_x$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{SO}_2$	$\text{NH}_3$
België	63%	47%	68%	16%	108	13	46	60
Frankrijk	70%	48%	78%	29%	423	158	102	466
Duitsland	69%	43%	53%	39%	488	69	224	353
Verenigd Koninkrijk	73%	47%	84%	21%	424	43	112	240
Veranderingen ten opzicht van BBR-scenario als gevolg van veranderingen in buitenlandse emissies								
			2025 <sup>c</sup>	2030				
$\text{NO}_x$ -concentratie ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )			-0,2	-0,4				
$\text{PM}_{10}$ -concentratie ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) <sup>d,e</sup>			-0,4	-0,8				
$\text{PM}_{2,5}$ -concentratie ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) <sup>d</sup>			-0,3	-0,6				
Stikstofdepositie ( $\text{mol ha}^{-1} \text{jaar}^{-1}$ )			-30	-65				

- a) De voorgestelde reductiepercentages voor Nederland zijn 68% voor  $\text{NO}_x$ , 38% voor  $\text{PM}_{2,5}$ , 59% voor  $\text{SO}_2$  en 25% voor  $\text{NH}_3$ . De corresponderende indicatieve plafonds voor 2030 zijn 108 miljoen kg voor  $\text{NO}_x$ , 13 voor  $\text{PM}_{2,5}$ , 26 voor  $\text{SO}_2$  en 106 voor  $\text{NH}_3$ .
- b) De plafonds voor 2030 zijn afhankelijk van de emissies van 2005.
- c) Emissies voor 2025 zijn verkregen door lineaire interpolatie van de emissieplafonds voor 2020 en de indicatieve emissieplafonds voor 2030.
- d) Bijdragen van zowel primair fijn stof als van de secundaire componenten (ammonium-, nitraat- en sulfaataerosolen) zijn meegenomen. Mogelijk is sprake van een onderschatting van het effect. De invloed van de voorgestelde reductie van NMVOS op de secundaire organische aerosolen kon namelijk nog niet worden gemodelleerd.
- e) Er zijn geen emissieplafonds voor  $\text{PM}_{10}$ . De  $\text{PM}_{10}$ -emissie voor deze analyse is daarom bepaald op basis van het plafond voor  $\text{PM}_{2,5}$  en de emissieverhouding  $\text{PM}_{2,5}/\text{PM}_{10}$ .

den bestaan in de modellering van EC en er nog maar op enkele locaties in Nederland metingen van EC-concentraties worden uitgevoerd, worden de kaarten en emissiefactoren van EC gekwalificeerd als indicatief. De kaarten zijn gebaseerd op dezelfde modellen, scenario's en onderliggende gegevens als de GCN-kaarten van  $\text{PM}_{2,5}$ . Door het beperkte aantal metingen zijn de kaarten niet gekalibreerd aan de hand van metingen. De EC-concentraties kunnen daarom het best worden gebruikt in relatieve zin, voor het vergelijken van de effecten van maatregelen. Aan de absolute waarde van de concentraties moet vooralsnog minder waarde worden gehecht.

Het Nationaal en Europees beleid is gericht op het halen van de grenswaarden voor luchtkwaliteit voor  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$ . Het is echter waarschijnlijk dat er onder de grenswaarden voor vooral fijn stof nog steeds gezondheidsrisico's aanwezig zijn. Het is ook niet helemaal duidelijk welke stoffen of componenten het meest verantwoordelijk zijn voor effecten op de gezondheid van de mens. Recent onderzoek (Janssen et al., 2011; Keuken et al., 2011b) laat zien dat EC mogelijk de lokale bijdrage van met name verkeersemissies aan de gezondheidsrisico's van luchtkwaliteitsverontreiniging beter weer kan geven dan  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$ . Maatregelen, vooral bij verkeer, kunnen ook een grotere relatieve verandering geven in de concentraties van EC dan van  $\text{PM}_{10}$  of  $\text{PM}_{2,5}$ ,

waardoor EC-concentraties beter inzicht kunnen geven in de effecten van verkeersmaatregelen op de gezondheid.

EC komt vrij bij allerlei verbrandingsprocessen en is een maat voor de massa van roetdeeltjes in fijn stof. De bijdrage van EC aan de totale  $\text{PM}_{10}$ - en  $\text{PM}_{2,5}$ -concentratie is gering. De EC-emissie hangt vooral af van het type brandstof dat wordt gebruikt. Vooral bij de verbranding van diesel wordt relatief veel EC geëmitteerd. Verder komt EC vrij bij verbranding van biomassa zoals bij open haarden en houtkachels. De EC-kaarten zijn gebaseerd op de berekeningen van  $\text{PM}_{2,5}$  en een in de tijd constante verhouding tussen de emissie van EC en  $\text{PM}_{2,5}$  per doelgroep in Nederland en het buitenland (zie Bijlage 2).

Voor de grootschalige EC-concentraties is nog geen onzekerheidsanalyse uitgevoerd. Voor een goede onzekerheidsanalyse zijn voldoende metingen van EC nodig op verschillende locaties in Nederland en het liefst over meerdere jaren. Hiervoor wordt in opdracht van het ministerie van IenM in het voorjaar van 2014 een meetstrategie opgesteld door het RIVM, in samenwerking met de GGD-Amsterdam en DCMR. Er zijn wel metingen beschikbaar van zwarte rook en relaties tussen concentraties EC en zwarte rook (Schaap en Denier van der Gon, 2007; Keuken et al., 2011a), maar hiermee kan slechts een beperkte



analyse worden uitgevoerd tussen gemeten en berekende concentraties. Verder zijn er onzekerheden in de emissies, in de verhouding EC/PM<sub>2,5</sub>-emissie per doelgroep en in de modellering van EC-concentraties met het OPS-model. Vooral nog wordt de onzekerheid in de EC-concentratie in een gridcel van 1x1 km geschat op 30 procent (1 sigma). Dit is ongeveer tweemaal de onzekerheid in de grootschalige concentratie van PM<sub>2,5</sub>.

Door TNO en PBL zijn indicatieve SRM-emissiefactoren voor EC bepaald voor het gebruik in lokale verkeersmodellen (Bijlage 6),

In Figuur 5.10 staan de indicatieve grootschalige concentratiekaarten van EC voor 2013 op basis van actuele meteorologie en voor 2015, 2020 en 2030 op basis van de langjarig gemiddelde meteorologie en het scenario met vaststaand en voorgenomen beleid. Om de verschillen met de rapportage van vorig jaar aan te geven is in Figuur 5.11 het verschil weergegeven in EC-concentratie berekend met emissies van 2012 volgens de huidige 2014-rapportage en met emissies van 2010 volgens de 2013-rapportage. In Figuur 5.12 staat verder nog het verloop in de tijd van de EC-concentratie gemiddeld over Nederland.

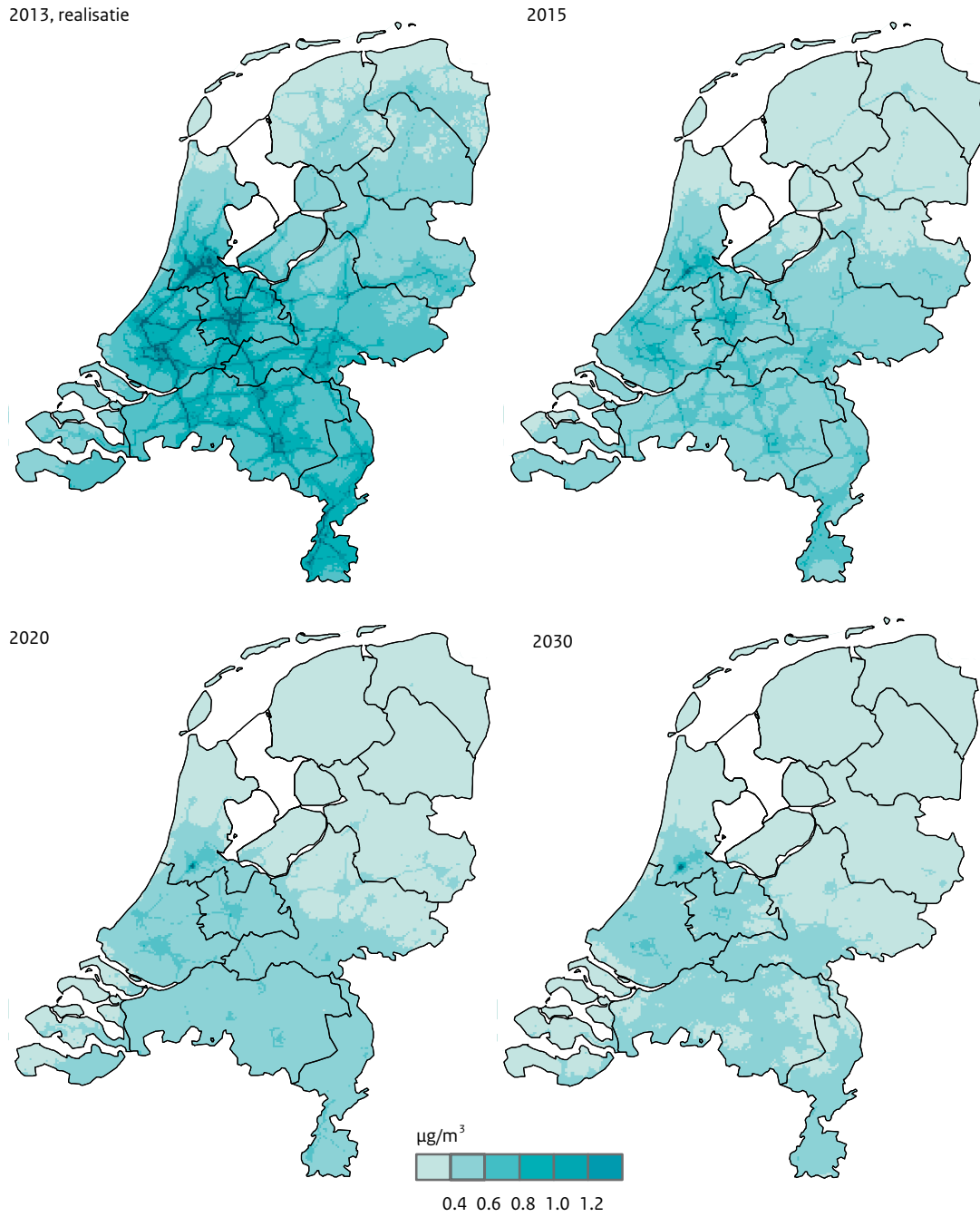
In de EC-kaarten van 2013 en 2015 zijn de rijkswegen duidelijk herkenbaar met verhogingen in de EC-concentraties. Doordat de emissies van PM<sub>2,5</sub> en EC naar verwachting verder dalen in de komende jaren door het toenemend gebruik van roetfilters bij auto's, dalen de EC-concentraties naar verwachting ook en zijn de rijkswegen niet meer duidelijk herkenbaar in de EC-kaarten voor 2020 en 2030.

De berekende EC-concentratie is in deze 2014-rapportage lager dan in de 2013-rapportage (Figuur 5.11). Gemiddeld over Nederland is de EC-concentratie berekend met emissies van 2012 ongeveer 0,65 µg m<sup>-3</sup>. Dit is lager dan de 0,8 µg m<sup>-3</sup> zoals vorig jaar werd berekend met emissies van 2010. Gemiddeld over de zes stedelijke agglomeraties is de EC-concentratie berekend met emissies van 2012 ongeveer 0,23 µg m<sup>-3</sup> lager dan die welke vorig jaar met emissies van 2010 is berekend. De EC-concentratie wordt berekend uitgaande van de PM<sub>2,5</sub>-emissies en de verhouding fractie EC in PM<sub>2,5</sub>. De lagere EC-concentraties komen vooral door lagere PM-verbrandingsemissies van wegverkeer. Deze emissies dalen met ongeveer 10 procent per jaar. Verder zijn deze emissies door de ER eind 2013 ongeveer 10 procent naar beneden bijgesteld als gevolg van een nieuwe inschatting van de effecten

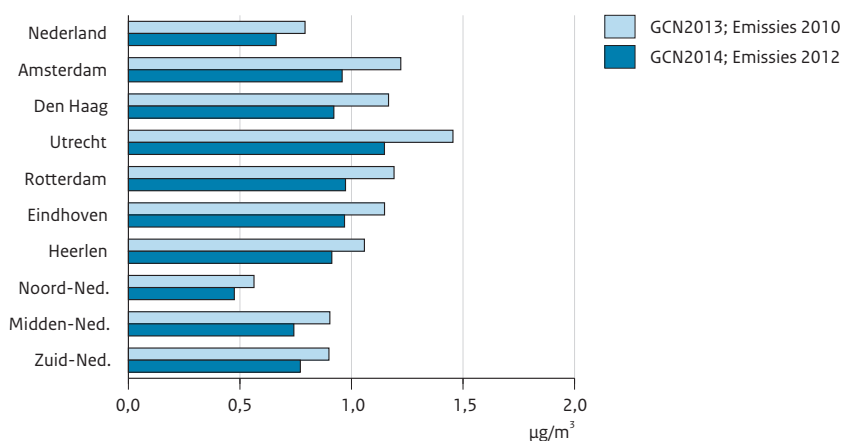
van roetfilters. De roetfilters blijken nog beter te werken dan voorheen verondersteld (paragraaf B6.1.3). De emissies van 2012 zijn daarom ongeveer 28 procent lager dan die van 2010, zoals gebruikt in de GCN 2013-rapportage.

De EC-concentratie daalt in de scenario's van ongeveer 0,65 µg m<sup>-3</sup> in 2013 tot ongeveer 0,45 µg m<sup>-3</sup> in 2015, 0,4 µg m<sup>-3</sup> in 2020 en 0,35 µg m<sup>-3</sup> in 2030. De EC-concentratie gemiddeld over de zes agglomeraties in Nederland is ongeveer 0,95 µg m<sup>-3</sup> in 2013. Deze daalt in de scenario's tot ongeveer 0,7 µg m<sup>-3</sup> in 2015, 0,55 µg m<sup>-3</sup> in 2020 en 0,5 µg m<sup>-3</sup> in 2030. Deze dalingen in concentratie zijn relatief groter dan de daling in concentratie van PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> doordat EC geen natuurlijke bronnen heeft en de concentratie grotendeels wordt bepaald door afnemende verkeersemissies doordat steeds meer dieselauto's een roetfilter hebben. De emissies van het wegverkeer in binnen- en buitenland waren in 2013 verantwoordelijk voor ongeveer 55 procent van de totale EC-concentratie in de stedelijke agglomeraties. Deze bijdrage neemt naar verwachting af tot ongeveer 35 procent in 2020 en 30 procent in 2030. De EC-emissies van andere sectoren blijft naar verwachting de komende jaren min of meer constant. Hierdoor stijgt de relatieve bijdrage van bijvoorbeeld huishoudens (houtstook in binnen- en buitenland) aan de totale EC-concentratie in de stedelijke agglomeraties van ongeveer 18 procent in 2013 naar 30 procent in 2020 en 32 procent in 2030. Zie Tabel 5.7 voor de opbouw van de EC-concentratie in Nederland voor 2013.

**Figuur 5.10** Indicatieve grootschalige EC-concentratie

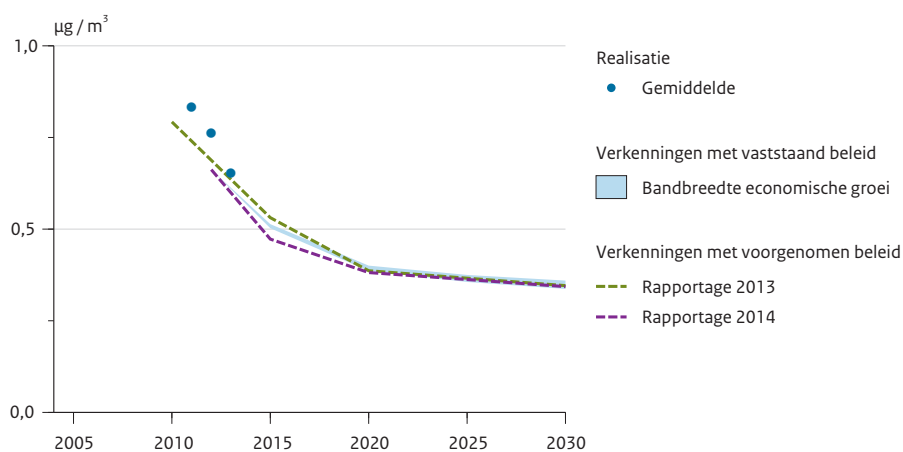


**Figuur 5.11** EC-concentratie ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) berekend met emissies van 2010 (2013-rapportage) en 2012 (2014-rapportage)



Weergegeven zijn de concentraties gemiddeld over heel Nederland en gemiddeld over de zes stedelijke agglomeraties en drie zones en berekend met langjarig gemiddelde meteorologie

**Figuur 5.12** Indicatieve grootschalige EC-concentratie



De concentratie, gemiddeld over Nederland, op basis van alleen vaststaand beleid, is weergegeven als een bandbreedte door verschillen in economische groei. De indicatieve EC-kaarten zijn gebaseerd op de bovenkant van deze bandbreedte plus voorgenumen beleid.

**Tabel 5.7** Opbouw van de EC-concentratie ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) in 2013<sup>1,2</sup>

	Neder- land	Amsterdam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotterdam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen/ Kerkrade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	<0,01	-
Raffinaderijen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energiesector	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Afvalverwerking	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wegverkeer	0,20	0,41	0,37	0,59	0,39	0,35	0,21	0,12	0,26	0,20
Overig verkeer	0,07	0,14	0,10	0,14	0,13	0,08	0,05	0,05	0,09	0,07
Landbouw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huishoudens	0,06	0,10	0,10	0,11	0,09	0,09	0,07	0,04	0,07	0,05
HDO1/Bouw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Internationale scheepvaart	0,02	0,04	0,05	0,02	0,05	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Buitenland	0,30	0,22	0,25	0,26	0,28	0,43	0,60	0,24	0,28	0,42
<b>Totaal</b>	<b>0,65</b>	<b>0,91</b>	<b>0,87</b>	<b>1,13</b>	<b>0,95</b>	<b>0,97</b>	<b>0,94</b>	<b>0,46</b>	<b>0,72</b>	<b>0,77</b>

1) Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan het aantal decimalen aangeeft. Een '-' geeft een concentratie kleiner dan  $0,001 \mu\text{g m}^{-3}$  aan.

2) In verband met enkele gemeentelijke herindelingen de afgelopen jaren zijn de stedelijke agglomeraties iets veranderd. Deze hier gerapporteerde gemiddelde waarden zijn daarom berekend over iets andere ruimtelijke agglomeraties dan die uit voorgaande rapportages. Het grootste effect is voor de agglomeratie Utrecht, waarvan het gebied ongeveer 13 procent kleiner is dan in de GCN2013-rapportage.

Zoals gezegd zijn er weinig metingen beschikbaar van EC in Nederland, Zwarte rook wordt al wel sinds jaren gemeten en er is een empirische relatie tussen zwarte rook en de EC-concentratie (Schaap en Denier van der Gon, 2007). In de GCN 2012-rapportage is gemeld dat de berekende EC-concentraties de uit zwarte rook afgeleide waarden met gemiddeld  $0,4 \mu\text{g m}^{-3}$  overschatten. Willers (2012) concludeerde eveneens dat de berekende EC-concentraties systematisch en significant hoger waren dan de gemeten EC-concentraties en dat het verschil tussen de berekende en gemeten EC-data deels was terug te vinden in een overschatting van de gemodelleerde regionale achtergrondconcentratie. De hier gerapporteerde EC-concentraties, die berekend zijn op basis van emissies voor 2012, zijn aanzienlijk lager dan die welke vorig jaar zijn berekend op basis van emissies voor 2010. De nu berekende EC-concentraties komen daarmee aanzienlijk beter overeen met de metingen dan voorheen. In Wesseling et al. (2014) zijn de berekende EC-concentraties uitgebreid vergeleken met de metingen.

