



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu

Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport



Grootschalige concentratie- en depositiekaarten *Nederland*

Rapportage 2016

Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland

Rapportage 2016

RIVM Rapport 2016-0068

Colofon

© RIVM 2016

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding:
'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

G.J.M. Velders
J.M.M. Aben
G.P. Geilenkirchen¹
H.A. den Hollander
L. Megens
E. van der Swaluw
W.J. de Vries
M.C. van Zanten

¹) 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 het ministerie van Infrastructuur en Milieu,
in het kader van Project GCN-kaarten.

Publiekssamenvatting

Nieuwe concentratie- en depositiekaarten voor NSL en PAS: 2015

Het RIVM geeft jaarlijks op kaarten weer hoe in Nederland de gemeten concentraties in de lucht waren van onder andere stikstofdioxide en fijn stof. Dit rapport beschrijft de situatie in 2015. Ook is aangegeven in welke mate stikstof op de bodem neerslaat. Daarnaast zijn toekomstberekeningen voor deze stoffen gemaakt voor de periode 2016 tot en met 2030. De kaarten worden gemaakt om het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) en de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) te monitoren. Met deze programma's worden onder andere de effecten getoetst van ruimtelijke plannen op de concentraties van vervuilende stoffen in de lucht.

Stikstofdioxideconcentraties veelal lager, ramingen uitgekomen

De *gemeten* concentraties stikstofdioxide (NO₂) zijn in 2015 gedaald ten opzichte van 2014, waarschijnlijk als gevolg van lagere emissies en meteorologische omstandigheden, zoals temperatuur en overheersende windrichting.

Sinds 2006 is jaarlijks berekend wat de verwachte stikstofdioxideconcentraties in het peiljaar 2015 zouden zijn. De ramingen blijken goed overeen te komen met de gemeten waarden in 2015. De berekende concentraties gaven dus een betrouwbare verwachting van de werkelijke concentraties. De lokaal getroffen maatregelen om aan de grenswaarden voor luchtkwaliteit te voldoen blijken daarmee realistisch te zijn geweest. Op enkele plekken waren de gemeten concentraties hoger dan vorig jaar was geraamd; onder andere op specifieke plekken in de havens van Rotterdam, waar goederen worden overgeslagen.

Geraamde neerslag stikstof op de bodem daalt meer

De gemiddelde hoeveelheid stikstof die op de bodem neerslaat, daalt naar verwachting de komende jaren. Dit komt voor ongeveer de helft door dalende emissies van verkeer en voor de andere helft door dalende emissies van de landbouw. Naar verwachting zullen de emissies door verkeer in de toekomst sterker dalen door maatregelen die de uitstoot beperken.

Trefwoorden: fijn stof, stikstofdioxide, elementair koolstof, NSL, vermesting

Synopsis

New maps of concentrations and depositions for NSL and PAS: 2015

The Dutch National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) has published the latest annual charts showing airborne concentrations of substances including nitrogen dioxide and particulate matter in the Netherlands in 2015. The charts also show the degree of nitrogen deposition on soil. Future calculations were made for the same substances for the period from 2016 up to and including 2030. The charts are made in order to monitor NSL (a national air quality cooperation programme) and PAS (a programmed approach to nitrogen). These programmes include checks on the effects of spatial planning on airborne concentrations of pollutants.

Nitrogen dioxide concentrations generally lower, estimates prove correct

The *measured* concentrations of nitrogen dioxide (NO₂) decreased in 2015 compared with 2014, probably due to lower emissions and meteorological conditions, such as the temperature and predominant wind direction.

An annual calculation has been made every year since 2006 of the expected nitrogen dioxide concentrations in the reference year 2015. The estimates proved to correspond well with the actual values measured in 2015. So, the calculated concentrations gave a reliable forecast of the actual concentrations. The local measures taken to comply with the air quality limit values thus turn out to have been realistic. At a few places the measured concentrations were higher than had been estimated last year. This was the case at specific places in goods transshipment harbours in Rotterdam that were factored into the calculations.