# 6

## Grootschalige depositie en bronbijdragen

De grootschalige depositiekaarten van stikstof zoals die zijn berekend voor deze 2014-rapportage en die verschillen met de 2013-rapportage, worden hier kort besproken in termen van de kaarten zelf en de gemiddelde deposities over Nederland. De scenario's omvatten een breedte die informatie geeft over de beleidsruimte en over de verschillen in economische ontwikkelingen. GDN-kaarten zijn berekend op basis van emissies, modelberekeningen en metingen voor 2013, 2015, 2020, 2025 en 2030. Kaarten voor de tussenliggende jaren kunnen worden verkregen door lineaire interpolatie van de berekende kaarten. Voor de kaarten voor 2014 wordt de interpolatie uitgevoerd tussen een 2012- en 2015-kaart die beide zijn berekend met de langjarig-gemiddelde meteorologie. De berekende depositiekaarten geven de beste middenschatting van te verwachten deposities. De onzekerheid in de gemiddelde stikstofdepositie op Nederland wordt geschat op ongeveer 30 procent (1 sigma). Lokaal kunnen de onzekerheidsmarges 70 procent zijn (marge van -50 tot +100 procent; 1 sigma; zie hoofdstuk 4). Bij het gebruik van de kaarten moet met deze onzekerheden rekening worden gehouden.

Het kabinet heeft de keuze gemaakt dat een scenario met relatief hoge economische groei (2,5 procent per jaar), plus vaststaand en voorgenomen Nederlands en Europees beleid de basis van de

depositiekaarten (GDN-kaarten) voor de rapportage van 2014 vormt (zie paragraaf 3.4.1).

Scenario's die gebaseerd zijn op alleen het vaststaand beleid houden geen rekening met voorgenomen maatregelen voor de nabije toekomst op het gebied van lucht-, energie-, verkeers- en landbouwbeleid. Scenario's die gebaseerd zijn op vaststaand en voorgenomen beleid anticiperen wel op het effect van de voorgenomen maatregelen in de komende jaren in Nederland en Europa. De voorgenomen maatregelen zijn meestal nog niet geheel ontwikkeld, geïnstrumenteerd en gefinancierd, en de besluitvorming erover is nog niet afgerond. Het anticiperen op voorgenomen beleid houdt daarom een bepaald risico in en kan resulteren in tegenvallers.

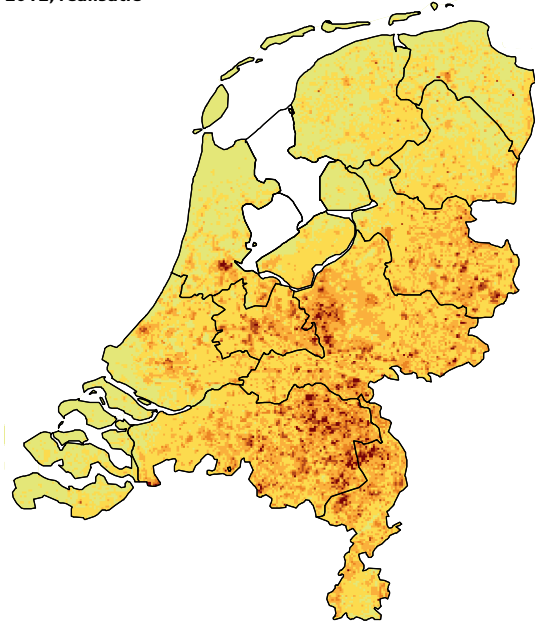
Tegelijkertijd met de berekening van de kaarten van de stikstofdepositie worden ook kaarten gemaakt van de depositie van potentieel zuur. Voor de volledigheid worden deze kaarten hier ook kort besproken.

### 6.1 GDN-kaarten

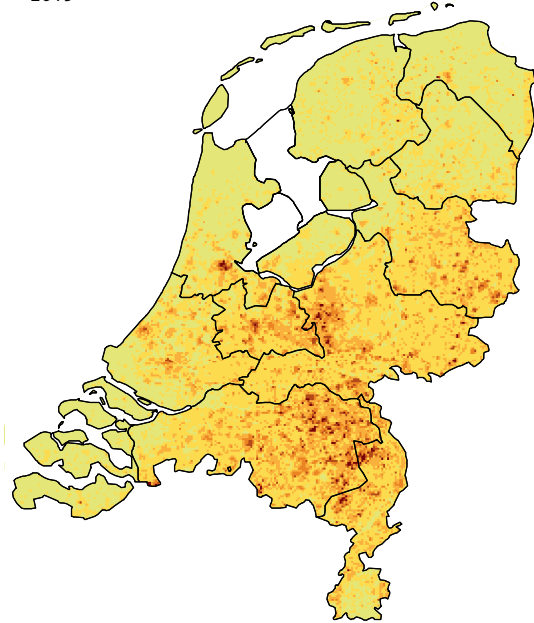
In Figuur 6.1 en Figuur 6.5 staan de GDN-kaarten voor de depositie van stikstof en potentieel zuur op basis van het BBR-scenario. In Figuur 6.3 en

**Figuur 6.1** Grootschalige stikstofdepositie

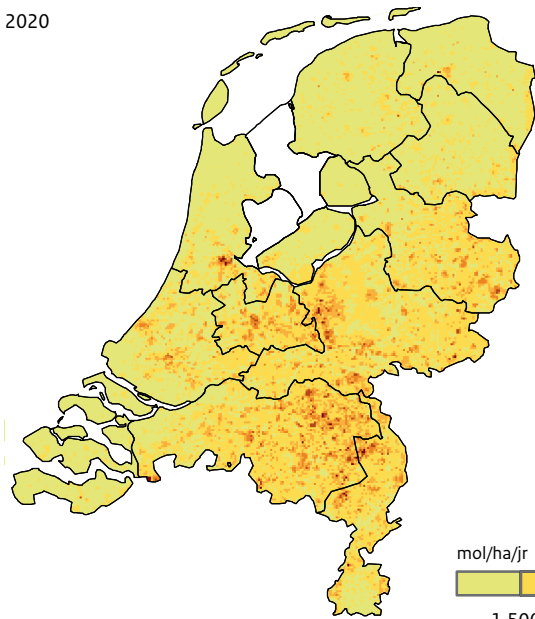
2012, realisatie



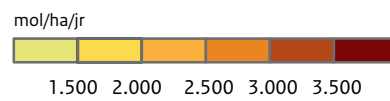
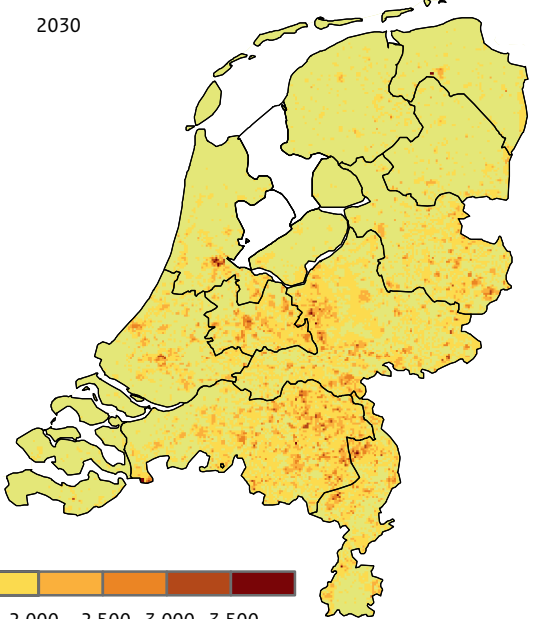
2015



2020



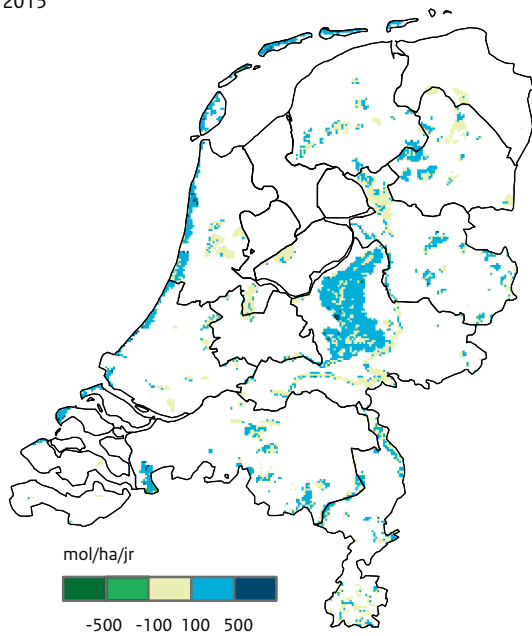
2030





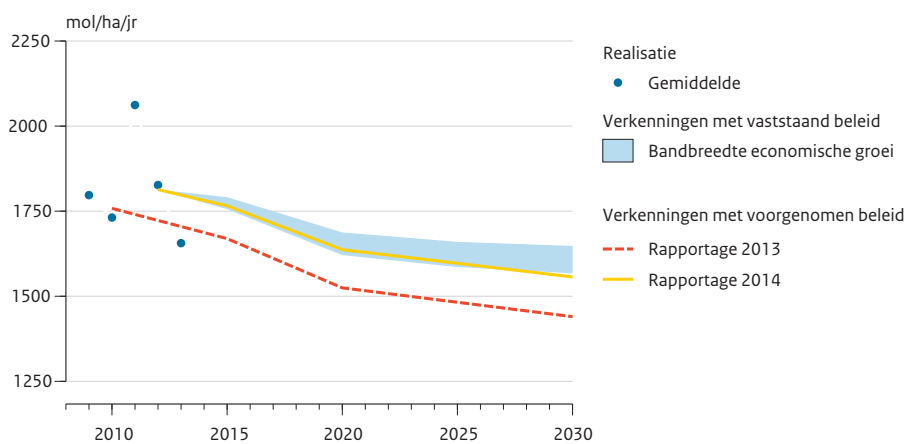
**Figuur 6.2** Verschil grootschalige stikstofdepositie voor 2015 tussen rapportage 2014 en rapportage 2013.

2015



Verschillen zijn alleen weergegeven voor Natura 2000-gebieden op land. Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in 2013 berekend.

**Figuur 6.3** Grootschalige stikstofdepositie



De depositie, gemiddeld over Nederland, op basis van alleen vaststaand beleid, is weergegeven als een bandbreedte door verschillen in economische groei. De nieuwe GDN-kaarten zijn gebaseerd op de bovenkant van deze bandbreedte.

Figuur 6.7 staan de grootschalige deposities gemiddeld over Nederland voor stikstof en potentieel zuur voor de verschillende scenario's.

Enkele constatering bij de depositiekaarten:

- Van jaar tot jaar voorkomende variaties in meteorologische omstandigheden leiden, bij gelijke emissies, tot fluctuaties (toe- en afnamen) in depositie van ongeveer 10 procent (1 sigma).
- De kaarten voor 2030 bevatten grotere onzekerheden dan de andere kaarten door onzekerheden op de langere termijn van ontwikkelingen in onder meer demografie, economie, nationaal en Europees beleid.

### 6.1.1 Stikstofdepositie

In de GDN-kaarten van de depositie van stikstof (Figuur 6.1) zijn gebieden met intensieve veehouderij duidelijk herkenbaar met verhogingen in depositie. Verder vertonen de depositiekaarten duidelijke verhogingen bij de steden als gevolg van de  $\text{NO}_x$ -emissies ter plekke en verhoogde ruwheid van de bebouwde omgeving en de daar aan gekoppelde verhoogde depositiesnelheid voor  $\text{NO}_x$  en  $\text{NH}_3$ . De gemiddelde depositie in de zuidelijke provincies (Noord-Brabant en Limburg) is 500 tot 1000 mol ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> hoger dan in de noordelijke provincies.

De gemiddelde stikstofdepositie over Nederland (Figuur 6.3) daalt naar verwachting met ongeveer 175 mol ha<sup>-1</sup> tot 2020. Dit komt voor ongeveer de helft door dalende  $\text{NO}_x$ -emissies uit wegverkeer in binnen en buitenland en dalende  $\text{NH}_3$ -emissies uit de landbouw in Nederland. Het wagenpark wordt schoner, doordat er de komende jaren in toenemende mate personenauto's rondrijden die aan de Euro 6-normen voldoen en vrachtauto's die aan de Euro VI-normen voldoen. De daling in landbouwemissies komt door de implementatie van emissiearme stallen en lager mestgebruik (PBL en ECN, 2012) en door de maatregelen die in het kader van het PAS worden genomen (zie Tabel 3.4). Na 2020 daalt de stikstofdepositie naar verwachting langzaam verder, voornamelijk door dalende verkeers- en landbouwemissies.

Gemiddeld over Nederland is de stikstofdepositie in de huidige GDN-kaarten ongeveer 100 mol ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> hoger in de periode 2015-2030 dan in 2013 werd ingeschat als gevolg van de hogere  $\text{NH}_3$ -emissiefactoren voor melkveestallen.

Het effect van de drie landbouwmaatregelen die in het kader van de PAS worden genomen (zie Tabel 3.4) is een reductie van gemiddeld 65 en 75 mol ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> in respectievelijk 2020 en 2030.

De stikstofdepositie op de Natura 2000-gebieden (Figuur 6.2) is over het algemeen iets hoger dan in 2013 ingeschat. Uit Tabel 6.1 kan worden afgelezen dat de hogere depositie wordt veroorzaakt door de extra emissies bij melkveestallen, de bijdrage van  $\text{NH}_3$ -emissies uit de zee (nieuwe bron, zie paragraaf 2.7) en een hogere bijtelling voor onverklaarde depositie.

In Tabel 6.2 is weergegeven welke sectoren het meest bijdragen aan de stikstofdepositie in 2013 in Nederland gemiddeld en in de verschillende provincies. De grootste bijdragen zijn afkomstig van de landbouw.

In de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) speelt de daling in stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden een belangrijke rol. Het gaat hierbij om de daling ten gevolge van het generieke PAS-beleid en het verschil in depositie ten gevolge van economische groei. Een deel van de daling vanaf 2013 kan in de PAS worden gebruikt voor nieuwe economische ontwikkelingen. Het verschil in stikstofdepositie tussen de boven- en onderraming is voor 2030 gemiddeld over een provincie is in de huidige 2014-rapportage nagenoeg gelijk aan die uit de 2013-rapportage (Figuur 6.4).

### 6.1.2 Potentieel-zuurdepositie

In de GDN-kaarten van de depositie van potentieel zuur (Figuur 6.5) zijn gebieden met intensieve veehouderij duidelijk herkenbaar met verhogingen in depositie. Verder vertonen de depositiekaarten duidelijke verhogingen bij de steden als gevolg van de  $\text{NO}_x$ -emissies ter plekke en verhoogde ruwheid van de bebouwde omgeving en de daar aan gekoppelde verhoogde depositiesnelheid. De gemiddelde depositie in de zuidelijke provincies (Noord-Brabant en Limburg) is 600 tot 1200 mol ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> hoger dan in de noordelijke provincies.

De potentieel-zuurdepositie gemiddeld over Nederland (Figuur 6.7) daalt naar verwachting met ongeveer 200 mol ha<sup>-1</sup> tot 2020. Dit komt voornamelijk door dalende  $\text{NO}_x$ -emissies uit wegverkeer in Nederland en het buitenland, en  $\text{NH}_3$ -emissies uit de landbouw in Nederland. Het wagenpark wordt schoner, doordat er de komende jaren in toenemende mate personenauto's rondrijden die aan de

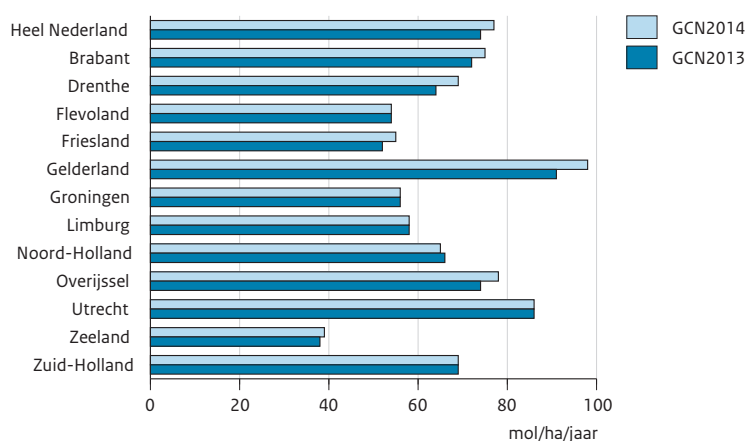
**Tabel 6.1** Stikstofdepositie (mol ha<sup>-1</sup>jaar<sup>-1</sup>) in 2015 en verandering ten opzichte van de GCN-rapportage 2013<sup>1</sup>.

	Nederland	Groningen	Friesland	Drenthe	Overijssel	Gelderland	Utrecht
<b>Totale depositie</b>	<b>1765</b>	<b>1450</b>	<b>1485</b>	<b>1570</b>	<b>1890</b>	<b>2025</b>	<b>2035</b>
Verandering depositie	95	75	120	80	95	105	110
Nederland							
Industrie, raffinaderijen, energiesector, afvalverwerking	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Verkeer	-15	-10	-10	-15	-20	-15	-30
Landbouw	25	25	30	35	50	35	35
Huishoudens	15	5	5	5	10	15	25
HDO/Bouw <sup>2</sup>							
Internationale scheepvaart	-5	-10	-10	-5	-5	5	
Buitenland	-5	-10	-10	-5	-5	-5	-5
Ammoniak uit zee	40	40	75	25	15	15	30
Onverklaarde depositie	50	40	40	40	55	55	60
		<b>Noord- Holland</b>	<b>Zuid- Holland</b>	<b>Zeeland</b>	<b>Noord- Brabant</b>	<b>Limburg</b>	<b>Flevoland</b>
<b>Totale depositie</b>		<b>1530</b>	<b>1715</b>	<b>1415</b>	<b>2075</b>	<b>1975</b>	<b>1490</b>
Verandering depositie		140	120	80	75	55	75
Nederland							
Industrie, raffinaderijen, energiesector, afvalverwerking		-5	-5		-5	-5	35
Verkeer		-20	-25	-10	-15	-15	-25
Landbouw		25	25	20	5		-5
Huishoudens		25	30	5	15	10	-
HDO/Bouw <sup>2</sup>							10
Internationale scheepvaart		-5	-5	-25			-5
Buitenland		-10	-10	-25	-5		-10
Ammoniak uit zee		95	75	80	20	10	30
Onverklaarde depositie		35	40	30	60	55	35

1) Om de tabel beter leesbaar te maken, zijn veranderingen kleiner dan 2,5 mol ha<sup>-1</sup>jaar<sup>-1</sup> niet weergegeven. De getallen zijn verder afgerond op 5 mol ha<sup>-1</sup>jaar<sup>-1</sup>.

2) HDO = handel, diensten en overheid

**Figuur 6.4** Toename in stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden in 2030 door economische groei



Weergegeven is het verschil in stikstofdepositie tussen de boven- en onderraming (BR- minus OR-scenario) voor de GCN rapportage 2013 en 2014.

Euro 6-normen voldoen en vrachtauto's die aan de Euro VI-normen voldoen. De daling in landbouwemissies komt door de implementatie van emissiearme stallen en lager mestgebruik (PBL en ECN, 2012), en door de maatregelen die in het kader van het PAS worden genomen (zie Tabel 3.4). Na 2020 daalt de potentieel-zuurdepositie naar verwachting langzaam verder, voornamelijk door dalende verkeers- en landbouwemissies.

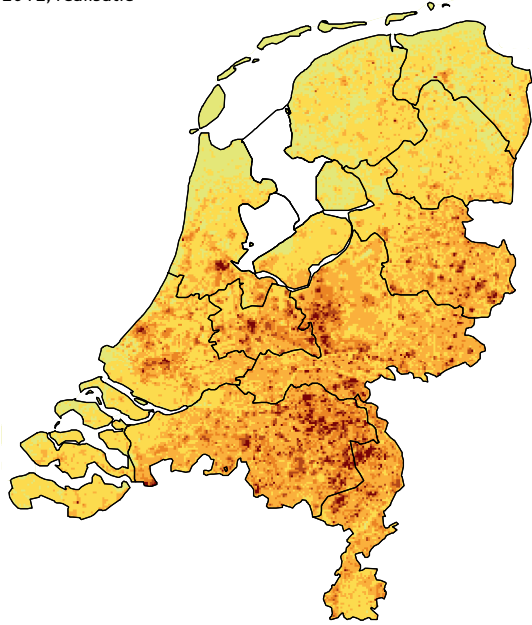
In Tabel 6.3 is weergegeven welke sectoren het meest bijdragen aan de potentieel-zuurdepositie in 2013 in Nederland gemiddeld en in de verschillende provincies. De grootste bijdragen zijn afkomstig van de landbouw.