Greater reduction in estimated nitrogen deposition on soil

The average quantity of nitrogen deposition on soil is expected to decrease in the coming years. About half the reduction is attributable to declining emissions by traffic and the other half to declining emissions by agriculture. Traffic emissions are expected to decrease more sharply in the future through emission-reducing measures.

Keywords: particulate matter, nitrogen dioxide, elemental carbon, NSL, eutrophication

Inhoud

Samenvatting	11
1 Inleiding	15
2 Methode van concentratie- en depositieberekeningen	17
2.1 Grootschalige concentratie en depositie	17
2.2 Methode in het kort	18
2.2.1 Stap 1 – Berekening grootschalige concentratie en depositie	18
2.2.2 Stap 2 – Kalibratie op metingen	19
2.2.3 Stap 3 – Berekening lokale bijdragen	19
2.3 Verschillen in methode ten opzichte van de 2015-rapportage	20
2.4 Kalibratie concentratiekaarten PM ₁₀ en PM _{2,5}	21
2.4.1 Secundair anorganisch aerosol	21
2.4.2 Kalibratie PM ₁₀ -concentraties	21
2.4.3 Kalibratie PM _{2,5} -concentraties	22
2.4.4 Kalibratie NO ₂ -concentraties	23
2.5 Kalibratie depositie stikstof en potentieel zuur	23
2.6 Modellerings ammoniakemissies uit de zee	24
2.7 Effect actualisatie ruwheids- en landgebruikskaart op stikstofdepositie	24
2.8 Onderzoek naar verbeteringen	25
3 Emissies	27
3.1 Nederlandse emissies: verleden	27
3.2 Actualiteit van de emissies	29
3.3 Buitenlandse emissies: verleden	29
3.4 Scenario's voor toekomstige emissies	29
3.5 Vaststaande en voorgenomen beleidsmaatregelen	31
3.6 SRM1- en SRM2-emissiefactoren	36
3.7 Ramingen NO _x -emissies dieserverkeer	36
3.8 Actualisatie van de ritprofielen voor wegverkeer	37
3.9 Nieuwe gegevens NO _x -emissies containeroverslag	37
3.10 Eemaalvariatie emissies	38
4 Onzekerheden in concentraties en deposities	41
4.1 Dubbeltelling van emissies voor rijkswegen	41
4.2 Onzekerheden historische concentraties	41
4.3 Onzekerheden historische deposities	42
4.4 Onzekerheden scenario's	43
4.5 Onzekerheden en kansen op overschrijdingen	43

5	Grootschalige concentraties en bronbijdragen	45
5.1	GCN-kaarten	45
5.1.1	NO ₂ -concentraties	46
5.1.2	PM ₁₀ -concentraties	49
5.1.3	PM _{2,5} -concentraties	51
5.1.4	O ₃ -concentraties	53
5.1.5	SO ₂ -concentraties	53
5.1.6	CO-, CO (98-percentiel)- en benzeenconcentraties	53
5.2	Opbouw concentraties NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} en SO ₂	53
5.3	Indicatieve grootschalige concentraties van elementair koolstof (EC)	56
5.4	Gezondheidseffecten van luchtverontreiniging	59
6	Evaluatie NO₂-ramingen voor 2015 door de jaren heen	61
6.1	NO _x -emissies	61
6.2	NO _x - en NO ₂ -concentraties	66
7	Grootschalige depositie en bronbijdragen	69
7.1	GDN-kaarten	69
7.1.1	Stikstofdepositie	70
7.1.2	Potentieel-zuurdepositie	73
7.2	Opbouw stikstofdepositie en potentieel-zuurdepositie	75
	Literatuur	77
Bijlage 1	Nederlandse emissies in de scenario's	81
Bijlage 2	Verhouding emissies PM_{2,5}/PM₁₀ en EC/PM_{2,5}	87
Bijlage 3	Meetstations voor kalibratie	89
Bijlage 4	Europese luchtkwaliteitsrichtlijn	91
Bijlage 5	Afkorting	92
Bijlage 6	SRM-emissiefactoren	93

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. Ze worden gebruikt bij de rapportage 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 emissiebestanden en scenario's van de GCN-kaarten dienen als basis voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). Deze rapportage is een update van die uit 2015 en beschrijft hoe de kaarten worden gemaakt, welke emissies zijn gebruikt en wat de veranderingen zijn ten opzichte van de kaarten uit de rapportage van 2015. Ook worden de onzekerheden in de kaarten besproken.