## 6.2 Opbouw stikstofdepositie en potentieel-zuurdepositie

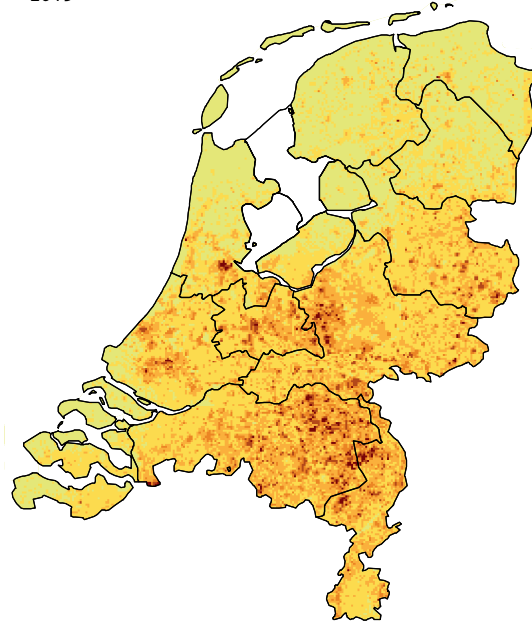
De stikstofdepositie in Nederland is opgebouwd uit bijdragen van verschillende sectoren in Nederland, van het buitenland als geheel en van de internationale scheepvaart. In Tabel 6.2 staat de opbouw van de depositie voor Nederland gemiddeld en voor de twaalf provincies. In Tabel 6.3 staat de opbouw van de potentieel-zuurdepositie.

**Figuur 6.5** Grootschalige depositie van potentieel zuur

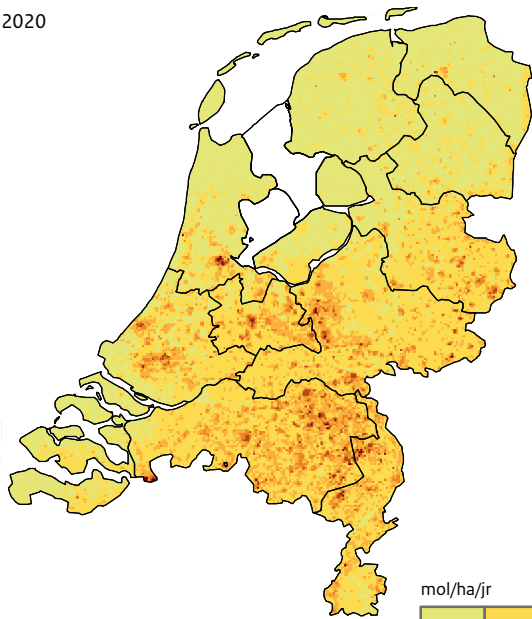
2012, realisatie



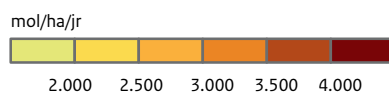
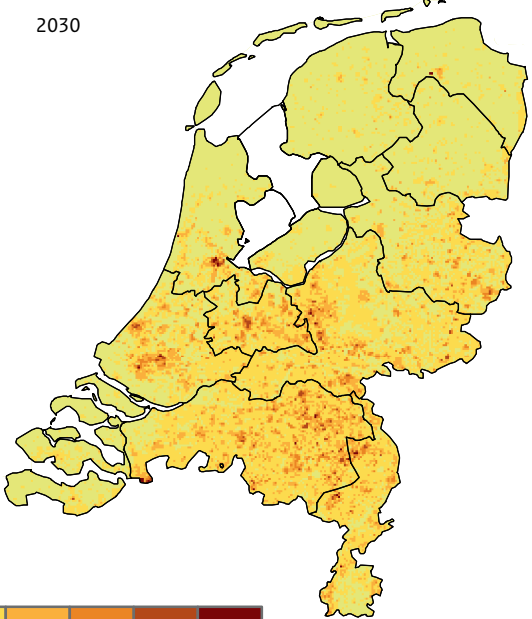
2015



2020

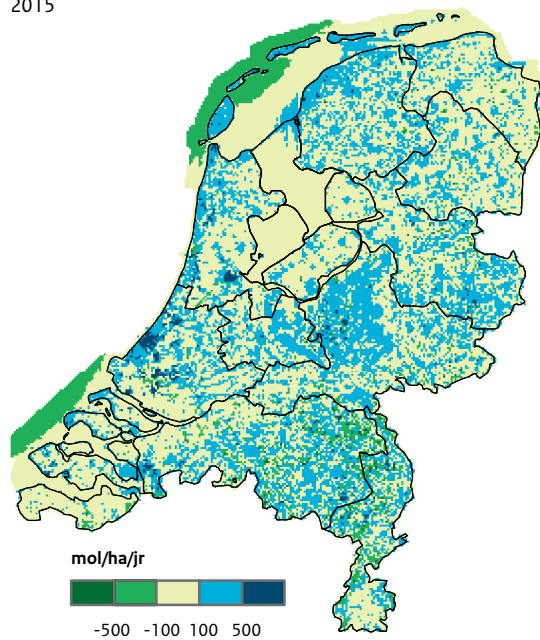


2030



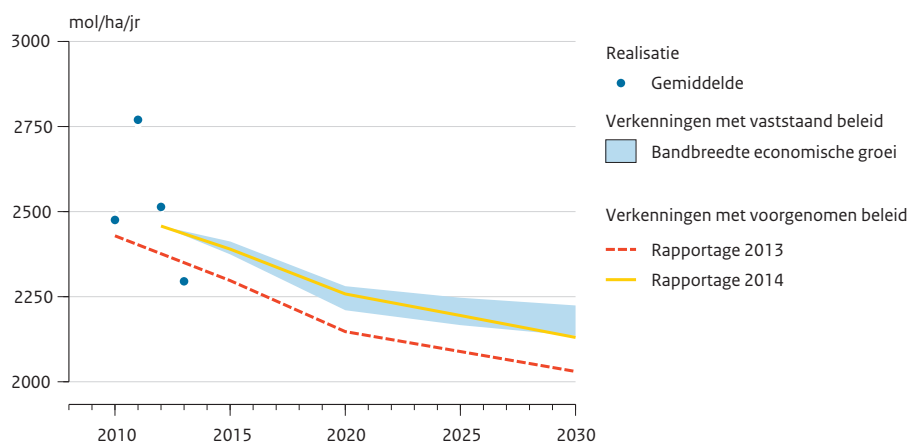
**Figuur 6.6** Verschil grootschalige depositie van potentieel zuur voor 2015 tussen rapportage 2014 en rapportage 2013.

2015



Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in 2012 berekend.

**Figuur 6.7** Grootschalige depositie van potentieel zuur.



De depositie, gemiddeld over Nederland, op basis van alleen vaststaand beleid, is weergegeven als een bandbreedte door verschillen in economische groei. De nieuwe GDN-kaarten zijn gebaseerd op de bovenkant van deze bandbreedte.



**Tabel 6.2** Opbouw van de stikstofdepositie (mol ha<sup>-1</sup>jaar<sup>-1</sup>) in 2013<sup>1</sup>

	Nederland	Groningen	Friesland	Drenthe	Overijssel	Gelderland	Utrecht
Industrie	20	10	10	10	10	15	20
Raffinaderijen	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5
Energiesector	5	5	5	5	5	10	10
Afvalverwerking	5	<5	<5	<5	5	5	5
Wegverkeer	85	40	40	55	75	115	160
Overig verkeer	35	20	20	25	30	45	55
Landbouw	680	605	690	655	860	865	765
Huishoudens	135	75	65	80	110	145	235
HDO2/Bouw	10	5	5	5	10	15	20
Internationale scheepvaart	55	45	50	45	45	45	60
Buitenland	485	390	295	440	495	525	425
Ammoniak uit zee	40	40	70	20	15	15	25
Onverklaarde depositie	105	95	100	95	110	110	110
<b>Totaal</b>	<b>1655</b>	<b>1340</b>	<b>1350</b>	<b>1450</b>	<b>1770</b>	<b>1915</b>	<b>1895</b>
	Noord- Holland	Zuid- Holland	Zeeland	Noord- Brabant	Limburg	Flevoland	
Industrie		25	25	40	20	15	
Raffinaderijen		<5	5	<5	<5	<5	
Energiesector		10	10	5	5	10	
Afvalverwerking		5	5	<5	5	5	
Wegverkeer		95	120	35	105	80	
Overig verkeer		40	45	25	40	35	
Landbouw		410	455	325	820	580	
Huishoudens		210	250	60	145	105	
HDO2/Bouw		15	20	5	10	10	
Internationale scheepvaart		70	80	75	50	55	
Buitenland		340	425	585	635	365	
Ammoniak uit zee		85	70	80	20	30	
Onverklaarde depositie		95	100	90	110	95	
<b>Totaal</b>		<b>1400</b>	<b>1615</b>	<b>1335</b>	<b>1970</b>	<b>1380</b>	

1) De getallen zijn afgerond op het dichtstbijzijnde vijftal.

2) HDO = handel, diensten en overheid

**Tabel 6.3** Opbouw van de potentieel-zuurdepositie (mol ha<sup>-1</sup>jaar<sup>-1</sup>) in 2013<sup>1</sup>

	Nederland	Groningen	Friesland	Drenthe	Overijssel	Gelderland	Utrecht
Industrie	40	30	20	20	25	35	50
Raffinaderijen	25	10	10	10	15	20	40
Energiesector	20	15	10	15	15	20	25
Afvalverwerking	5	<5	<5	5	5	5	5
Wegverkeer	85	45	40	60	75	115	165
Overig verkeer	35	20	20	25	30	45	55
Landbouw	680	605	690	655	860	865	765
Huishoudens	135	75	65	80	115	150	240
HDO2/Bouw	10	5	5	10	10	15	20
Internationale scheepvaart	85	70	85	65	60	70	95
Buitenland	655	500	395	570	660	715	590
Ammoniak uit zee	40	40	70	20	15	15	25
Onverklaarde depositie	485	475	480	475	490	490	490
<b>Totaal</b>	<b>2295</b>	<b>1890</b>	<b>1895</b>	<b>2010</b>	<b>2370</b>	<b>2560</b>	<b>2570</b>
		Noord- Holland	Zuid- Holland	Zeeland	Noord- Brabant	Limburg	Flevoland
Industrie		50	60	70	40	45	30
Raffinaderijen		30	80	25	20	10	25
Energiesector		25	30	15	20	15	20
Afvalverwerking		5	10	<5	5	<5	5
Wegverkeer		95	125	35	105	80	80
Overig verkeer		40	50	25	40	25	35
Landbouw		410	455	325	820	675	580
Huishoudens		215	255	60	145	130	105
HDO2/Bouw		15	20	5	10	10	10
Internationale scheepvaart		120	145	135	75	45	85
Buitenland		465	595	770	880	1095	485
Ammoniak uit zee		85	70	80	20	5	30
Onverklaarde depositie		475	480	470	490	490	475
<b>Totaal</b>		<b>2035</b>	<b>2365</b>	<b>2025</b>	<b>2675</b>	<b>2625</b>	<b>1955</b>

1) De getallen zijn afgerond op het dichtstbijzijnde vijftal.

2) HDO = handel, diensten en overheid

# Literatuur

- Beijk, R., R. Hoogerbrugge, T.L. Hafkenscheid, F. Th. van Arkel, G.C. Stefess, A. van der Meulen, J.P. Wesseling, F.J. Sauter, R.A.W. Albers (2007),  $PM_{10}$ : Validatie en equivalentie 2007, RIVM Rapport 680708001, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Boulter, P.G. en T. Barlow (2002), Road traffic characteristics, driving patterns and emission factors for congested situations, TRL, Wokingham; Delft: TNO.
- Briggs, G.A. (1971), Some recent analyses of plume rise observation. Proceedings 2nd International Clean Air Congress, H.M. Englund and W.T. Berry (Eds.), Academic Press, New York, 1029-1032.
- Buijsman, E. (2008), De bijdrage van niet-gemodelleerde bronnen aan de verzurende en vermes-tende depositie, PBL-rapport 550039001, Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- CPB (2012), Centraal Economisch plan 2012, ISBN 978-90-1257-6-444, Den Haag: Centraal Planbureau.
- Denier van der Gon, H., A. Visschedijk, H. van de Brugh, R. Dröge (2010), A high resolution European emission data base for the year 2005, TNO-rapport TNO-034-UT-2010-01895\_RPT-MIL, Utrecht: TNO Bouw en Ondergrond.
- Dröge R., B. Jansen, J.H.J. Hulskotte, A.J.H. Visschedijk, D.C. Heslinga (2010), Verbetering en onderbouwing van de emissiekenmerken van individueel en collectief geregistreerde bronnen, TNO-rapport TNO-060-UT02011-00533, Utrecht: TNO Bouw en Ondergrond.
- EC (2008), Amendment to Directive 98/70/EC on environmental quality standards for fuel, Brussel: Europese Commissie.
- EC (2013), Annexes to the proposal for a directive of the European parliament and of the council on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants and amending Directive 2003/35/EC, Brussel: Europese Commissie.
- ECN en PBL (2010), Referentieraming energie en emissies 2010-2020, ECN-rapport ECN-C-10-004, PBL-rapport 500161001, Energie Centrum Nederland, Petten, Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Geilenkirchen, G.P. en J.M. van Meerkerk (2014), Milieueffecten van de begrotingsafspraken 2014.

- Verkenning voor de Motie-Klaver, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Gijlswijk, R. van, P. Coenen, T. Pulles, J. van der Sluijs (2004), Uncertainty assessment of NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, and NH<sub>3</sub> emissions in the Netherlands, TNO-rapport R2004/100, Apeldoorn: TNO environment, Energy and Process Innovation.
- Goudappel Coffeng (2011), Opstellen database verkeers- en omgevingsgegevens voor geluiden luchtmodellering, GC-rapport RPBo05/Hcj/0045, Deventer: Goudappel-Coffeng.
- Goudappel Coffeng (2014), Database verkeer 2012 voor milieumodellering, GC-rapport RIV001/Bae/0001.01, Deventer: Goudappel-Coffeng.
- Harmelen A.K. van, H.A.C. Denier van der Gon, H.J.G. Kok, W.J. Appelman, A.J.H. Visschedijk, J.H. Hulskotte (2004), Particulate matter in the Dutch pollutant emission register: State of affairs, TNO-rapport R2004/428, Apeldoorn: TNO.
- HaskoningDHV (2013), Actualisatie ventilatie emissies fijn stof industrie, rapport 9X5408.01/R003/903009/Nijm, Nijmegen: HaskoningDHV.
- Hensema, A., N. Ligterink, G.P. Geilenkirchen (2013), VERSIT+ emissiefactoren voor standaard rekenmethode 1 en 2 – 2013 update, Delft: TNO.
- Hoer, A., S.F. Kieboom, G.P. Geilenkirchen, C.B. Hanschke (2010), Verkeer en vervoer in de Referentieraming Energie en Emissies 2010-2020 Broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen, PBL-rapport 500161003, Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Hoogerbrugge, R., P.L. Nguyen, J. Wesseling, M. Schaap, R.J. Wichink Kruit, V. Kamphuis, A.M.M. Manders, E.P. Weijers (2012), Assessment of the level of seasalt in PM<sub>10</sub> in the Netherlands, RIVM rapport 680704014, Bilthoven: Rijksinstituut voor volksgezondheid en Milieu.
- IIASA (2012), Future emissions of air pollutants in Europe – Current legislation baseline and the scope for further reductions, TSAP Report no. 1, juni 2012, Wenen: IIASA.
- IIASA (2014), The final policy scenarios of the EU clean air policy package, TSAP Report no. 11, februari 2014, Wenen: IIASA.
- Jaarsveld, J.A. van (2004), The Operational Priority Substances Mode. RIVM rapport 500045001, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, [www.rivm.nl/ops](http://www.rivm.nl/ops).
- Janssen, N.A.H., G. Hoek, M. Simic-Lawson, P. Fischer, L. van Bree, H. ten Brink, M. Keuken, R.W. Atkinson, H. Ross Anderson, B. Brunekreef, F.R. Cassee (2011), Black Carbon as an Additional Indicator of the Adverse Health Effects of Airborne Particles Compared with PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>, *Environmental Health Perspectives*, 119, 5691-5699.
- Kampert, A., J.J.M. van Melis, H.R.A. Molnár – in 't Veld, M.G.M. Sijstermans, R.M.A. Willems (2014), Methodierapport verkeersprestaties speciale voertuigen, Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek .
- Kasstele, J. van de, G.J.M. Velders (2007), Uncertainty assessment of local NO<sub>2</sub> concentrations derived from error-in-variable external drift kriging and its relationship to the 2010 air quality standard, *Atmos. Environment* (40): 2583-2595.
- Keuken, M.P., R. de Lange, H. Denier van der Gon, S. Jonkers, M. Voogt, A. Jedynska, D. de Jonge (2011a), Verantwoording operationalisering roetindicator in Nederland, TNO-rapport TNO-060-UT-2011-02161, Utrecht: TNO environment, Energy and Process Innovation.
- Keuken, M., P. Zandveld, S. van den Elshout, N.A.H. Janssen, G. Hoek (2011b), Air quality and health impact of PM<sub>10</sub> and EC in the city of Rotterdam, the Netherlands in 1985-2008, *Atmos. Environment* (45): 5294-5301, doi:10.1016/j.atmosenv.2011.06.058
- Koelemeijer, R., D. van der Hoek, B. de Haan, E. Noordijk, E. Buijsman, J. Aben, H. van Jaarsveld, P. Hammingh, S. van Tol, G. Velders, W. de Vries, K. Wieringa, S. Reinhard, V. Linderhof, R. Michels, J. Helming, D. Oudendag, A. Schouten, L. van Staaldin (2010), Verkenning van aanvullende maatregelen in het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof. Een verkenning van de gevolgen voor milieu en economie, PBL-rapport 500215001, Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Kuiper, E., N.E. Ligterink (2013a), Voertuigcategorieën en gewichten van voertuigcombinaties op de Nederlandse snelweg op basis van assen-combinaties en as-lasten, TNO 2013 R12138, Delft: TNO.

- Kuiper, E., N.E. Ligterink (2013b), Een overzicht van import- en exportstromen in het Nederlandse personenwagenpark, TNO 2013 R11279, Delft: TNO.
- Ligterink, N.E., R. de Lange (2009), Refined vehicle and driving-behaviour dependencies in the VERSIT+-emission model, Toulouse: ETTAP 2009 Symposium te Frankrijk.
- Ligterink, N., G. Kadijk, P. van Mensch (2012), Determination of Dutch NO<sub>x</sub> emission factors for Euro-5 diesel passenger cars, TNO-060-DTM-2012-03610, Delft: TNO.
- Ligterink, N., G. Kadijk, P. van Mensch, S. Hausberger, M. Rexeis (2013), Investigations and real world emission performance of Euro 6 light-duty vehicles, TNO 2013 R11891, Delft: TNO.
- Ligterink, N.E. G.P. Geilenkirchen (2014) VERSIT+ Emissiefactoren voor Standaard rekenmethode 1 en 2 – 2014 update, Delft: TNO.
- Matthijssen, J., H. Visser (2006), PM<sub>10</sub> in Nederland, rekenmethodiek, concentraties en onzekerheden, MNP-rapport 500093005, Bilthoven: Milieu- en Natuurplanbureau.
- Matthijssen, J., H.M. ten Brink (2007), PM<sub>2.5</sub> in the Netherlands, Consequences of new European air quality standards, MNP-rapport 500099001, Bilthoven: Milieu- en Natuurplanbureau.
- Matthijssen, J., B.A. Jimmink, F.A.A.M. de Leeuw, W. Smeets (2009), Attainability of PM<sub>2.5</sub> air quality standards, situation for the Netherlands in a European context, PBL-rapport 500099015, ISSN: 1875-2322, Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Mooibroek, D., J. Vonk, G.J.M. Velders, T.L. Hafkenscheid, R. Hoogerbrugge (2013a), PM<sub>2.5</sub> average exposure index in the Netherlands, RIVM Rapport 680704022, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Mooibroek, D., J.P.J. Berkhout, R. Hoogerbrugge (2013b), Jaaroverzicht luchtkwaliteit 2012, RIVM-rapport 680704023, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Noordijk, H., A. Hollander, H., F. Sauter, W.A.J. van Pul (2014), Ammoniakdepositie in de duinen langs de Noordzee- en Waddenzeekust, RIVM-rapport 680030001, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Os, J. van, T.J.A. Gies, H.S.D. Naeff, L.J.J. Jeurissen (2012), Emissieregistratie van landbouwbedrijven. Verbeteringen met behulp van het Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven. Werkdocument 275, Wageningen: WUR.
- PBL en ECN (2012), Referentie raming energie en emissies: Actualisatie 2012, Energie en emissies in de jaren 2012, 2020 en 2030, PBL-rapport nr. 500278001, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- SER (2013), Energieakkoord voor duurzame groei, Den Haag: Sociaal Economische Raad.
- Schaap, M., H.A.C. Denier van der Gon (2007), On the variability of Black Smoke and carbonaceous aerosols in the Netherlands, Atmos. Environment 41, 5908-5920.
- Smeets, W., et al. (2014), Kosten en baten van het EU-voorstel voor de reductie van nationale emissies luchtverontreiniging, PBL-rapport in voorbereiding, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Smit, R., R. Smokers, E. Rabé (2007), A new modelling approach for road traffic emissions: VERSIT+, Journal of Transportation Research Part D, 12, 414-422.
- Velders, G.J.M., J.M.M. Aben, W.F. Blom, J.D. van Dam, H.E. Elzenga, G.P. Geilenkirchen, P. Hammingh, A. Hoen, B.A. Jimmink, R.B.A. Koelemeijer, J. Matthijssen, C.J. Peek, C.B.W. Schilderman, W.J. de Vries (2008), Concentratiekaarten voor grootschalige luchtverontreiniging in Nederland, Rapportage 2008, Bilthoven: MNP-rapport 500088002, Milieu- en Natuurplanbureau.
- Velders, G.J.M. en H.S.M.A. Diederik (2009), Likelihood of meeting the EU limit values for NO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub> concentrations in the Netherlands, Atmos. Environment (43): 3060-3069, doi:10.1016/j.atmosenv.2009.03.029.
- Velders, G.J.M. en J. Matthijssen (2009), Meteorological variability in NO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub> concentrations in the Netherlands and its relation with EU limit values, Atmos. Environment 43, 3858-3866, doi:10.1016/j.atmosenv.2009.05.009.

- Velders, G.J.M., J.M.M. Aben, J.A. van Jaarsveld, W.A.J. van Pul, W.J. de Vries, M. van Zanten (2010), Grootchalige stikstofdepositie in Nederland. Herkomst en ontwikkeling in de tijd, PBL-rapport 500088007, Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Velders, G.J.M., J.M.M. Aben, B.A. Jimmink, E. van der Swaluw, W.J. de Vries (2011a), Grootchalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2011, RIVM Rapport 680362001, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Velders, G.J.M., A. Snijder, R. Hoogerbrugge (2011b), Recent decreases in observed atmospheric concentrations of SO<sub>2</sub> in the Netherlands in line with emissions reductions, *Atmos. Environment* 45, 5647-5651, doi:10.1016/j.atmosenv.2011.07.009.
- Velders, G.J.M., G.P. Geilenkirchen, R. de Lange (2011c), Higher than expected NO<sub>x</sub> emissions from trucks may affect the attainability of NO<sub>2</sub> limit values in the Netherlands, *Atmos. Environment* 45, 3025-3033, doi:10.1016/j.atmosenv.2011.03.023.
- Velders, G.J.M., J.M.M. Aben, B.A. Jimmink, G.P. Geilenkirchen, E. van der Swaluw, W.J. de Vries, J. Wesseling, M.C. van Zanten (2012), Grootchalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2012, RIVM-rapport 680362002, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Velders, G.J.M., J.M.M. Aben, B.A. G.P. Geilenkirchen, H.A. den Hollander, Jimmink, E. van der Swaluw, W.J. de Vries, J. Wesseling, M.C. van Zanten (2013), Grootchalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2013, RIVM-rapport 680362003, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Visschedijk, A.J.H. (2011), Beknopte verantwoording van door TNO aan RIVM geleverde geografische verdeelde Europese emissies van benzeen, NH<sub>3</sub>, NMVOS, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub>, TNO-rapport TNO-060-UT-2012-00003, Utrecht: TNO Bouw en Ondergrond.
- WebDab (2013), UNECE/CEIP, WebDab emission database 2010, [www.ceip.at](http://www.ceip.at) geraadpleegd in december 2013.
- Weijers, E.P., E. Sahan, H.M. ten Brink, M. Schaap, J. Matthijsen, R.P. Otjes, F. van Arkel (2010), Contribution of secondary inorganic aerosols to PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in the Netherlands; measurement and modelling results, PBL-rapport 500099006, Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Weijers, E.P., G.P.A. Kos, M.J. Blom, R.P. Otjes, M. Schaap, E. van der Swaluw (2012), Measuring secondary inorganic aerosols (SIA) in the Netherlands, ECN-report in the framework of the Netherlands Research Program on Particulate matter II (BOP II), ECN-rapport ECN-E—12-003, Petten: Energieonderzoeks Centrum Nederland.
- Wesseling, J., K. van Velze, R. Hoogerbrugge, L. Nguyen, R. Beijck, J. Ferreira (2013), Gemeten en berekende (NO<sub>2</sub>) concentraties in 2010 en 2011; Een test van de standaardrekenmethoden 1 en 2, RIVM-rapport 680705027, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Wesseling et al. (2014), Vergelijking tussen gemeten en berekende EC-concentraties, RIVM-rapport in voorbereiding, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- WHO (2005), Fact sheet EURO/04/05, [www.euro.who.int/documents/mediacentre/fso405e.pdf](http://www.euro.who.int/documents/mediacentre/fso405e.pdf), geraadpleegd op 15 mei 2008.
- Willers, S.M. (2012), Vergelijking gemeten en berekende EC-concentraties in 2010 en 2011, DCMR-rapport 21402855, Schiedam: DCMR Milieudienst Rijnmond.

## Bijlage 1. Nederlandse emissies in de scenario's

In de tabellen B1.1 tot en met B1.6 staan de Nederlandse emissies van NO<sub>x</sub>, primair PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub> zoals gebruikt in de verschillende scenario's.

**Tabel B1.1** Nederlandse emissies (miljoen kilogram) zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	NMVOS <sup>3</sup>
<b>2012<sup>1</sup></b>						
Industrie	27,7	6,8	2,7	10,4	1,6	36,6
Raffinaderijen	5,3	0,2	0,2	13,9	0,0	6,0
Energiesector	23,0	0,1	0,1	8,1	0,0	9,3
Afvalverwerking	3,7	0,1	0,1	0,3	0,3	0,8
Verkeer	149,4	7,9	5,7	0,4	2,5	29,9
Landbouw	17,6	6,4	0,6	0,1	102,0	1,9
Huishoudens	9,3	3,1	3,0	0,5	13,2	31,5
HDO en bouw	11,7	1,9	0,5	0,1	0,5	27,6
Zeescheepvaart	106,5	4,7	4,5	26,8	0,0	3,1
<b>Totaal<sup>2</sup></b>	<b>247,8</b>	<b>26,6</b>	<b>12,9</b>	<b>33,9</b>	<b>120,2</b>	<b>143,5</b>

1) De definitieve emissies uit de ER voor 2012 zijn gebruikt voor de GCN-berekening voor het jaar 2013 (deze rapportage).

2) Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart.

3) NMVOS-emissies worden niet gebruikt in de berekeningen van de GCN-kaarten, maar zijn voor de volledigheid opgenomen in deze rapportage.



**Tabel B1.2** Nederlandse NO<sub>x</sub>-emissies (miljoen kilogram) gebruikt in de scenario's

	Oude raming		Huidige ramingen		
	Vorig jaar	Onder- raming	Referentie- raming	Boven- raming	Beleid boven- raming = GCN=GDN
<b>2015</b>					
Industrie	32,0	27,8	29,0	30,0	30,0
Raffinaderijen	5,5	4,8	5,0	5,4	5,4
Energiesector	24,4	22,0	22,7	23,5	23,5
Afvalverwerking	3,4	3,4	3,5	3,6	3,6
Verkeer	139,1	124,2	128,7	133,6	133,6
Landbouw	15,3	15,0	15,4	16,0	16,0
Huishoudens	9,3	7,8	7,8	8,0	8,0
HDO en bouw	10,4	9,4	9,5	9,8	9,8
Zeescheepvaart	108,1	99,5	103,6	108,1	108,1
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>239,4</b>	<b>214,2</b>	<b>221,5</b>	<b>229,7</b>	<b>229,7</b>
<b>2020</b>					
Industrie	34,0	29,0	31,3	33,1	33,1
Raffinaderijen	5,3	4,0	4,4	5,2	5,2
Energiesector	20,8	20,8	22,1	23,7	23,7
Afvalverwerking	3,4	2,9	3,0	3,2	3,2
Verkeer	103,5	90,0	95,9	102,5	99,5
Landbouw	11,9	11,0	11,6	12,4	12,4
Huishoudens	5,9	5,4	5,5	5,6	5,6
HDO en bouw	6,7	5,8	5,9	6,3	6,3
Zeescheepvaart	100,6	87,3	93,7	100,6	100,6
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>191,6</b>	<b>168,9</b>	<b>179,7</b>	<b>192,0</b>	<b>189,0</b>
<b>2025</b>					
Industrie		30,4	33,9	36,7	36,7
Raffinaderijen		3,8	4,3	5,5	5,5
Energiesector		17,8	19,5	21,5	21,5
Afvalverwerking		3,1	3,3	3,6	3,6
Verkeer		80,3	87,8	96,8	90,7
Landbouw		10,8	11,4	12,5	12,5
Huishoudens		4,8	5,0	5,2	5,2
HDO en bouw		6,0	6,2	6,8	6,8
Zeescheepvaart		88,5	95,9	104,1	104,1
<b>Totaal<sup>1</sup></b>		<b>156,9</b>	<b>171,4</b>	<b>188,6</b>	<b>182,6</b>
<b>2030</b>					
Industrie	38,4	30,1	34,7	38,5	38,5
Raffinaderijen	5,2	3,4	4,1	5,6	5,6
Energiesector	18,4	15,4	17,4	19,8	19,8
Afvalverwerking	4,0	3,2	3,6	4,0	4,0
Verkeer	86,3	71,0	79,7	90,6	81,3
Landbouw	13,7	11,3	12,2	13,6	13,6
Huishoudens	5,3	4,7	4,9	5,2	5,2
HDO en bouw	7,0	6,1	6,4	7,2	7,2
Zeescheepvaart	107,7	89,6	98,1	107,7	107,7
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>178,3</b>	<b>145,2</b>	<b>162,9</b>	<b>184,5</b>	<b>175,3</b>

1) Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart

**Tabel B1.3** Nederlandse primair PM<sub>10</sub>-emissies (miljoen kilogram) gebruikt in de scenario's

	Oude raming		Huidige ramingen		
	Vorig jaar	Onder- raming	Referentie- raming	Boven raming	Beleid boven raming = GCN=GDN
<b>2015</b>					
Industrie	8,0	7,2	7,5	7,7	7,7
Raffinaderijen	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
Energiesector	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	7,0	6,1	6,3	6,4	6,4
Landbouw	6,5	6,4	6,5	6,6	6,6
Huishoudens	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1
HDO en bouw	2,5	2,1	2,2	2,3	2,3
Zeescheepvaart	4,4	4,1	4,2	4,4	4,4
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>27,9</b>	<b>25,4</b>	<b>26,1</b>	<b>26,7</b>	<b>26,7</b>
<b>2020</b>					
Industrie	7,8	7,3	7,9	8,5	8,0
Raffinaderijen	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4
Energiesector	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Afvalverwerking	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Verkeer	6,1	5,2	5,4	5,6	5,6
Landbouw	6,9	6,5	6,8	6,9	6,9
Huishoudens	3,2	2,9	3,0	3,1	3,1
HDO en bouw	2,9	2,4	2,6	2,9	2,9
Zeescheepvaart	4,6	4,0	4,3	4,6	4,6
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>27,6</b>	<b>24,9</b>	<b>26,2</b>	<b>27,6</b>	<b>27,2</b>
<b>2025</b>					
Industrie		7,1	8,0	9,0	8,2
Raffinaderijen		0,3	0,3	0,4	0,4
Energiesector		0,2	0,2	0,3	0,3
Afvalverwerking		0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer		5,0	5,3	5,6	5,6
Landbouw		6,5	6,8	6,9	6,9
Huishoudens		2,9	3,0	3,1	3,1
HDO en bouw		2,4	2,7	3,1	3,0
Zeescheepvaart		4,3	4,6	5,0	5,0
<b>Totaal<sup>1</sup></b>		<b>24,6</b>	<b>26,4</b>	<b>28,5</b>	<b>27,6</b>
<b>2030</b>					
Industrie	7,9	7,0	8,2	9,5	8,4
Raffinaderijen	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4
Energiesector	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	6,0	4,9	5,2	5,7	5,7
Landbouw	7,0	6,5	6,8	7,0	7,0
Huishoudens	3,3	3,0	3,1	3,2	3,2
HDO en bouw	3,1	2,5	2,8	3,3	3,1
Zeescheepvaart	5,4	4,5	4,9	5,4	5,4
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>28,0</b>	<b>24,3</b>	<b>26,7</b>	<b>29,4</b>	<b>28,1</b>

1) Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart

**Tabel B1.4** Nederlandse primair PM<sub>2,5</sub>-emissies (miljoen kilogram) gebruikt in de scenario's

	Oude raming		Huidige ramingen		
	Vorig jaar	Onder- raming	Referentie -raming	Boven- raming	Beleid boven- raming = GCN=GDN
<b>2015</b>					
Industrie	3,6	2,9	3,0	3,1	3,1
Raffinaderijen	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Energiesector	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	4,6	3,9	4,0	4,1	4,1
Landbouw	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Huishoudens	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0
HDO en bouw	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
Zeescheepvaart	4,2	3,9	4,0	4,2	4,2
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>13,2</b>	<b>11,3</b>	<b>11,6</b>	<b>11,9</b>	<b>11,9</b>
<b>2020</b>					
Industrie	3,4	2,8	3,0	3,2	3,0
Raffinaderijen	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
Energiesector	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Afvalverwerking	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Verkeer	3,5	2,8	3,0	3,2	3,2
Landbouw	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
Huishoudens	3,1	2,9	2,9	3,0	3,0
HDO en bouw	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8
Zeescheepvaart	4,4	3,8	4,1	4,4	4,4
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>12,1</b>	<b>10,2</b>	<b>10,7</b>	<b>11,3</b>	<b>11,2</b>
<b>2025</b>					
Industrie		2,7	3,1	3,4	3,1
Raffinaderijen		0,2	0,3	0,3	0,3
Energiesector		0,2	0,2	0,2	0,2
Afvalverwerking		0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer		2,7	2,9	3,1	3,1
Landbouw		0,6	0,6	0,6	0,6
Huishoudens		2,9	2,9	3,0	3,0
HDO en bouw		0,7	0,7	0,8	0,8
Zeescheepvaart		4,0	4,4	4,8	4,8
<b>Totaal<sup>1</sup></b>		<b>9,9</b>	<b>10,7</b>	<b>11,6</b>	<b>11,3</b>
<b>2030</b>					
Industrie	3,2	2,7	3,1	3,5	3,1
Raffinaderijen	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
Energiesector	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	3,3	2,5	2,7	3,0	3,0
Landbouw	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
Huishoudens	3,2	2,9	3,0	3,1	3,1
HDO en bouw	0,9	0,7	0,7	0,9	0,9
Zeescheepvaart	5,1	4,2	4,6	5,1	5,1
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>11,9</b>	<b>9,7</b>	<b>10,6</b>	<b>11,8</b>	<b>11,4</b>

1) Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart

**Tabel B1.5** Nederlandse SO<sub>2</sub>-emissies (miljoen kilogram) gebruikt in de scenario's

	Oude raming		Huidige ramingen		
	Vorig jaar	Onder- raming	Referentie -raming	Boven- raming	Beleid boven- raming = GCN=GDN
<b>2015</b>					
Industrie	12,2	10,6	10,9	11,2	11,2
Raffinaderijen	14,5	16,0	16,0	16,0	14,5
Energiesector	7,1	9,8	10,4	10,4	10,4
Afvalverwerking	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Verkeer	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Landbouw	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Huishoudens	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4
HDO en bouw	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zeescheepvaart	4,0	3,7	3,8	4,0	4,0
<b>Totaal 1</b>	<b>34,9</b>	<b>37,4</b>	<b>38,3</b>	<b>38,5</b>	<b>37,0</b>
<b>2020</b>					
Industrie	12,2	11,0	11,7	12,2	12,2
Raffinaderijen	14,5	16,0	16,0	16,0	14,5
Energiesector	7,4	4,6	5,1	5,1	5,1
Afvalverwerking	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
Verkeer	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Landbouw	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Huishoudens	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4
HDO en bouw	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zeescheepvaart	4,2	3,7	3,9	4,2	4,2
<b>Totaal 1</b>	<b>35,1</b>	<b>32,7</b>	<b>33,9</b>	<b>34,5</b>	<b>33,0</b>
<b>2025</b>					
Industrie		11,1	12,0	12,8	12,8
Raffinaderijen		16,0	16,0	16,0	14,5
Energiesector		4,2	5,0	5,5	5,5
Afvalverwerking		0,5	0,5	0,5	0,5
Verkeer		0,3	0,3	0,3	0,3
Landbouw		0,1	0,1	0,1	0,1
Huishoudens		0,3	0,3	0,4	0,4
HDO en bouw		0,0	0,0	0,0	0,0
Zeescheepvaart		3,9	4,2	4,6	4,6
<b>Totaal 1</b>		<b>32,5</b>	<b>34,2</b>	<b>35,6</b>	<b>34,1</b>
<b>2030</b>					
Industrie	13,6	11,3	12,6	13,6	13,6
Raffinaderijen	14,5	16,0	16,0	16,0	14,5
Energiesector	5,3	3,3	4,1	5,0	5,0
Afvalverwerking	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
Verkeer	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4
Landbouw	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Huishoudens	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4
HDO en bouw	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zeescheepvaart	4,9	4,1	4,5	4,9	4,9
<b>Totaal 1</b>	<b>34,5</b>	<b>31,7</b>	<b>33,8</b>	<b>35,9</b>	<b>34,4</b>

1) Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart

**Tabel B1.6** Nederlandse NH<sub>3</sub>-emissies (miljoen kilogram) gebruikt in de scenario's

	Oude raming		Huidige ramingen		
	Vorig jaar	Onder- raming	Referentie -raming	Boven- raming	Beleid boven- raming = GCN=GDN
<b>2015</b>					
Industrie	1,8	1,6	1,7	1,7	1,7
Raffinaderijen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energiesector	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Afvalverwerking	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Verkeer	2,7	2,5	2,5	2,5	2,5
Landbouw	97,9	98,0	99,5	101,0	98,5
Huishoudens	11,8	12,7	12,7	12,8	12,8
HDO en bouw	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Zeescheepvaart	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>114,9</b>	<b>115,6</b>	<b>117,2</b>	<b>118,9</b>	<b>116,4</b>
<b>2020</b>					
Industrie	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8
Raffinaderijen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energiesector	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Afvalverwerking	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Verkeer	2,6	2,5	2,6	2,6	2,6
Landbouw	88,2	92,2	95,4	98,6	91,3
Huishoudens	12,1	11,9	11,9	12,1	12,1
HDO en bouw	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Zeescheepvaart	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>105,6</b>	<b>108,9</b>	<b>112,4</b>	<b>116,0</b>	<b>108,7</b>
<b>2025</b>					
Industrie		1,6	1,8	1,9	1,9
Raffinaderijen		0,0	0,0	0,0	0,0
Energiesector		0,0	0,0	0,0	0,0
Afvalverwerking		0,3	0,3	0,3	0,3
Verkeer		2,5	2,6	2,6	2,6
Landbouw		92,3	95,6	98,8	90,2
Huishoudens		12,0	12,1	12,3	12,3
HDO en bouw		0,5	0,5	0,6	0,6
Zeescheepvaart		0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totaal<sup>1</sup></b>		<b>109,1</b>	<b>112,7</b>	<b>116,5</b>	<b>107,8</b>
<b>2030</b>					
Industrie	2,0	1,5	1,8	2,0	2,0
Raffinaderijen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energiesector	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Afvalverwerking	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Verkeer	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6
Landbouw	85,9	92,4	95,7	99,0	89,0
Huishoudens	12,5	12,1	12,2	12,5	12,5
HDO en bouw	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6
Zeescheepvaart	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>103,8</b>	<b>109,3</b>	<b>113,0</b>	<b>117,0</b>	<b>107,0</b>

1) Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart

**Tabel B1.7** Nederlandse NMVOS-emissies (miljoen kilogram). NMVOS-emissies worden niet gebruikt in de berekeningen van de GCN-kaarten, maar zijn voor de volledigheid opgenomen in deze rapportage.