Kaarten van 2015 gebaseerd op feitelijke omstandigheden

Net als in de GCN-rapportages van de afgelopen jaren zijn ook dit jaar kaarten gemaakt voor het jaar 2015. Het grote verschil is dat deze 2015-kaarten in de afgelopen jaren gebaseerd waren op ramingen van de emissies, langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart. De huidige 2015-kaarten zijn gebaseerd op de meest actuele emissies (te weten die van 2014) en meteorologie omstandigheden en gemeten concentraties van 2015.

Concentratiekaarten

Grootschalige NO₂-concentraties voor 2015 veelal lager, maar op sommige plekken hoger dan vorig jaar ingeschat

De GCN-kaart van NO₂ voor het jaar 2015 is gemiddeld over Nederland 0,9 µg m⁻³ lager dan die voor 2014 door lagere gemeten concentraties, als gevolg van lagere NO_x-emissies en meteorologische omstandigheden. De huidige GCN-kaart voor 2015 vertoont voor de meeste locaties lagere concentraties dan de raming in de 2015-rapportage; gemiddeld ongeveer 0,6 µg m⁻³ lager. Deze lagere grootschalige concentraties zijn het gevolg van het gebruik van de actuele gegevens van 2015 in

deze rapportage ten opzichte van ramingen in de rapportage van vorig jaar. Verschillen tussen de emissies van 2014 (gebruikt in deze rapportage voor de kaart van 2015) en de raming van vorig jaar kunnen lokaal verhogingen en verlagingen geven in concentraties. Zo zijn de lokale verhogingen in NO₂-concentratie bij de havens in Rotterdam het gevolg van de emissies van de op- en overslag van containers, die locatie-specifiek in deze rapportage zijn meegenomen. Verder zijn er verhogingen tot ongeveer 1 µg m⁻³ in de buurt van rijkswegen aangezien de NO_x-emissies van 2014 van personenauto's, zoals gebruikt in de berekeningen voor de kaart van 2015, hoger zijn dan de ramingen in de rapportage van vorig jaar.

Ramingen afgelopen 10 jaar van NO₂-concentraties voor 2015 komen overeen met metingen 2015

Sinds 2006 zijn er jaarlijks ramingen gemaakt van de NO₂-concentraties voor 2015. De basis van deze ramingen waren scenario's van de economische ontwikkeling voor Nederland en het buitenland en nationale en Europese beleidsontwikkelingen. De geraamde NO₂-concentraties voor 2015, zoals die sinds 2006 zijn gemaakt, zijn nu vergeleken met (de kaart van) de werkelijke concentraties zoals die voor 2015 zijn gemeten. Het blijkt dat de geraamde concentraties over het algemeen goed overeenkomen met de gemeten waarden voor 2015.

Grootschalige PM₁₀- en PM_{2,5}-concentraties voor 2015 fors lager dan vorig jaar ingeschat

Gemiddeld over Nederland zijn de PM₁₀- en PM_{2,5}-concentraties in de huidige set GCN-kaarten lager dan in die van vorig jaar. De PM₁₀-concentratie van 2015 is gemiddeld 2,7 µg m⁻³ lager dan de raming van vorig jaar en de PM_{2,5}-concentratie gemiddeld 2,1 µg m⁻³ lager. De lagere concentraties zijn het gevolg van de fors lager gemeten waarden in 2015 ten opzichte van de jaren ervoor. De bijtelling voor de bijdrage van de niet-gemodelleerde emissies aan de concentraties is hierdoor voor de 2015-kaart lager dan vorig jaar was geraamd.