Huidige ramingen				
	Onder- raming	Referentie -raming	Boven- raming	Beleid boven- raming
<b>2015</b>				
Industrie	34,5	36,0	37,2	37,2
Raffinaderijen	6,3	6,6	7,2	7,2
Energiesector	5,2	5,2	5,3	5,3
Afvalverwerking	0,9	0,9	0,9	0,9
Verkeer	30,0	31,0	32,0	32,0
Landbouw	1,9	1,9	2,0	2,0
Huishoudens	33,2	33,6	36,2	36,2
HDO en bouw	28,3	29,4	30,7	30,7
Zeescheepvaart	2,9	3,0	3,1	3,1
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>140,4</b>	<b>144,6</b>	<b>151,6</b>	<b>151,6</b>
<b>2020</b>				
Industrie	33,2	35,8	38,4	38,4
Raffinaderijen	7,1	7,7	9,1	9,1
Energiesector	5,5	5,5	5,9	5,9
Afvalverwerking	1,0	1,1	1,2	1,2
Verkeer	26,8	28,2	29,8	29,8
Landbouw	1,9	2,0	2,2	2,2
Huishoudens	36,3	37,2	41,9	41,9
HDO en bouw	30,6	32,4	35,2	35,2
Zeescheepvaart	2,5	2,7	2,9	2,9
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>142,4</b>	<b>149,9</b>	<b>163,6</b>	<b>163,6</b>
<b>2025</b>				
Industrie	36,5	36,5	36,5	36,5
Raffinaderijen	7,7	7,7	7,7	7,7
Energiesector	4,4	4,4	4,4	4,4
Afvalverwerking	1,2	1,2	1,2	1,2
Verkeer	27,3	27,3	27,3	27,3
Landbouw	2,0	2,0	2,0	2,0
Huishoudens	41,4	41,4	41,4	41,4
HDO en bouw	34,0	34,0	34,0	34,0
Zeescheepvaart	2,8	2,8	2,8	2,8
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>154,5</b>	<b>154,5</b>	<b>154,5</b>	<b>154,5</b>
<b>2030</b>				
Industrie	31,9	37,1	42,4	42,4
Raffinaderijen	6,3	7,6	10,3	10,3
Energiesector	3,4	3,3	3,7	3,7
Afvalverwerking	1,1	1,3	1,4	1,4
Verkeer	24,1	26,5	29,3	29,3
Landbouw	1,7	2,0	2,5	2,5
Huishoudens	44,3	45,6	56,1	56,1
HDO en bouw	32,8	35,7	41,3	41,3
Zeescheepvaart	2,7	2,9	3,2	3,2
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>145,5</b>	<b>159,1</b>	<b>187,1</b>	<b>187,1</b>

1) Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart

## Bijlage 2. Verhouding emissies $PM_{2,5}/PM_{10}$ en $EC/PM_{2,5}$

**Tabel B2.1** Verhouding  $PM_{2,5}/PM_{10}$  en  $EC/PM_{2,5}$ -emissies per doelgroep in Nederland

Code	Doelgroep	Verhouding <sup>1</sup> $PM_{2,5}/PM_{10}$	Verhouding <sup>2</sup> $EC/PM_{2,5}$
1100	Industrie, voedings- en genotmiddelen	18%	
1200	Industrie, olieraffinaderijen	83%	5%
1300	Industrie, chemische industrie	56%	
1400	Industrie, bouwmaterialen en dergelijke	37%	
1500	Industrie, basismetaleindustrie	70%	2%
1700	Industrie, metaalbewerkingsindustrie	33%	
1800	Industrie, overig	33%	
2100	Energie, opwekking	70%	
3111	Wegverkeer, personenauto's: rijkswegen	100%	73%
3112	Wegverkeer, personenauto's: buitenweg	100%	66%
3113	Wegverkeer, personenauto's: stad	100%	60%
3120	Wegverkeer, bestelauto's	100%	80%
3130	Wegverkeer, vrachtauto's	100%	70%
3140	Wegverkeer, bussen	100%	70%
3151	Wegverkeer, tweewielers en speciale voertuigen: rijkswegen	100%	20%
3152	Wegverkeer, tweewielers en speciale voertuigen: buitenwegen	100%	16%
3153	Wegverkeer, tweewielers en speciale voertuigen: stad	100%	12%
3161	Wegverkeer, bandslijtage	20%	
3162	Wegverkeer, remslijtage	15%	
3163	Wegverkeer, wegdekslijtage	15%	
3210	Mobiele werktuigen, landbouw	95%	51%
3220	Mobiele werktuigen, bouw	95%	51%
3230	Mobiele werktuigen, overig	100%	13%
3600	Luchtverkeer (LTO)	100%	75%
3631	Luchtverkeer, bandslijtage	20%	
3632	Luchtverkeer, remslijtage	15%	
3700	Railverkeer	96%	49%
3811-3839	Zeescheepvaart (gemiddeld)	95%	22%
3850	Visserij	95%	45%
3860	Scheepvaart, binnenwateren	95%	45%
3880	Scheepvaart, recreatievaart	96%	39%
4110	Landbouw, stalemissies	9%	
4200	Landbouw, kunstmest	14%	
4300	Landbouw, vuurhaarden	100%	
5000	Afvalverwerking	100%	
6100	RWZI	100%	
6200	Drinkwaterwinning en distributie	68%	
6300	Handel, diensten, overheid (HDO): op- en overslag	13%	
6400	Handel, diensten, overheid (HDO): overig	97%	
7000	Bouw	35%	
8100	Consumenten, vuurhaarden	95%	38%
8200	Consumenten, overig	99%	

1) Verhoudingen  $PM_{2,5}/PM_{10}$  uit de Emissieregistratie voor het jaar 2011. De verhoudingen zijn afgeleid uit verhoudingen op een groter detailniveau en zijn daarom enigszins afhankelijk van de verhoudingen tussen de emissies van de doelgroepen op dit hogere detailniveau.

2) De verhouding  $EC/PM_{2,5}$  is voornamelijk afhankelijk van het type brandstof en gebaseerd. De verhouding is alleen bepaald voor die categorieën die een niet-verwaarloosbare bijdrage geven aan EC-concentraties.



**Tabel B2.2** Verhouding EC/PM<sub>2,5</sub>-emissies per doelgroep (SNAP) voor het buitenland<sup>1</sup>, 2009.

SNAP	Doelgroep	Verhouding EC / PM <sub>2,5</sub>
1	Combustion in energy/transf, industry	7%
2	Non-industrial comb, plants	17%
3	Combustion in manufacturing industry	3%
4	Production processes	3%
5	Extraction and distribution of fossil fuels	63%
6	Solvent use	5%
7	Road transport	56%
8	Other mobile sources	42%
9	Waste treatment	25%
10	Agriculture	10%
	Zeescheepvaart	23%

1) Door verschillen in brandstofgebruik verschillen de EC/PM<sub>2,5</sub>-verhoudingen per land. Weergegeven is de verhouding gemiddeld over alle landen in Europa op basis van TNO (Denier van der Gon et al., 2010),

## Bijlage 3. Meetstations voor kalibratie

**Tabel B3.1** Meetstations gebruikt bij de kalibratie van de GCN-kaarten van NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>.

Nummer	Organisatie	Plaats – Straat	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
3	GGD-Ams	Amsterdam - Nieuwendammerdijk	x		
14	GGD-Ams	Amsterdam - Overtoom	x	x	x
16	GGD-Ams	Amsterdam - Westerpark		x	x
19	GGD-Ams	Amsterdam - Oude Schans	x		
21	GGD-Ams	Amsterdam - Kantershof (Zuid Oost)	x		
22	GGD-Ams	Amsterdam - Sportpark Ookmeer (Osdorp)	x		
107	RIVM/LML	Posterholt - Vlodropweg	x		
131	RIVM/LML	Vredepeel - Vredeweg	x	x	x
133	RIVM/LML	Wijnandsrade - Opfergeltstraat	x	x	
137	RIVM/LML	Heerlen - Deken Nicolayestraat	x	x	x
227	RIVM/LML	Budel - Toom	x		
230	RIVM/LML	Biest Houtakker - Biestsestraat	x	x	x
235	RIVM/LML	Huijbergen - Vennekenstraat	x	x	
241	RIVM/LML	Breda - Bastenakenstraat	x	x	x
244	RIVM/LML	De Rips - Klotterpeellaan		x	
246	RIVM/LML	Fijnaart - Zwingelspaansedijk		x	
247	RIVM/LML	Veldhoven - Europalaan	x		x
301	RIVM/LML	Zierikzee - Lange Slikweg	x		
318	RIVM/LML	Philippine - Stelleweg	x	x	
404	RIVM/LML	Den Haag - Rebecquestraat	x	x	x
411	RIVM/LML	Schipluiden – Groeneveld (t/m 2012)	x		
418	RIVM/LML	Rotterdam – Schiedamsevest	x	x	x
437	RIVM/LML	Westmaas – Groeneweg	x	x	
441	RIVM/LML	Dordrecht-Frisostraat (t/m 2010)	x	x	
442	RIVM/LML	Dordrecht - Bamendaweg	x	x	
444	RIVM/LML	De Zilk - Vogelaarsdreef	x	x	x
446	RIVM/LML	Den Haag - Bleriotlaan		x	
485	DCMR	Hoogvliet – Leemkuil	x	x	x
488	DCMR	Rotterdam - Zuid - Zwartewaalstraat	x	x	x
494	DCMR	Schiedam - Alphons Arienstraat	x	x	x
520	RIVM/LML	Amsterdam – Florapark (t/m 2012)	x	x	
538	RIVM/LML	Wieringerwerf - Medemblickerweg	x	x	x
543	RIVM/LML	Amsterdam - Overtoom		x	
549	RIVM/LML	Laren - Jagerspad		x	
556	GGD-Ams1	De Rijk		x	
565	GGD-Ams1	Oude Meer - Schiphol	x	x	
620	RIVM/LML	Cabauw – Zijdegweg (t/m 2011)	x		
631	RIVM/LML	Biddinghuizen – Hoekwantweg	x	x	
633	RIVM/LML	Zegveld - Oude Meije	x	x	
643	RIVM/LML	Utrecht – Griftpark			x
644	RIVM/LML	Cabauw – Wielsekade (vanaf 2013)	x	x	x
701	GGD-Ams	Zaandam – Wagenschotpad	x	x	x
703	GGD-Ams1	Amsterdam – Spaarnwoude	x	x	x
722	RIVM/LML	Eibergen – Lintveldseweg	x	x	
738	RIVM/LML	Wekerom – Riemterdijk	x	x	x
742	RIVM/LML	Nijmegen - Ruyterstraat	x	x	x
807	RIVM/LML	Hellendoorn - Luttenbergerweg	x	x	
818	RIVM/LML	Barsbeek - De Veenen	x	x	
821	RIVM/LML	Enschede - Winkelhorst			x

1) In opdracht van de provincie Noord-Holland

**Tabel B3.1** Meetstations gebruikt bij de kalibratie van de GCN-kaarten van NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub><sup>1</sup>

Nummer	Organisatie	Plaats – Straat	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
918	RIVM/LML	Balk - Trophornsterweg	x	x	
929	RIVM/LML	Valthermond - Noorderdiep	x	x	
934	RIVM/LML	Kollumerwaard - Hooge Zuidwal	x	x	x
938	RIVM/LML	Groningen - Nijensteinheerd	x		x

1) In opdracht van de provincie Noord-Holland

## Bijlage 4. Europese luchtkwaliteitsrichtlijn

De Europese richtlijn voor luchtkwaliteit omvat onder andere het volgende.

### **NO<sub>2</sub>-grenswaarden**

- Grenswaarde voor de uurgemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie van 200 µg m<sup>-3</sup> die maximaal 18 maal per jaar mag worden overschreden.
- Grenswaarde voor de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie van 40 µg m<sup>-3</sup>.
- Vanaf 2015 moet aan bovenstaande NO<sub>2</sub>-grenswaarden worden voldaan.

### **PM<sub>10</sub>-grenswaarden**

- Grenswaarde voor de daggemiddelde PM<sub>10</sub>-concentratie van 50 µg m<sup>-3</sup> die maximaal 35 dagen per jaar mag worden overschreden.
- Grenswaarde voor de jaargemiddelde PM<sub>10</sub>-concentratie van 40 µg m<sup>-3</sup>.
- Vanaf 11 juni 2011 moet aan bovenstaande PM<sub>10</sub>-grenswaarden worden voldaan.

### **PM<sub>2,5</sub>-grens- en -streefwaarden**

- Grenswaarde voor de jaargemiddelde PM<sub>2,5</sub>-concentratie van 25 µg m<sup>-3</sup> waaraan vanaf 2015 moet worden voldaan en die overal van toepassing is.
- Richtwaarde (= streefwaarde) voor de jaargemiddelde PM<sub>2,5</sub>-concentratie van 25 µg m<sup>-3</sup> waaraan vanaf 2010 moet worden voldaan en die overal van toepassing is. Het halen van streefwaarden is een inspanningsverplichting.
- Indicatieve waarde voor de jaargemiddelde PM<sub>2,5</sub>-concentratie van 20 µg m<sup>-3</sup> vanaf 2020. In 2013 wordt deze waarde geëvalueerd, met als doel na te gaan of hij kan worden omgezet in een grenswaarde die overal van toepassing is.
- Gemiddelde blootstellingsindex (GBI). Dit is het gemiddelde van de gemeten concentraties op stedelijke achtergrondlocaties in Nederland, via middeling over een periode van drie jaar. Om deze grootschalige blootstelling aan PM<sub>2,5</sub> op stedelijk niveau te verminderen zijn onderstaande indicatoren ingevoerd.
  - Jaargemiddelde grenswaarde voor de GBI. Deze grenswaarde, de zogenaamde blootstellingsconcentratieverplichting (BCV), van 20 µg m<sup>-3</sup> geldt vanaf 2015.
  - Verminderingsdoelstelling voor de GBI in 2020 ten opzichte van 2010 (blootstellingsverminderingdoelstelling, BVD). Deze doelstelling is 15 procent bij een GBI van 1318 µg m<sup>-3</sup> in 2010. Bij een GBI van 8,513 µg m<sup>-3</sup> geldt een doelstelling

van 10 procent en bij een GBI groter dan 18 µg m<sup>-3</sup> van 20 procent. In 2013 wordt deze doelstelling geëvalueerd met als doel na te gaan of hij kan worden omgezet in een grenswaarde. De GBI's voor 2010 en 2020 zijn gedefinieerd als het gemiddelde over drie jaar (2009-2011 en 2018-2020).

### **SO<sub>2</sub>-grenswaarde**

- Grenswaarde voor de jaargemiddelde SO<sub>2</sub>-concentratie van 20 µg m<sup>-3</sup> voor de bescherming van ecosystemen waar vanaf 2001 aan moet worden voldaan.

Daarnaast zijn er grens- en streefwaarden voor enkele andere stoffen, maar deze worden in Nederland niet overschreden of hebben geen juridisch-bindend karakter.

## Bijlage 5. Afkortingen

BEES	Besluit emissie-eisen stookinstallaties
BEMS	Besluit emissie-eisen middelgrote stookinstallaties (voorheen BEES-B)
BCV	Blootstellingsconcentratieverplichting (voor $PM_{2,5}$ )
BVD	Blootstellingsverminderingdoelstelling (voor $PM_{2,5}$ )
CAR II	Calculation of Air pollution from Road traffic
CEIP	Center for Emission Inventories and Projections
CO	Koolstofmonoxide
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CPB	Centraal Planbureau
DCMR	Milieudienst Rijnmond
DVS	Dienst Verkeer en Scheepvaart
EC	Elementair koolstof
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland
EZ	Ministerie van Economische zaken
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
e-MJV	Elektronische milieujarverslagen
ER	Emissieregistratie
GBI	Gemiddelde blootstellingsindex (voor $PM_{2,5}$ )
GCN	Grootschalige concentratiekaarten Nederland
GDN	Grootschalige depositiekaarten Nederland
GGD-Ams	Gemeentelijke Gezondheidsdienst Amsterdam
GIAB	Geografische Informatie Agrarische Bedrijven
HDO	Handel, diensten en overheid
IenM	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
IIASA	International Institute for Applied System Analysis
IMO	International Maritime Organization
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LML	Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM
NEC	National Emission Ceilings
$NH_3$	Ammoniak
NNM	Nieuw Nationaal Model
NO	Stikstofmonoxide
$NO_2$	Stikstofdioxide
$NO_x$	Stikstofoxiden
NSL	Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit
$O_3$	Ozon
OPS	Operationele Prioritaire Stoffen model
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
$PM_{2,5}$	Fijn stof waarvan de deeltjes kleiner zijn dan $2,5 \mu m$
$PM_{10}$	Fijn stof waarvan de deeltjes kleiner zijn dan $10 \mu m$
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SCR	Selective Catalytic Reduction
$SO_2$	Zwavel dioxide
SRM1 en 2	Standaard Rekenmethode 1 en 2
TNO	Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TSAP	Thematic Strategy for Air Pollution
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
VERSIT+	Model voor berekening emissiefactoren wegverkeer van TNO

## Bijlage 6. SRM-emissiefactoren

TNO en het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) publiceren jaarlijks een set emissiefactoren voor het huidige en toekomstige wegverkeer in Nederland. De emissiefactoren geven voor een gemiddelde verkeersstroom de uitstoot per gereden kilometer van een aantal luchtverontreinigende stoffen. Er worden emissiefactoren vastgesteld voor drie typen wegen: stadswegen, snelwegen en overige wegen buiten de bebouwde kom (buitenwegen). Daarbinnen wordt nader onderscheid gemaakt naar snelheidsregimes en niveaus van verkeersafwikkeling (doorstromend, stagnerend). De emissiefactoren worden berekend door weging van een groot aantal onderliggende emissiefactoren voor allerlei typen voertuigen. Deze onderliggende emissiefactoren worden jaarlijks door TNO berekend met het VERSIT+-model (Smit et al., 2007; Ligterink en De Lange, 2009). De weging vindt plaats op basis van voertuigkilometrages per voertuigtype, afkomstig van het CBS (basisjaar 2010) en uit de Referentieraming energie en emissies van PBL en ECN (voor 2015, 2020 en 2030).

De emissiefactoren van TNO en PBL dienen als invoer voor verspreidingsmodellen, waarmee de bijdrage kan worden berekend van het wegverkeer aan de concentraties van luchtverontreinigende stoffen nabij verkeerswegen. Conform de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 worden de emissiefactoren jaarlijks vóór 15 maart openbaar gemaakt door het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM). De Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 bevat twee standaardrekenmethoden (SRM1 en SRM2) voor de berekening van concentraties van luchtverontreinigende stoffen nabij verkeerswegen. Als implementatie van SRM1 en SRM2 zijn modellen ontwikkeld die de effecten berekenen van de emissies van het wegverkeer op de lokale luchtkwaliteit. Deze modellen maken gebruik van de emissiefactoren van TNO en PBL. De emissiefactoren worden daarom in het vervolg van deze bijlage aangeduid als de SRM-emissiefactoren.

Deze bijlage beschrijft de wijzigingen in de (uitgangspunten voor de) SRM-emissiefactoren 2014, zoals op 15 maart zijn gepubliceerd door RIVM en IenM. In juni 2014 verschijnt een uitgebreide rapportage waarin de aanpak en resultaten in meer detail worden toegelicht, conform de 2013-rapportage (Ligterink en Geilenkirchen, 2014).

Net als vorig jaar zijn er dit jaar emissiefactoren vastgesteld voor stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ), stikstofdi-

oxide ( $\text{NO}_2$ ) en fijn stof ( $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$ ). Voor stadswegen en buitenwegen zijn ook emissiefactoren vastgesteld voor koolmonoxide (CO). De emissiefactoren zijn berekend voor het basisjaar 2010 en voor drie zichtjaren: 2015, 2020 en 2030. De emissiefactoren voor 2030 zijn indicatief: er is geen verdere aanscherping verondersteld van de Europese normen voor de uitstoot van schadelijke stoffen door wegvoertuigen en is er geen rekening gehouden met de marktpenetratie van alternatieve aandrijftechnologieën als elektrische auto's en plug-in hybrides. Daarnaast zijn indicatieve emissiefactoren vastgesteld voor elementair koolstof (EC).

De SRM1-emissiefactoren van wegverkeer worden gepresenteerd in Tabel B6.1. De SRM2-emissiefactoren van wegverkeer voor snelwegen worden gepresenteerd in Tabel B6.2. De beleidsveronderstellingen die aan de nieuwe emissiefactoren ten grondslag liggen, zijn conform het vaststaand en voorgenomen beleid (zie paragraaf 3.4.2).

In paragraaf B6.1 van deze bijlage worden de nieuwe inzichten in de detailemissiefactoren beschreven die dit jaar zijn meegenomen. Paragraaf B6.2 geeft een beschrijving van de wijzigingen in de beleidsuitgangspunten die aan de SRM-emissiefactoren ten grondslag liggen. In paragraaf B6.3 worden de wijzigingen in de voertuigkilometrages toegelicht en paragraaf B6.4 beschrijft de effecten van deze wijzigingen op de SRM-emissiefactoren 2013. Ten slotte wordt in paragraaf B6.5 een aantal onzekere factoren benoemd in de berekening van de SRM-emissiefactoren.

**Tabel B6.1** Algemene emissiefactoren voor SRM1 (stadswegen)

	Licht wegverkeer personen-, bestelauto's en motoren			Middelzwaar wegverkeer vrachtauto's < 20 ton GVW, bussen			Zwaar wegverkeer vrachtauto's > 20 ton GVW, trekkers			Autobussen											
	Stad stagnerend <sup>1</sup>	Stad normaal <sup>2</sup>	Stad doorstromend <sup>3</sup>	Stad stagnerend <sup>1</sup>	Stad normaal <sup>2</sup>	Stad doorstromend <sup>3</sup>	Stad stagnerend <sup>1</sup>	Stad normaal <sup>2</sup>	Stad doorstromend <sup>3</sup>	Stad stagnerend <sup>1</sup>	Stad normaal <sup>2</sup>	Stad doorstromend <sup>3</sup>	Buitenweg <sup>4</sup>	Buitenweg <sup>4</sup>	Snelweg <sup>5</sup>						
2010	0,67	0,43	0,46	0,28	0,39	14,6	8,8	5,9	5,5	4,6	23,2	13,8	9,3	8,1	6,1	14,1	8,8	6,3	6,3	5,3	3,8
2015	0,47	0,30	0,31	0,22	0,34	10,9	6,6	4,6	4,2	3,2	14,3	8,7	6,0	4,8	3,2	9,4	5,9	4,2	4,2	3,8	2,5
2020	0,31	0,20	0,20	0,15	0,24	5,5	3,4	2,4	2,1	1,5	5,5	3,4	2,4	1,9	1,2	5,0	3,1	2,2	2,0	2,0	1,5
2030	0,20	0,13	0,13	0,09	0,14	1,4	0,9	0,6	0,6	0,4	1,9	1,2	0,8	0,7	0,5	2,4	1,5	1,1	1,0	1,0	0,8
<b>Fractie direct uitgestoten hoeveelheid NO<sub>2</sub></b>																					
2010	22%	22%	22%	29%	36%	7%	7%	7%	7%	10%	6%	6%	5%	6%	6%	9%	9%	9%	9%	9%	6%
2015	27%	27%	26%	32%	34%	6%	6%	6%	6%	9%	5%	5%	5%	6%	6%	10%	10%	10%	10%	11%	7%
2020	26%	25%	24%	27%	29%	8%	8%	8%	9%	11%	11%	11%	11%	13%	18%	13%	13%	13%	13%	13%	10%
2030	18%	18%	17%	20%	22%	21%	21%	22%	21%	28%	31%	31%	31%	32%	34%	19%	19%	19%	19%	17%	16%
<b>PM<sub>10</sub> verbranding + slijtage naar lucht (g/km)<sup>6</sup></b>																					
2010	0,061	0,052	0,052	0,027	0,038	0,371	0,260	0,207	0,150	0,130	0,452	0,302	0,229	0,166	0,135	0,403	0,253	0,186	0,186	0,180	0,151
2015	0,041	0,037	0,038	0,020	0,025	0,255	0,196	0,167	0,112	0,104	0,267	0,199	0,166	0,107	0,097	0,359	0,233	0,176	0,154	0,154	0,137
2020	0,034	0,032	0,032	0,016	0,020	0,191	0,161	0,146	0,092	0,091	0,192	0,158	0,142	0,084	0,083	0,238	0,174	0,145	0,108	0,108	0,101
2030	0,030	0,030	0,030	0,016	0,018	0,145	0,136	0,132	0,076	0,082	0,163	0,142	0,132	0,077	0,079	0,155	0,132	0,122	0,077	0,077	0,077
<b>PM<sub>2,5</sub> verbranding + slijtage naar lucht (g/km)</b>																					
2010	0,039	0,030	0,030	0,016	0,026	0,269	0,159	0,105	0,095	0,067	0,355	0,206	0,133	0,115	0,078	0,326	0,176	0,109	0,137	0,137	0,104
2015	0,020	0,016	0,016	0,009	0,014	0,153	0,094	0,066	0,057	0,042	0,171	0,104	0,071	0,055	0,040	0,282	0,155	0,099	0,112	0,112	0,090
2020	0,012	0,011	0,011	0,005	0,008	0,089	0,059	0,045	0,037	0,029	0,097	0,063	0,046	0,033	0,026	0,161	0,096	0,067	0,065	0,065	0,054
2030	0,009	0,009	0,009	0,005	0,007	0,043	0,034	0,030	0,021	0,020	0,068	0,047	0,037	0,025	0,023	0,078	0,055	0,044	0,035	0,035	0,030
<b>Indicatieve emissiefactoren EC (g/km)</b>																					
2010	0,020	0,016	0,016	0,009	0,018	0,158	0,088	0,054	0,052	0,035	0,229	0,127	0,078	0,071	0,046	0,206	0,106	0,062	0,086	0,086	0,063
2015	0,009	0,006	0,007	0,004	0,007	0,085	0,047	0,029	0,028	0,018	0,102	0,056	0,034	0,030	0,019	0,170	0,088	0,051	0,066	0,066	0,051
2020	0,004	0,003	0,003	0,001	0,002	0,040	0,022	0,014	0,013	0,008	0,036	0,020	0,012	0,010	0,006	0,089	0,046	0,027	0,033	0,033	0,025
2030	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,010	0,005	0,003	0,003	0,002	0,010	0,005	0,003	0,003	0,002	0,035	0,019	0,011	0,012	0,012	0,008

1) 'Stagnerend stadsverkeer' (beschreven door een gewogen gemiddelde over de OSCAR1 F-, G1- en H2-ritcyclus): stadsverkeer met een grote mate van congestie, een gemiddelde snelheid kleiner dan 15 kilometer per uur, gemiddeld ongeveer 10 stops per afgelegde kilometer. Voor een beschrijving van OSCAR-cycli, zie Boultier en Barlow (2002).  
 2) 'Normaal stadsverkeer' (beschreven door een gewogen gemiddelde over de OSCAR1 E- en D2-ritcyclus): typisch stadsverkeer met een redelijke mate van congestie, een gemiddelde snelheid tussen de 15 en 30 kilometer per uur, gemiddeld ongeveer 2 stops per afgelegde kilometer.  
 3) 'Doorstromend stadsverkeer' (beschreven door OSCAR1 C-ritcyclus): stadsverkeer met weinig congestie en relatief veel free-flow rijdend, een gemiddelde snelheid tussen de 30 en 45 kilometer per uur, gemiddeld ongeveer 1,5 stop per afgelegde kilometer. Vanwege niet-significante verschillen met normaal stadsverkeer gelijk aan 2) verondersteld.  
 4) 'Buitenweg algemeen' (beschreven door de ritcyclus 'Average Dutch Rural'): typisch buitenwegverkeer, een gemiddelde snelheid van ongeveer 60 kilometer per uur, gemiddeld ongeveer 0,2 stops per afgelegde kilometer.  
 5) 'Snelweg algemeen' (beschreven door een gewogen gemiddelde over de E&E 2D-, 2C-, 2B-, 2A-, 1B-, 1A-, 1AA-ritcyclus): typisch snelwegverkeer, een gemiddelde snelheid van ongeveer 65 kilometer per uur, gemiddeld ongeveer 0,2 stops per afgelegde kilometer.  
 6) 100 procent van de PM10-emissie uit uitlaatgassen wordt geëmitteerd naar de lucht.



**Tabel B6.2** Emissiefactoren specifiek voor SRM2 (snelwegen)<sup>1</sup>

	Licht wegverkeer: personen-, bestelauto's en motoren						Middelzwaar wegverkeer: vrachtauto's < 20 ton GVW, bussen	Zwaar wegverkeer: vrachtauto's > 20 ton GVW, trekkers		
	File <sup>4</sup>	80 km/uur + SH <sup>2</sup>	80 km/uur	100 km/uur	120 km/uur	130 km/uur	File <sup>4</sup>	80 km/uur <sup>3</sup>	File <sup>4</sup>	80 km/uur <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub> in NO<sub>2</sub>-equivalenten (g/km)</b>										
2010	0,51	0,24	0,26	0,31	0,44	0,52	7,69	4,34	12,56	5,99
2015	0,48	0,23	0,25	0,29	0,36	0,40	5,81	2,94	7,91	3,16
2020	0,33	0,17	0,19	0,21	0,25	0,27	2,93	1,47	2,84	1,14
2030	0,21	0,11	0,13	0,13	0,14	0,15	0,88	0,51	1,09	0,53
<b>Fractie direct uitgestoten hoeveelheid NO<sub>2</sub></b>										
2010	36%	31%	33%	35%	36%	37%	9%	9%	6%	6%
2015	35%	32%	32%	33%	34%	35%	7%	9%	5%	9%
2020	31%	28%	28%	29%	29%	29%	9%	11%	13%	18%
2030	23%	21%	22%	22%	22%	22%	21%	23%	34%	34%
<b>PM<sub>10</sub> (g/km)</b>										
2010	0,047	0,031	0,034	0,037	0,039	0,040	0,277	0,133	0,363	0,132
2015	0,036	0,023	0,024	0,025	0,026	0,026	0,216	0,111	0,224	0,095
2020	0,032	0,019	0,019	0,019	0,020	0,020	0,163	0,093	0,170	0,082
2030	0,030	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,126	0,081	0,155	0,079
<b>PM<sub>2,5</sub> (g/km)</b>										
2010	0,026	0,020	0,022	0,025	0,027	0,028	0,190	0,075	0,270	0,076
2015	0,015	0,011	0,012	0,013	0,014	0,014	0,129	0,053	0,130	0,038
2020	0,010	0,007	0,008	0,008	0,008	0,008	0,076	0,035	0,076	0,025
2030	0,009	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,039	0,022	0,061	0,022
<b>Indicatieve emissiefactoren EC (g/km)</b>										
2010	0,014	0,013	0,015	0,017	0,018	0,019	0,110	0,041	0,175	0,044
2015	0,006	0,005	0,006	0,007	0,007	0,008	0,070	0,026	0,075	0,018
2020	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,033	0,012	0,023	0,005
2030	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,010	0,003	0,008	0,002

1) Snelheden staan voor de geldende maximumsnelheid voor het beschouwde wegvak.

2) Maximumsnelheid van 80 kilometer per uur met strenge handhaving.

3) Voor middelzware en zware voertuigen geldt dat de emissiefactoren voor de snelheidsklassen 100, 120 en 130 kilometer per uur gelijk zijn aan de emissiefactoren van de snelheidsklasse 80 kilometer per uur.

4) File is in dit geval gedefinieerd als een intensiteit-capaciteitverhouding van 0,8 of meer.

## B6.1 Nieuwe inzichten in emissies van verschillende voertuigtypen

In de berekening van de detailemissiefactoren voor de verschillende typen wegvoertuigen met het VERSIT+-model zijn verschillende nieuwe inzichten verwerkt. Deze nieuwe inzichten worden hieronder beschreven.

### B6.1.1 NO<sub>x</sub>-emissies Euro-6-dieselpersonenauto's en bestelauto's

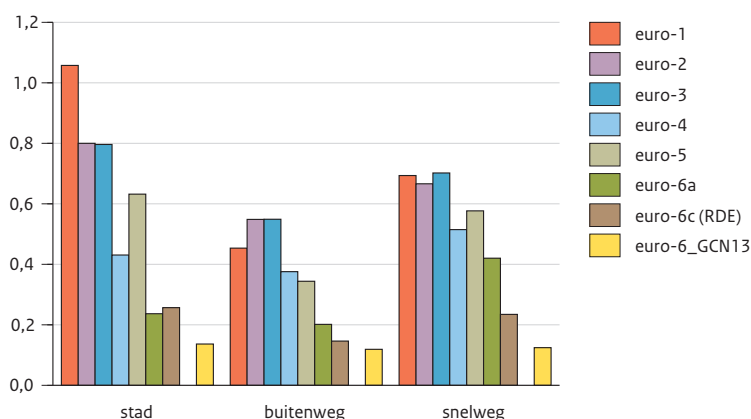
TNO heeft in 2013 in opdracht van het ministerie van IenM een meetprogramma uitgevoerd voor dieselpersonenauto's die voldoen aan de Euro-6-emissienormen. De Euro-6-normen gelden vanaf september 2014 voor nieuwe automodellen die voor het eerst op de Europese markt worden geïntroduceerd. Vanaf september 2015 gelden ze voor alle nieuwe auto's die in de EU worden verkocht. In 2012 zijn de eerste Euro-6-dieselauto's op de markt gekomen in Nederland. TNO heeft in 2013 een aantal van deze modellen onderzocht. De meetresultaten laten zien dat de NO<sub>x</sub>-emissies onder praktijkomstandigheden aanzienlijk hoger liggen dan verwacht mag worden op basis van de Euro-6-emissienorm voor NO<sub>x</sub>. De opzet en resultaten van het meetprogramma zijn beschreven in Ligterink et al. (2013). De Euro-6-emissienorm voor NO<sub>x</sub> van dieselauto's bedraagt 80 mg km<sup>-1</sup> en ligt daarmee substantieel lager dan de Euro-5-norm van 180 mg km<sup>-1</sup>. De metingen laten echter zien dat de NO<sub>x</sub>-emissies van de dieselauto's in de praktijk gemiddeld tussen de 200 en 400 mg km<sup>-1</sup> liggen. Door het ontbreken van Europese wetgeving voor praktijkemissies van

personenauto's zijn er grote verschillen tussen praktijkemissies en emissies zoals gemeten op de rollenbank. Europese wetgeving voor praktijkemissies (zogenoemde RDE-regelgeving; Real Driving Emissions) voor personen- en bestelauto's is in ontwikkeling, maar wordt op zijn vroegst in 2017 verwacht.

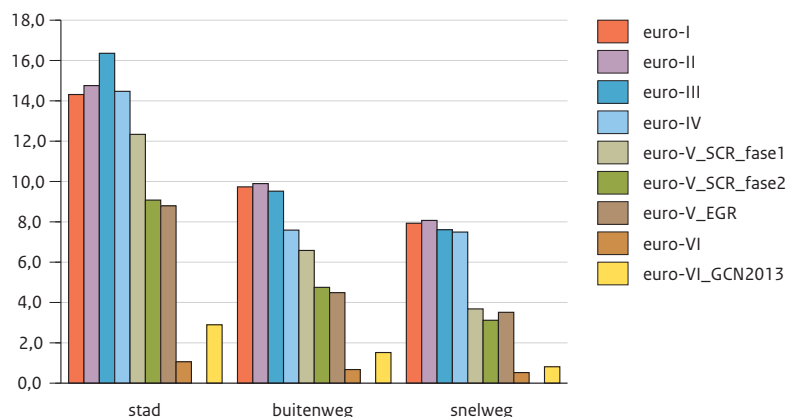
In de 2014 SRM-emissiefactoren zijn voor Euro-6-dieselauto's de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren gebruikt die voortkomen uit het meetprogramma van TNO (Ligterink et al., 2013). In het scenario met vastgesteld beleid zijn deze emissiefactoren toegepast voor alle Euro-6-dieselauto's. In het scenario met voorgenoemd beleid is aangenomen dat de testprocedure wordt aangescherpt en de NO<sub>x</sub>-emissies op termijn ook in de praktijk substantieel gaan dalen.

Binnen de EU vinden momenteel onderhandelingen plaats over RDE-regelgeving voor Euro-6. De Europese Commissie heeft als inzet dat deze regelgeving er in 2017 moet zijn. Door eisen te stellen aan de maximale uitstoot van de auto's in de praktijk moet worden voorkomen dat de NO<sub>x</sub>-emissies in de praktijk (substantieel) hoger liggen dan de norm. In hoeverre de RDE-regelgeving daar in slaagt, is afhankelijk van de wijze waarop die wordt vormgegeven en de consequenties die worden verbonden aan overschrijdingen van de RDE-normen. Hierover wordt nog onderhandeld en de uitkomsten van deze onderhandelingen zijn nog

**Figuur B6.1** NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor dieselpersonenauto's



**Figuur B6.2** NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor trekker-opleggercombinaties



onzeker. De eerste ervaringen met de reeds van kracht zijnde RDE-regelgeving voor vrachtauto's zijn overigens positief: de NO<sub>x</sub>-emissies blijken ook in de praktijk erg laag te zijn, zoals hierna wordt toegelicht.

In de huidige rapportage is de RDE-regelgeving meegenomen als voorgenomen beleid, waarbij in overleg met het ministerie van IenM is verondersteld dat de NO<sub>x</sub>-uitstoot van Euro-6-dieselauto's in de praktijk ongeveer twee keer hoger ligt dan de emissienorm. De daadwerkelijke NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor dieselpersonenauto's variëren afhankelijk van het wegtype. In Figuur B6.1 zijn ter illustratie de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren weergegeven voor dieselpersonenauto's van Euro-1 t/m Euro-6 zoals die in 2014 zijn gebruikt voor de emissieramingen en de SRM-emissiefactoren. Ook zijn in de figuur de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren weergegeven voor Euro-6-dieselauto's die in de 2013-rapportage zijn gebruikt. De inschattingen van vorig jaar liggen aanzienlijk lager dan de huidige inzichten. Deze bijstelling leidt dan ook tot hogere NO<sub>x</sub>-emissies en hogere NO<sub>x</sub>-emissiefactoren van het personenautoverkeer.

### B6.1.2 NO<sub>x</sub>-emissies Euro-VI-vrachtauto's en trekkers omlaag

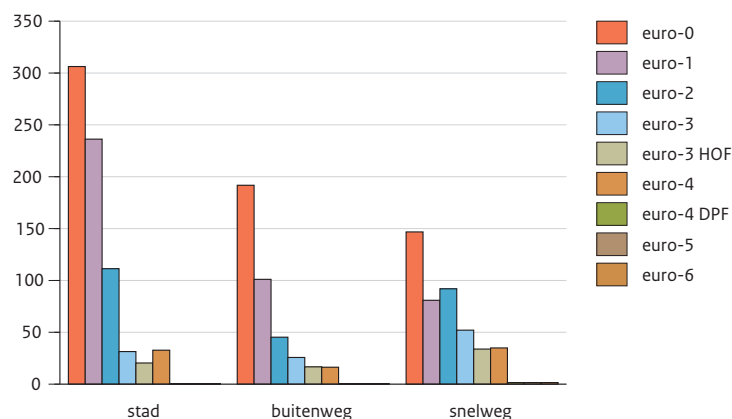
TNO heeft in 2013 eveneens een meetprogramma uitgevoerd voor vrachtauto's en trekkers die voldoen aan de Euro-VI-emissienormen. De Euro-VI-normen voor vrachtauto's, trekkers en bussen gelden sinds begin 2013 voor nieuwe modellen die voor het eerst op de Europese markt worden gebracht. Sinds begin 2014 zijn ze van kracht geworden voor alle nieuwe vrachtauto's, trekkers en bussen die in de EU worden verkocht. Uit het meetprogramma blijkt dat de

NO<sub>x</sub>-emissies van de eerste generatie Euro-VI-modellen in de praktijk onder de emissienorm blijven. Dit is mede het gevolg van de RDE-wetgeving, die voor het zware wegverkeer reeds van kracht is. De NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor Euro-VI zijn op basis van de nieuwe metingen naar beneden bijgesteld ten opzichte van de 2013-rapportage, toen er nog geen metingen beschikbaar waren en de emissiefactoren hoger waren ingeschat.