Concentratiekaarten gebaseerd op vaststaand en voorgenomen beleid

In overeenstemming met de keuzes van vorig jaar zijn de nieuwe GCN-kaarten van NO₂, fijn stof (PM₁₀, PM_{2,5}) en zwaveldioxide (SO₂) gebaseerd op een scenario met een gemiddelde economische groei in Nederland van 2,5 procent per jaar voor de periode 2015-2020. 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 Infrastructuur en Milieu (IenM) heeft besloten om, net als voorgaande jaren, niet alleen de vaststaande nationale en internationale maatregelen te laten verwerken in de kaarten, maar ook de voorgenomen nationale maatregelen en de afgesproken Europese beleidsdoelstellingen. In het beleid zijn onder andere verwerkt: de verhoging van accijns voor diesel en LPG/CNG van begin 2014, de verhoging van de maximumsnelheid op rijkswegen (naar 130 km/u), 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.

Reductie PM_{2,5}-concentratie in steden op schema

Voor de concentratie van PM_{2,5} geldt een blootstellingsverminderingdoelstelling van 15 procent tussen 2010 en 2020. De doelstelling is bepaald op basis van het gemiddelde van de gemeten niveaus in steden. Als indicatie voor deze doelstelling is in deze rapportage de gemiddelde concentratie in de zes stedelijke agglomeraties in de GCN-kaart van PM_{2,5} als maat genomen. Op basis van het scenario met vaststaand en voorgenomen beleid en relatief hoge economische groei daalt de gemiddelde concentratie in de agglomeraties tussen 2010 en 2020 met 25 procent.

Indicatieve concentraties elementair koolstof (roet) dalen gestaag

Sinds 2011 worden concentratiekaarten van elementair koolstof (EC; roet) bepaald. 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 verkeersemisies aan de gezondheidsrisico's van luchtverontreiniging beter weergeven dan NO₂, PM₁₀ en PM_{2,5}. Maatregelen, vooral de roetfilters bij verkeer, geven ook een grotere relatieve verandering in concentraties van EC dan van PM₁₀ of PM_{2,5}, waardoor EC-concentraties beter inzicht kunnen geven in de effecten van verkeersmaatregelen op de gezondheid.

De berekende EC-concentraties in stedelijke agglomeraties zijn sinds 2011 met ongeveer 9 procent per jaar afgenomen, voornamelijk doordat steeds meer auto's zijn uitgerust met een roetfilter. De EC-concentratie daalt in de scenario's tot 2020 in ongeveer hetzelfde tempo, waarna de daling afvlakt. Als gevolg van de verwachte daling zal de relatieve bijdrage van andere sectoren, zoals houtverbranding, toenemen. Aangezien er nog weinig ervaring is met het modelleren van EC en er pas sinds 2015 over heel Nederland EC-concentraties worden gemeten, worden de kaarten en emissiefactoren gekwalificeerd als indicatief en kunnen ze vooral worden

gebruikt – in relatieve zin – bij het vergelijken van de effecten van maatregelen.

Depositiekaarten

Iets sterkere daling grootschalige stikstofdepositie dan vorig jaar ingeschat

De stikstofdepositiekaarten vertonen lokaal verhogingen in gebieden met intensieve veehouderij, als gevolg van NH₃-emissies, en bij steden, wegen en industrieën als gevolg van NO_x-emissies. De gemiddelde stikstofdepositie over Nederland daalt naar verwachting de komende jaren. Dit komt voor ongeveer de helft door dalende NO_x-emissies uit wegverkeer in Nederland en het buitenland, en voor de andere helft door dalende NH₃-emissies uit de landbouw in Nederland. De nationale NH₃-emissies vertonen een dalend verloop, ondanks een bijtelling naar boven van de hele historische reeks. De depositiedaling gemiddeld over Nederland van 2015 tot 2030 van ongeveer 250 mol ha⁻¹ is wat groter dan de daling van 200 mol ha⁻¹ die vorig jaar werd ingeschat. De grotere daling is het gevolg van de sterkere daling in de geraamde NO_x-emissies van wegverkeer en niet-wegverkeer. De daling in de geraamde NH₃-emissies verschilt niet veel van de inschatting van vorig jaar.