In Figuur B6.2 zijn voor trekker-opleggercombinaties de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren weergegeven die in de 2014-rapportage zijn gebruikt voor de emissieramingen en de SRM-emissiefactoren. De figuur laat zien dat de NO<sub>x</sub>-emissies van Euro-VI-trekkers substantieel lager liggen dan die van Euro-V-voertuigen. In de figuur zijn ook de NO<sub>x</sub> Euro-VI-emissiefactoren weergegeven die voor de 2013-rapportage zijn gebruikt. Uit de metingen van TNO blijkt dat de afname van de emissies van Euro-VI in de praktijk groter uitvalt dan vorig jaar werd verwacht. De emissieramingen en de SRM-emissiefactoren voor (middel)zwaar wegverkeer liggen daarom lager dan die van vorig jaar.

Ondanks dat er meetgegevens beschikbaar zijn voor Euro-VI-voertuigen, blijven de inschattingen van de praktijkemissies van Euro-VI onzeker. De metingen zijn verricht aan de eerste Euro-VI-modellen die in 2012 en 2013 op de markt zijn gebracht in Nederland. In hoeverre de meetresultaten representatief zijn voor de grootschalige uitrol van Euro-VI-technologie die in 2014 plaatsvindt, zal de komende jaren moeten blijken. Omdat het vrachtautopark relatief snel 'verjongd', neemt het aandeel van Euro-VI-voertuigen in het kilometrage van het middelzware

**Figuur B6.3**  $PM_{2,5}$ -emissiefactoren van verbranding voor dieselpersonenauto's



De emissie van de laatste drie categorieën (euro-4 DPF, euro-5, euro-6) is zo klein dat dat het niet zichtbaar is in de figuur.

en zware wegverkeer in de komende jaren snel toe. In de prognoses voor 2020 bedraagt het aandeel van Euro-VI in het totale kilometrage van het zware wegverkeer (dat wil zeggen, zware vrachtauto's en trekkers) al ongeveer 75 procent. Bij het middelzware wegverkeer ligt het aandeel iets lager, maar ook daar is Euro-VI in 2020 al goed voor meer dan de helft van het totale kilometrage. De SRM-emissiefactoren en de emissieramingen voor middelzwaar en zwaar wegverkeer in 2020 en verder worden dus sterk bepaald door Euro-VI. De onzekerheid rond de (ontwikkeling van de) praktijkemissies van Euro-VI-voertuigen maakt ook de SRM-emissiefactoren en de emissieramingen voor 2020 en later onzeker.

### B6.1.3 Lagere emissie fijn stof van dieselauto's met roetfilter

Als gevolg van de verdergaande aanscherping van de Europese emissienormen voor nieuwe wegvoertuigen zijn alle nieuwe dieselpersonenauto's sinds begin 2011 uitgerust met een gesloten roetfilter. In de jaren daarvoor is het aandeel dieselauto's dat met roetfilter werd verkocht mede onder invloed van een Nederlandse stimuleringsregeling al snel toegenomen. Nieuwe dieselbestelauto's worden inmiddels ook standaard uitgerust met een gesloten roetfilter en ook steeds meer vrachtauto's zijn voorzien van een roetfilter. Een gesloten roetfilter leidt tot een forse afname van de uitstoot van fijn stof ( $PM_{2,5}$ ).

TNO heeft in 2013 nieuwe metingen verricht aan Euro-6-dieselpersonenauto's en Euro-VI-

vrachtauto's voorzien van een gesloten roetfilter. Uit deze metingen blijkt dat de uitstoot van fijn stof ( $PM_{2,5}$ ) in de praktijk lager ligt dan tot nu toe werd verondersteld. Op de snelweg kunnen de emissies echter tijdelijk hoger liggen door de zogenoemde regeneratie van het roetfilter. De roetdeeltjes die zich op het roetfilter verzamelen worden periodiek verbrand om verstopping van het filter te voorkomen. Dit wordt aangeduid als regeneratie van het filter en leidt tijdelijk tot een hogere uitstoot van fijn stof. Uit de nieuwe metingen blijkt dat het regenereren van de filters vooral tijdens snelweggebruik van het voertuig plaatsvindt. Dit is ook verwerkt in de detailemissiefactoren voor  $PM_{2,5}$  en  $PM_{10}$  (verbrandingsdeel).

De  $PM_{2,5}$ -emissiefactor voor dieselpersonenauto's met gesloten roetfilter is op basis van de nieuwe metingen vastgesteld op 0,5 mg km<sup>-1</sup> voor stadswegen en buitenwegen en op 1,5 mg km<sup>-1</sup> op snelwegen. De  $PM_{2,5}$ -emissie van een moderne dieselauto met roetfilter ligt daarmee 99 procent lager dan die van een oude dieselauto zonder uitlaatgasbehandeling. Ter illustratie zijn in Figuur B6.3 de detailemissiefactoren weergegeven voor  $PM_{2,5}$  (verbrandingsdeel) van dieselauto's van Euro-0 t/m Euro-6. De emissiefactoren voor Euro-4 (met roetfilter), Euro-5 en Euro-6 vallen in het niet bij die van eerdere euroklassen zonder roetfilter.

Door de introductie van het gesloten roetfilter in het dieselauto's park neemt de uitstoot van fijn stof (verbrandingsdeel) de komende jaren snel af. Er komt echter ook fijn stof vrij door slijtage van

banden, remmen en wegdek. Deze slijtage-emissies zijn niet gereguleerd en nemen daarom min of meer evenredig toe met de groei van het wegverkeer.

#### B6.1.4 Bijstelling NO<sub>2</sub>-fracties van wegvoertuigen met roetfilter

De NO<sub>2</sub>-emissiefactoren van dieselveertuigen met roetfilter zijn in de 2014-rapportage bijgesteld op basis inzichten uit de recente meetprogramma's van TNO. De fractie van NO<sub>2</sub> in de totale uitstoot van NO<sub>x</sub> van dieselauto's is afhankelijk van het de nabehandelingstechnologie. Bij de verbranding in de motor bedraagt de fractie NO<sub>2</sub> ongeveer 7 procent van de totale NO<sub>x</sub>. Door nabehandeling van het uitlaatgas kan die fractie echter toe- of afnemen. Zo produceren oxidatiekatalysatoren extra NO<sub>2</sub>, terwijl een SCR-katalysator (*Selective Catalytic Reduction*) juist gemakkelijker NO<sub>2</sub> omzet dan NO en daarmee zorgt voor een lagere NO<sub>2</sub>-fractie in het uitlaatgas.

De metingen aan Euro-6-dieselpersonenauto's (zie paragraaf B6.1.1) laten zien dat de NO<sub>2</sub>-fractie van Euro-6-auto's lager ligt dan tot nu toe werd verondersteld. De NO<sub>2</sub>-fractie is gedaald van 55 procent voor Euro-4-auto's naar 30 procent voor Euro-5 en 25 procent voor Euro-6. Deze afname is terug te voeren op de verandering in de nabehandelingstechnologie van de oxidatiekatalysator naar het gesloten roetfilter.

De metingen aan Euro-VI-vrachtauto's en trekkers (zie paragraaf B6.1.2) laten voor vrachtverkeer zien dat de NO<sub>2</sub>-fractie toeneemt met de nieuwe Euronormen: van ongeveer 2 procent (Euro-V) naar 35 procent (Euro-VI). Ook deze verandering is terug te voeren op de nabehandelingstechnologie die wordt toegepast. Bij Euro-V was dit (veelal) alleen

een SCR-katalysator, met als gevolg een lage NO<sub>2</sub>-fractie, maar bij Euro-VI is daar een roetfilter aan toegevoegd wat heeft geleid tot een verhoging van de NO<sub>2</sub>-fractie in de NO<sub>x</sub>-emissie.

Zoals in paragraaf B6.1.2 is toegelicht, zijn de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor Euro-6-vrachtoertuigen dit jaar naar beneden bijgesteld. Omdat de NO<sub>2</sub>-fractie echter substantieel is verhoogd, liggen de NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer juist hoger dan die van vorig jaar. De totale uitstoot van stikstofoxiden van Euro-VI-voertuigen ligt kortom lager dan vorig jaar is verondersteld, maar het aandeel NO<sub>2</sub> in de uitstoot is juist hoger dan verondersteld.

#### B6.1.5 Nieuwe weging van generieke emissiefactoren voor de snelweg

De set algemene emissiefactoren voor SRM1 (Tabel B6.1) bevat per stof en voertuigcategorie een generieke emissiefactor voor snelwegverkeer. Deze generieke emissiefactoren worden sinds een aantal jaren niet meer toegepast voor luchtkwaliteitsberekeningen, omdat de SRM2-set emissiefactoren bevat voor snelwegverkeer per snelheidsregime. De generieke emissiefactoren voor snelwegen worden door PBL echter nog wel gebruikt voor de emissieramingen voor snelwegverkeer die ten grondslag liggen aan de GCN- en GDN-kaarten.

De generieke snelwegemissiefactoren worden berekend als weging van de onderliggende (SRM2-) emissiefactoren per snelheidsregime (80, 100, 120, 130 en file). Deze weging is in 2013 opnieuw uitgevoerd op basis van cijfers van Goudappel Coffeng (2014) over de verkeersprestaties van het wegverkeer per snelheidsregime. Tabel B6.3 geeft de

**Tabel B6.3** Aandeel van de snelheidsregimes in het voertuigkilometrage op de snelwegen

Snelheid km/h	Wegtype	2011				2015			
		Licht	Middel-zwaar	Zwaar	Totaal	Licht	Middel-zwaar	Zwaar	Totaal
80	snelweg	5.1%	5.4%	3.8%	5.0%	4.0%	4.1%	2.9%	4.0%
100	snelweg	29.5%	28.5%	23.1%	29.0%	30.2%	28.0%	24.0%	29.6%
120	snelweg	61.9%	63.2%	71.1%	62.6%	43.6%	44.6%	49.7%	44.1%
130	Snelweg	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	17.2%	19.9%	20.4%	17.6%
80	Snelweg strikte handhaving	0.3%	0.2%	0.1%	0.2%	0.8%	0.6%	0.4%	0.7%
100	Snelweg strikte handhaving	1.4%	1.1%	0.8%	1.4%	0.9%	0.7%	0.7%	0.9%
	Snelweg stagnerend	1.8%	1.7%	1.2%	1.8%	3.2%	2.2%	2.0%	3.1%

aandelen van de verschillende regimes in de totale verkeersprestatie in 2011 en 2015 zoals berekend door Goudappel Coffeng. De verdeling voor 2015 is gebaseerd op de verkeersintensiteiten per wegvak uit de Monitoringstool. Door de nieuwe weging liggen de generieke emissiefactoren voor de snelweg voor licht wegverkeer enkele procenten hoger dan die van vorig jaar.

### B6.1.6 Nieuwe inzichten in gewichten van vrachtverkeer op de weg

Het brandstofverbruik en de resulterende uitstoot van schadelijke stoffen door het vrachtverkeer is mede afhankelijk van het gewicht van de vrachtauto's. Tot voor kort waren er geen data beschikbaar over het gewicht van vrachtauto's op de weg in Nederland. Uit de kentekenregistratie van de Rijksdienst voor Wegverkeer (RDW) is wel bekend wat het leeggewicht en de maximale belading zijn van vrachtauto's in het Nederlandse autopark, maar het was niet goed bekend wat de daadwerkelijke belading van de vrachtauto's is op de weg. TNO heeft daarom in 2013 onderzoek gedaan naar de gewichten van vrachtauto's (Kuiper en Ligterink, 2013a). Hiervoor zijn data gebruikt uit het *Weigh-in-Motion* (WiM) programma van Rijkswaterstaat. WiM bestaat uit een aantal meetpunten op verschillende plekken op het Nederlandse snelwegennet waar de aslast van voorbijkomende vrachtauto's wordt gemeten. Op basis van de data uit WiM ontstaat een goed beeld van de (variatie in de) gewichten van de vrachtvoertuigen op de weg in Nederland. Op basis van de data uit WiM concludeert TNO onder meer dat:

1. trekkers-opleggercombinaties gemiddeld zwaarder beladen zijn dan tot nu toe werd verondersteld. Tot nu toe werd een gewicht verondersteld van gemiddeld 22,7 ton, maar op basis van de WiM-data blijkt het gewicht gemiddeld op 28,2 ton te liggen.
2. er een duidelijke verdeling blijkt te bestaan van het trekker-opleggerverkeer in twee gewichtsklassen: één met een gemiddeld gewicht van 19,0 ton en één met een gemiddeld gewicht van 42,8 ton. Aanbevolen wordt daarom om in deze groepen apart mee te nemen in de emissieberekening.
3. het aandeel vrachtauto's met aanhanger binnen het zware wegverkeer hoger blijkt te zijn dan toe werd verondersteld. Voorheen werd aangenomen dat 25 procent van de vrachtauto's op de weg met aanhanger reed, maar uit de WiM-data komt een aandeel naar voren van 33 procent.
4. het gewicht van vrachtauto's met aanhanger ongeveer 10 tot 20 procent hoger ligt dan tot nu toe werd verondersteld.

Deze nieuwe inzichten zijn verwerkt in de emissieramingen en in de SRM-emissiefactoren 2014. De invloed op de SRM-emissiefactoren varieert per stof. Een hoger gewicht leidt tot een hoger brandstofverbruik en veelal ook tot een hogere uitstoot van schadelijke stoffen. Uit metingen blijkt echter dat een hoger voertuiggewicht voor moderne Euro-V- en Euro-VI-vrachtauto's met SCR-katalysator juist tot een lagere uitstoot van  $\text{NO}_x$  leidt. Door het hogere gewicht is de motor sneller op temperatuur en functioneert de SCR-katalysator beter. De nieuwe inzichten leiden daarmee tot hogere ramingen en emissiefactoren voor  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$ , maar de ramingen en emissiefactoren voor  $\text{NO}_x$  liggen juist enkele procenten lager dan die van vorig jaar door deze nieuwe inzichten.

## B6.2 Beleidsmaatregelen en effecten op emissies en emissiefactoren

De beleidsmaatregelen die zijn meegenomen in het vastgestelde en voorgenomen beleidspakket zijn op een aantal punten gewijzigd ten opzichte van vorig jaar. Naast het meenemen van de RDE-regelgeving voor dieselauto's, zoals hiervoor al is toegelicht, zijn er nog drie wijzigingen die van invloed zijn op de emissieramingen en de SRM-emissiefactoren voor het wegverkeer:

1. *Verhoging accijns diesel en LPG*: de accijnsverhoging voor diesel en LPG per 1 januari 2014 behoort dit jaar tot het vastgestelde beleid (RR). Vorig jaar was de accijnsverhoging nog niet wettelijk vastgelegd en behoorde die nog tot het voorgenomen beleid (BR).
2. *Aanpassing oldtimerregeling*: de oldtimerregeling behoort dit jaar eveneens tot het vastgestelde beleid, terwijl deze vorig jaar als voorgenomen beleid is meegenomen. Ook deze maatregel is in 2013 uitgewerkt en geïnstrumenteerd in het Belastingplan 2014, dat inmiddels is vastgesteld.
3. *Wijziging autobelastingen uit Herfstakkoord 2013*: de wijzigingen in de autobelastingen die voortkomen uit de Begrotingsafspraken die voor 2014 zijn gemaakt tussen het kabinet en de fracties van de coalitiepartijen en een aantal oppositiepartijen zijn meegenomen in het vastgestelde beleid.

Zoals is toegelicht in paragraaf 3.4.2 heeft het kabinet besloten om de ramingen met vaststaand en voorgenomen beleid als basis te gebruiken voor de GCN- en GDN-kaarten 2014. In 2013 was dit ook het geval. De eerste twee wijzigingen hierboven zijn

daarom niet van invloed op de GCN- en GDN-kaarten en op de SRM-emissiefactoren. Omdat de vormgeving van de oldtimerregeling anders is dan verondersteld in de GCN2013, is de effectschatting van die maatregel wel aangepast in de 2014-rapportage.

De vrijstelling van de wegenbelasting (motorrijtuigenbelasting, MRB) voor oldtimers geldt vanaf januari 2014 enkel nog voor auto's van 40 jaar en ouder. Voor personen- en bestelauto's op benzine die op 1 januari 2014 tussen de 26 en 40 jaar oud zijn, is een overgangsregeling ingevoerd. Voor deze auto's geldt een kwarttarief in de MRB onder de voorwaarde dat de auto's gedurende de maanden december, januari en februari geen gebruik maken van de openbare weg. Diesel- en LPG-auto's komen niet in aanmerking voor de overgangsregeling.

Onderzoek van TNO laat zien dat er in de loop van 2013 al sprake is van een relatief grote uitstroom van 'jonge' oldtimers, vooral binnen de groep diesel- en LPG-auto's (Kuiper en Ligterink, 2013b). Op basis van deze inzichten heeft het PBL een grove inschatting gemaakt van het effect van de gewijzigde oldtimerregeling op het aantal oldtimers in Nederland in de komende jaren. Vooral binnen de groep 'jonge' oldtimers, waarvan er tussen 2008 en 2011 relatief veel zijn geïmporteerd, wordt de komende jaren een relatief grote uitstroom verwacht. Dit zal met name gelden voor dieselauto's en LPG-auto's, waarvoor geen overgangsregeling geldt. Een deel van de eigenaren van LPG-auto's zal er waarschijnlijk voor kiezen om de LPG-tank uit hun auto te laten verwijderen en de auto als benzineauto te registreren.

De inschatting van het effect van de oldtimerregeling valt iets lager uit dan vorig jaar, omdat toen nog geen rekening was gehouden met de overgangsregeling. De inschatting van het effect van de aangepaste oldtimerregeling is echter onzeker, bij gebrek aan inzicht in het keuzegedrag van de eigenaren van oldtimers.

De wijziging van de autobelastingen die voortkomt uit de Begrotingsafspraken 2014 is meegenomen in de modelanalyses die ten grondslag liggen aan de prognoses voor de samenstelling van het personenautoverkeer naar leeftijd en brandstofsoort. In het begrotingsakkoord is afgesproken dat de voor begin 2014 aangekondigde verlaging van de MRB niet doorgaat. Daarnaast wordt de aanschafbelasting voor personenauto's (belasting personenauto's en motorrijwielen, BPM) vanaf 2015 verhoogd. Deze beleidswijziging heeft nauwelijks invloed op de

milieueffecten van het personenautoverkeer, zo blijkt uit onderzoek van het PBL (Geilenkirchen en Van Meerkerk, 2014). De invloed op de SRM-emissiefactoren is dan ook gering.

## B6.3 Consequenties van nieuwe inzichten voor de SRM-emissiefactoren 2014

De nieuwe inzichten en beleidsmaatregelen die hiervoor zijn beschreven, hebben ertoe geleid dat de SRM-emissiefactoren dit jaar voor een aantal zichtjaren, stoffen en voertuigcategorieën substantieel afwijken van die van vorig jaar. De belangrijkste wijzigingen voor licht en (middel)zwaar verkeer worden hieronder toegelicht. Voor een uitgebreide toelichting wordt verwezen naar de rapportage van TNO en PBL (Ligterink en Geilenkirchen, 2014).

### B6.3.1 Wijzigingen SRM-emissiefactoren voor licht wegverkeer

De  $\text{NO}_x$ -emissiefactoren voor licht wegverkeer liggen dit jaar veelal hoger dan die van vorig jaar. Dit is hoofdzakelijk het gevolg van de nieuwe inschatting van de  $\text{NO}_x$ -emissies van Euro-6-dieselauto's, zoals toegelicht in paragraaf B6.1.1. De  $\text{NO}_x$ -emissiefactoren voor de eerste generatie Euro-6-dieselauto's (pre-RDE) liggen substantieel hoger dan die vorig jaar zijn gebruikt. De emissiefactoren voor de tweede generatie Euro-6-dieselauto's, waarvan wordt verondersteld dat ze voldoen aan RDE-regelgeving, liggen meer in lijn met de emissiefactoren die vorig jaar zijn gebruikt voor Euro-6-dieselauto's, maar zijn nog steeds wat hoger (zie ook Figuur B6.1).

Het aantal Euro-6-dieselauto's in de nieuwverkopen van personenauto's neemt pas vanaf 2015 substantieel toe. Vanaf september 2015 moeten alle nieuwe auto's aan de Euro-6-normen voldoen. In 2015 is de invloed van de gewijzigde Euro-6  $\text{NO}_x$ -emissiefactoren op de (parkgemiddelde) SRM-emissiefactoren nog gering: het aandeel van Euro-6-auto's in het wagenpark is dan nog laag. Wel maken dieselauto's relatief veel kilometers op jaarbasis en rijden nieuwe auto's meer dan oude auto's, dus het (geraamde) aandeel van Euro-6-auto's in het kilometrage van dieselpersonenauto's (12 procent) ligt hoger dan het aandeel van Euro-6 in het autopark.

Op de snelweg ligt het geraamde aandeel van Euro-6 in de verkeersstroom gemiddeld hoger dan in de stad omdat nieuwe auto's relatief veel op de



snelweg rijden. Als gevolg daarvan is de invloed van de gewijzigde Euro-6 NO<sub>x</sub>-emissiefactoren groter voor de SRM2-emissiefactoren (snelweg) dan voor de SRM1-emissiefactoren (niet-snelweg): de SRM2-emissiefactoren liggen in 2015 ongeveer 5 procent hoger dan vorig jaar. In 2020 en 2030 is de invloed van de nieuwe Euro-6 NO<sub>x</sub>-emissiefactoren aanzienlijk groter: de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren van licht wegverkeer voor snelwegen nemen in 2020 met ongeveer 20-30 procent toe en in 2030 met ongeveer 40-60 procent.

De toename van de SRM1-emissiefactoren (stad normaal en buitenweg) voor NO<sub>x</sub> van licht wegverkeer blijft voor het zichtjaar 2015 beperkt tot ongeveer 2 procent. Als gevolg van een foutcorrectie zijn de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor doorstromend en stagnerend stadsverkeer met ongeveer 5 procent gedaald ten opzichte van vorig jaar. In 2020 en 2030 is de invloed van de gewijzigde Euro-6-emissiefactoren ook hier groter: de toename van de SRM-emissiefactoren bedraagt voor stadsverkeer (normale doorstroming) in 2020 ongeveer 10 procent en in 2030 ongeveer 20 procent.

De NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor licht wegverkeer liggen in 2015 iets hoger dan die van vorig jaar, maar in 2020 en 2030 liggen ze juist lager. De toename in 2015 is hoofdzakelijk het gevolg van een bijstelling van de NO<sub>2</sub>-fractie van Euro-5-dieselbestelauto's. Op basis van nieuwe metingen is de NO<sub>2</sub>-fractie in de NO<sub>x</sub>-emissie van deze voertuigcategorie geraamd op ongeveer 30 procent. Vorig jaar werd gerekend met een fractie van 20 procent. Deze bijstelling is ook van invloed op de emissiefactoren voor 2020 en 2030, maar wordt dan gecompenseerd door de lagere NO<sub>2</sub>-fractie die dit jaar is gebruikt voor Euro-6-dieselauto's met roetfilter, zoals beschreven in

paragraaf B6.1.4. Hierdoor liggen de NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor licht wegverkeer in de stad in 2020 ongeveer 10 procent lager dan vorig jaar. In 2030 bedraagt de afname ongeveer 30 procent. Op de snelweg is in 2020 nog sprake van een toename van de NO<sub>2</sub>-emissiefactoren, die mede voortkomt uit de hogere NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor Euro-6-dieselauto's. De NO<sub>2</sub>-fractie in de NO<sub>2</sub>-emissie van Euro-6-dieselauto's ligt weliswaar lager dan vorig jaar, maar dit wordt deels gecompenseerd door de hogere NO<sub>x</sub>-emissiefactoren. Vooral voor snelwegverkeer liggen de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren dit jaar hoger dan vorig jaar. In 2030 leidt de lagere NO<sub>2</sub>-fractie tot een afname van de NO<sub>2</sub>-emissiefactoren voor snelwegverkeer die varieert tussen 5 en 50 procent.

De PM<sub>2,5</sub>- en PM<sub>10</sub>-emissiefactoren voor licht wegverkeer liggen dit jaar iets lager dan die van vorig jaar. Dit is hoofdzakelijk het gevolg van de lagere PM<sub>10</sub>- en PM<sub>2,5</sub>-emissiefactoren voor dieselauto's met roetfilter (paragraaf B6.1.3). De invloed van deze bijstelling van de verbrandingsemisatie is groter voor PM<sub>2,5</sub> dan voor PM<sub>10</sub>, omdat het aandeel van de verbrandingsemisatie in de totale uitstoot van PM<sub>2,5</sub> groter is dan in de totale uitstoot van PM<sub>10</sub>. Bij PM<sub>10</sub> speelt de slijtagefractie een grotere rol. De emissiefactoren voor PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> uit slijtage zijn niet gewijzigd ten opzichte van vorig jaar. De daling van de PM<sub>10</sub>-emissiefactoren voor licht wegverkeer bedraagt ongeveer 5 à 10 procent in 2020 en 2030. Voor PM<sub>2,5</sub> varieert de daling tussen 10 en 20 procent in 2020 en 2030.

### B6.3.2 Wijzigingen SRM-emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer

In Tabel B6.4 zijn voor middelzwaar en zwaar wegverkeer per zichtjaar en per stof de wijzigingen weergegeven van de SRM-emissiefactoren 2014 ten

**Tabel B6.4** Verandering SRM-emissiefactoren 2014 voor middelzwaar en zwaar wegverkeer ten opzichte van 2013

		Middelzwaar wegverkeer			Zwaar wegverkeer		
		Stadswegen	Buitenwegen	Snelwegen	Stadswegen	Buitenwegen	Snelwegen
NO <sub>x</sub>	2015	-8%	0%	+1%	-11%	-7%	+2%
	2020	-25%	-15%	-2%	-34%	-28%	-15%
	2030	-63%	-53%	-27%	-61%	-54%	-37%
NO <sub>2</sub>	2015	+16 à +19%	+27%	+31%	+19 à +21%	+44%	+120%
	2020	+61 à +69%	+84%	+117%	+120 à 125%	+196%	+379%
	2030	+257 à +266%	+349%	+380%	+288 à +291%	+427%	+624%
PM <sub>10</sub>	2015	+1 à +2%	+3%	+1%	-1 à -2%	-1%	-1%
	2020	0 à -2%	+1%	-3%	-1 à -3%	-1%	0%
	2030	-3 à -10%	-4%	-8%	-1 à -4%	-1%	-1%
PM <sub>2,5</sub>	2015	+3%	+5%	+3%	-2 à -3%	-2%	-1%
	2020	-1 à -5%	+4%	-7%	-2 à -5%	-2%	-1%
	2030	-13 à -29%	-12%	-23%	-3 à -9%	-2%	-1%

opzichte van die van 2013. De  $\text{NO}_x$ -emissiefactoren voor (middel)zwaar wegverkeer liggen dit jaar veelal lager dan die van vorig jaar. Dit is hoofdzakelijk het gevolg van de verlaging van de emissiefactoren voor Euro-VI-voertuigen (paragraaf B6.1.2). In 2015 is het aandeel van Euro-VI in het voertuigkilometrage van middelzwaar en zwaar wegverkeer nog laag, maar in 2020 en 2030 bestaat het merendeel van het autopark uit Euro-VI-voertuigen en is Euro-VI dus ook dominant in het voertuigkilometrage. Als gevolg hiervan leidt de verlaging van de detailemissiefactoren voor  $\text{NO}_x$  van Euro-VI-voertuigen tot een forse afname van de SRM-emissiefactoren voor  $\text{NO}_x$  in 2030. De afname is het grootst voor stadsverkeer, omdat de afname van de Euro-VI  $\text{NO}_x$ -emissiefactor voor stadsverkeer ook het grootst is, zie Figuur B6.2.

De  $\text{NO}_2$ -emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer liggen dit jaar substantieel hoger dan vorig jaar. In 2030 loopt het verschil op tot een factor 5 à 6. Dit is het gevolg van de nieuwe inzichten in de  $\text{NO}_2$ -fractie van Euro-VI-vrachtauto's en trekkers met roetfilter (paragraaf B6.1.4). De  $\text{NO}_2$ -fractie van deze voertuigen ligt fors hoger dan tot nu toe werd verondersteld, met als gevolg een navenante toename van de  $\text{NO}_2$ -emissiefactoren. De toename van de  $\text{NO}_2$ -fractie in de totale  $\text{NO}_x$ -emissie compenseert ruimschoots de afname van de  $\text{NO}_x$ -emissiefactoren voor Euro-VI, met als gevolg een forse stijging van de  $\text{NO}_2$ -emissiefactoren. Omdat de bijstelling enkel de Euro-VI-voertuigen betreft, is de invloed in 2015 nog relatief beperkt. In de latere zichtjaren neemt het effect snel toe, naarmate Euro-VI een groter deel uitmaakt van het autopark en van het voertuigkilometrage.

De  $\text{PM}_{10}$ - en  $\text{PM}_{2,5}$ -emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar wegverkeer wijken licht af van die uit 2013. De wijzigingen zijn het gevolg van de nieuwe inzichten in de gewichten van het vrachtverkeer op de weg en de nieuwe inzichten in de  $\text{PM}_{10}$ -emissies van vrachtauto's met roetfilter. De hogere gewichten van de vrachtauto's leiden tot een lichte verhoging van de emissiefactoren voor  $\text{PM}_{2,5}$  en  $\text{PM}_{10}$  (verbrandingsdeel). Dit wordt deels (en soms volledig) gecompenseerd door de lagere emissiefactoren van de Euro-VI-voertuigen met roetfilter. Op langere termijn liggen de  $\text{PM}_{2,5}$ - en  $\text{PM}_{10}$ -emissiefactoren over de hele linie lager dan vorig jaar, waarbij de afname bij middelzwaar verkeer groter is dan bij zwaar verkeer.

## B6.4 Onzekerheid waarmee SRM-emissiefactoren zijn omgeven

De SRM-emissiefactoren worden gepresenteerd als puntschattingen, maar zijn omgeven met onzekerheid en moeten daarom feitelijk worden gezien met een bandbreedte. De onzekerheid waarmee de emissiefactoren zijn omgeven kan groot zijn, afhankelijk van het voertuigtype, de stof en het zichtjaar. Het ontbreekt echter aan kennis over de omvang van deze onzekerheden. Kwantitatieve inschattingen van de onzekerheden waarmee de SRM-emissiefactoren zijn omgeven zijn dan ook niet beschikbaar.

In paragraaf B6.1 is al kort ingegaan op de onzekerheden waarmee de nieuwe inschattingen van de  $\text{NO}_x$ -emissiefactoren voor Euro-6-dieselpersonenauto's en Euro-VI-vrachtauto's zijn omgeven en wat daarvan de invloed is op de (parkgemiddelde) SRM-emissiefactoren voor de zichtjaren 2020 en 2030. Hieronder worden een aantal andere onzekere factoren in de totstandkoming van de SRM-emissiefactoren beschreven.

### B6.4.1 Nieuwe voertuigtechnologie blijft buiten beschouwing

Net als in voorgaande jaren is ook dit jaar bij de weging van de SRM-emissiefactoren geen rekening gehouden met de introductie van alternatieve aandrijftechnologieën als plug-in-hybriden, volledig elektrisch aangedreven auto's en waterstofauto's. Alleen de veronderstelde marktpenetratie van aardgasvoertuigen (CNG) is bij de weging meegenomen. De afgelopen jaren zijn de eerste plug-in-hybrides en elektrische auto's echter al op de markt gekomen in Nederland en onder invloed van belastingkortingen zijn er in 2013 al relatief veel plug-in-hybriden verkocht. De verwachting is dat het aanbod en de verkopen de komende jaren langzaam blijven toenemen. Hoe snel dit zal gaan is onzeker.

In de Referentieraming 2010 hebben PBL en ECN inschattingen gedaan van de marktpenetratie van nieuwe aandrijftechnologieën en alternatieve brandstoffen voor personenauto's en bestelauto's in de periode tot 2030. Tot 2020 is het aandeel van deze technologieën in het autopark naar verwachting nog klein, maar als de verkopen na 2020 blijven toenemen dan kan in 2030 wel sprake zijn van een substantieel aandeel in het park en in de voertuigkilometrages (Hoen et al., 2010). Vanwege de onzekerheden rond de marktpenetratie van deze technolo-

gieën en de naar verwachting nog geringe impact op de SRM-emissiefactoren voor 2015 en 2020 is in overleg met het ministerie van IenM besloten om de marktpenetratie van nieuwe voertuigtechnologieën nog niet mee te nemen bij het berekenen van de SRM-emissiefactoren. Als gevolg hiervan worden de emissiefactoren voor licht wegverkeer in 2020 en 2030 licht overschat.

Om inzicht te geven in de impact van de marktpenetratie van nieuwe voertuigtechnologieën op de SRM-emissiefactoren is in Hensema et al. (2013) een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Als uitgangspunt zijn de aannames van PBL en ECN gebruikt over de marktpenetratie van de voertuigtechnologieën en brandstoffen. Uit de analyse blijkt dat de invloed van de (veronderstelde) marktpenetratie van de plug-in-hybriden en elektrische auto's tot 2020 gering is: de SRM-emissiefactoren zouden ongeveer 1-3 procent lager kunnen liggen in 2020 als rekening wordt gehouden met de marktpenetratie van deze voertuigtechnologieën. In 2030 is de invloed op de SRM-emissiefactoren groter, uitgaande van een verdergaande groei van het marktaandeel: de SRM-emissiefactoren voor licht wegverkeer zouden tot 10 procent lager kunnen liggen. Dit wordt verder toegelicht in de rapportage van TNO en PBL.

#### B6.4.2 Onzekerheden rond detailmissiefactoren

In 2030 bestaat verreweg het grootste deel van het autopark uit Euro-6-personenauto's en -bestelauto's) en Euro VI-(vracht)voertuigen. Deze voertuigen zijn momenteel nog nauwelijks op de markt. De emissiefactoren voor deze voertuigen zijn gebaseerd op de eerste metingen van TNO aan deze typen voertuigen (paragraaf B6.1). Ondanks dat dit jaar voor het eerst meetgegevens zijn gebruikt, blijven de inschatting onzeker.

Ook de detailmissiefactoren voor bestaande voertuigtypen zijn onzeker. De onnauwkeurigheid van individuele categorieën en emissiefactoren kan substantieel zijn. Voor een groot deel ligt de basis daarvan in de onderliggende meetgegevens: de variatie in meetresultaten tussen voertuigen is groot en er is ook beperkt inzicht in het werkelijke rijgedrag op de openbare weg en hoe dit in de loop van de tijd is veranderd. Ook is er onvoldoende bekend over de emissies en het vóórkomen van voertuigen die substantieel hogere emissies hebben als gevolg van een technisch defect of ouderdom (zogenaamde 'high-emitters').

Twee onzekere factoren verdient specifiek aandacht:

1. De slijtage-emissies van  $PM_{10}$  en  $PM_{2,5}$ ;
2. Het rijgedrag op verschillende typen wegen in Nederland.

De empirische data over slijtage-emissies van verschillende typen wegvoertuigen onder verschillende rijomstandigheden is gering. Ook de kennis over de fractie van  $PM_{10}$  en met name van  $PM_{2,5}$  in de totale slijtage-emissies is beperkt. De emissiefactoren voor  $PM_{10}$  en  $PM_{2,5}$  uit slijtage van banden, remmen en wegdek zijn hierdoor onzeker. Het belang van slijtage neemt echter snel toe naarmate de verbrandingsemissies van PM verder dalen, bijvoorbeeld door de toepassing van gesloten roetfilters in nieuwe dieselauto's. Op basis van de huidige inzichten bestaat in 2015 al meer dan de helft van de  $PM_{10}$ -emissies van het wegverkeer uit slijtage-emissies. In 2020 is het aandeel van slijtage in  $PM_{10}$  opgelopen tot meer dan 70 procent. Dit maakt ook de SRM-emissiefactoren voor  $PM_{10}$  (verbranding plus slijtage) onzeker. Voor  $PM_{2,5}$  is het belang van slijtage op basis van de huidige inzichten wat kleiner, maar ook daar neemt het belang toe naar de toekomst toe (17 procent in 2015, 25 procent in 2020). Het verdient daarom aanbeveling om nader onderzoek te doen naar de slijtage-emissies van het wegverkeer.

De inzichten in het gemiddelde rijgedrag op het Nederlandse wegennet zijn eveneens onzeker. Recente gegevens over rijgedrag ontbreken. Het VERSIT+-model van TNO maakt gebruik van zogenaamde ritprofielen om emissiefactoren te berekenen voor verschillende typen wegen in Nederland. Deze ritprofielen geven een beeld van de rijomstandigheden op de verschillende wegtypen en snelheidsregimes in Nederland. De huidige profielen zijn recent niet meer geactualiseerd, terwijl er aanwijzingen zijn dat het rijgedrag wel is gewijzigd. Zo bleek uit de proefprojecten rond de invoering van 130 km per uur dat de gemiddelde rijsnelheid op de 120 km per uur trajecten hoger is dan nu wordt verondersteld op basis van het huidige ritprofiel. Voor een actueel beeld van de gemiddelde verkeersafwikkeling op het Nederlandse wegennet is nader onderzoek nodig.

#### B6.4.3 Onzekerheden rond samenstelling wegverkeer

De samenstelling van het huidige en toekomstige wegverkeer in de stad, op de buitenweg en op de snelweg is eveneens onzeker. Omdat de uitstoot per type voertuig sterk kan variëren, kunnen verschillen in de samenstelling van het wegverkeer (bijvoor-

beeld een hoger aandeel oude auto's of een hoger aandeel dieselveertuigen in de verkeersstroom) in de praktijk tot hogere (of juist lagere) emissies leiden dan op basis van de SRM-emissiefactoren wordt berekend.

De onzekerheid rond de huidige samenstelling van het wegverkeer heeft enerzijds te maken met de beperkte gegevensbasis voor de huidige inschattingen en anderzijds met de inherente variatie in de samenstelling van het wegverkeer van locatie tot locatie. De huidige samenstelling van het wegverkeer wordt afgeleid uit een aantal onderliggende data. Op basis van de kilometerstanden van de Stichting Nationale Autopas (NAP) bepaalt het CBS jaarlijks relatief nauwkeurig hoeveel kilometers er met verschillende typen voertuigen worden gereden. De verdeling van deze kilometrages over binnenland en buitenland, en over verschillende typen wegen is echter minder nauwkeurig. Onderzoek van Goudappel Coffeng (2011) laat zien dat in de stad gemiddeld oudere auto's rijden dan op de snelweg. Op de snelweg rijden weer meer dieselauto's dan in de stad. Deze inzichten zijn afkomstig uit kentekenonderzoek, maar de hoeveelheid onderliggende onderzoeken is beperkt. Dat maakt de resultaten van het onderzoek onzeker.

De SRM-emissiefactoren beschrijven daarnaast een gemiddelde situatie in Nederland. De werkelijke samenstelling van het wegverkeer zal van stad tot stad en van straat tot straat variëren. De verkeersafwikkeling zal niet identiek zijn aan de ritpatronen die zijn gebruikt voor het berekenen van de gedetailleerde emissiefactoren en de samenstelling van de verkeersstroom zal afwijken van de gemiddelde samenstelling die is gebruikt voor weging van de gedetailleerde emissiefactoren naar de SRM-emissiefactoren. Dit laatste blijkt bijvoorbeeld uit kentekenonderzoek dat in verschillende steden is uitgevoerd. Naarmate de afwijking groter is, zal ook de emissie van de verkeersstroom verder afwijken van de SRM-emissiefactoren.

De onzekerheid rond de emissiefactoren voor de zichtjaren 2015, 2020 en 2030 is groter, omdat uitspraken worden gedaan over (onzekere) ontwikkelingen in het toekomstige autobezit en -gebruik, en effecten van beleid daarop. Over de toekomstige samenstelling van het wegverkeer per wegtype (stad, buitenweg en snelweg) is geen informatie bekend. De wegtypeverdelingen die door Goudappel Coffeng zijn afgeleid per voertuigtype, brandstofsoort en leeftijdsklasse worden daarom ook voor de zichtjaren toegepast. Als gevolg hiervan nemen de

onzekerheden waarmee de emissiefactoren zijn omgeven in latere zichtjaren toe (2020 en 2030).

Ten slotte worden de zogenaamde 'speciale voertuigen' niet meegenomen in de weging van de SRM-emissiefactoren. Deze voertuigcategorie bestaat uit veel verschillende voertuigtypen, van campers tot brandweerauto's en vuilniswagens. Over de aantallen speciale voertuigen, de jaarkilometrages en de wegtypeverdelingen van speciale voertuigen was tot nu toe weinig bekend. Het CBS heeft in 2013 onderzoek gedaan naar de verkeersprestaties van speciale voertuigen in Nederland (Kampert et al., 2014), maar de resultaten van dit onderzoek waren niet tijdig beschikbaar om mee te kunnen nemen in de weging van de SRM-emissiefactoren.

.....

**G.J.M. Velders et al.**

.....

Rapport 680363002/2014

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

juni 2014

*De zorg voor morgen*  
begint vandaag