Depositiekaarten gebaseerd op vaststaand en voorgenomen beleid

Ter ondersteuning van de PAS heeft het ministerie van Economische Zaken (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 plus of min 15 tot 20 procent (enkele µg m⁻³) 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 en onderliggende data van stikstofdioxide (NO₂), stikstofoxiden (NO_x), fijn

stof (PM₁₀ en PM_{2,5}), zwaveldioxide (SO₂), ozon (O₃), ammoniak (NH₃), koolmonoxide (CO) en benzeen (C₆H₆) en de depositiekaarten van stikstof en potentieel zuur, zijn beschikbaar op www.rivm.nl/gcn. Tevens zijn hier de indicatieve, grootschalige concentraties 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 NO_2 en PM_{10} . Aan de grenswaarde voor PM_{10} moet nu sinds 11 juni 2011 worden voldaan. Aan de grenswaarde voor 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 ten behoeve van de EU-luchtkwaliteitsrichtlijn en bij planvorming. Deze 2016-rapportage is een update van de rapportage van vorig jaar (Velders et al., 2015).

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 (Koelemeijer et al., 2010). Deze stikstof is afkomstig van emissies naar de lucht van stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH_3) uit binnenlandse en buitenlandse bronnen en wordt gedeponeed 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 ruim 160 Natura 2000-gebieden. Dit Natura 2000-netwerk bestaat uit gebieden die zijn aangewezen onder de Vogelrichtlijn en aangemeld onder de Habitatrictlijn. Beide Europese richtlijnen zijn belangrijke instrumenten om de Europese biodiversiteit te waarborgen. Alle gebieden uit de Vogel- of Habitatrictlijn zijn geselecteerd op grond van het vóórkomen 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; PBL, 2014). 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 heeft hiertoe de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) opgezet welke in 2015 in werking is getreden. Hiervoor is het van belang om inzicht te hebben in de stikstofdepositie in heel Nederland en door welke sectoren, processen en landen daaraan wordt bijdragen. In opdracht van het ministerie van EZ ondersteunt het RIVM het PAS-proces onder andere door middel van 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 NSL-rekentool. 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 en/of onderliggende gegevens 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 het 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 2015 zijn gemaakt, in hoofdstuk 5 (concentraties) en 7 (depositie).

De concentratie- en depositiekaarten en de emissiefactoren voor lokale verkeersberekeningen staan op de RIVM-website (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. De kaarten op de IenM-website hebben een juridisch-formele status.

2

Methode van concentratie- en depositieberekeningen

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 er geen specifieke informatie

beschikbaar is van alle bronnen (locatie en emissiekarakteristieken per weg, woning, enzovoort). In de berekeningen wordt daarom gebruikgemaakt van gegeneraliseerde broneigenschappen. Voor veel puntbronnen en voor de wegen is de locatie waar emissies plaatsvinden wél 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; Sauter et al., 2016; <http://www.rivm.nl/media/ops/OPS-model.pdf>). Er wordt om praktische redenen slechts één kaart (per stof, per jaar) geleverd, die beschikbaar is voor alle modeltoepassingen en die gebaseerd is op bijdragen van alle bekende bronnen in binnen- en buitenland. Dit leidt er wel toe dat dubbeltelling 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 dubbeltelling 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 dubbeltelling.

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; Sauter et al., 2016; <http://www.rivm.nl/media/ops/OPS-model.pdf>); 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, nadat de aerosolconcentraties zijn gekalibreerd aan de metingen, bij elkaar opgeteld. Als invoer voor het model zijn onder andere gegevens nodig over emissies, zoals sterkte, uitworfhoogte 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 milieujaarverslagen, e-MJV), 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 resolutie van 1x1 kilometer om in overeenstemming te zijn met de resolutie van de GCN- en GDN-kaarten. In eerdere rapportages werden de emissies van bepaalde sectoren niet op 1x1 kilometer gebruikt, maar op 5x5 kilometer resolutie om rekentijd te beperken.

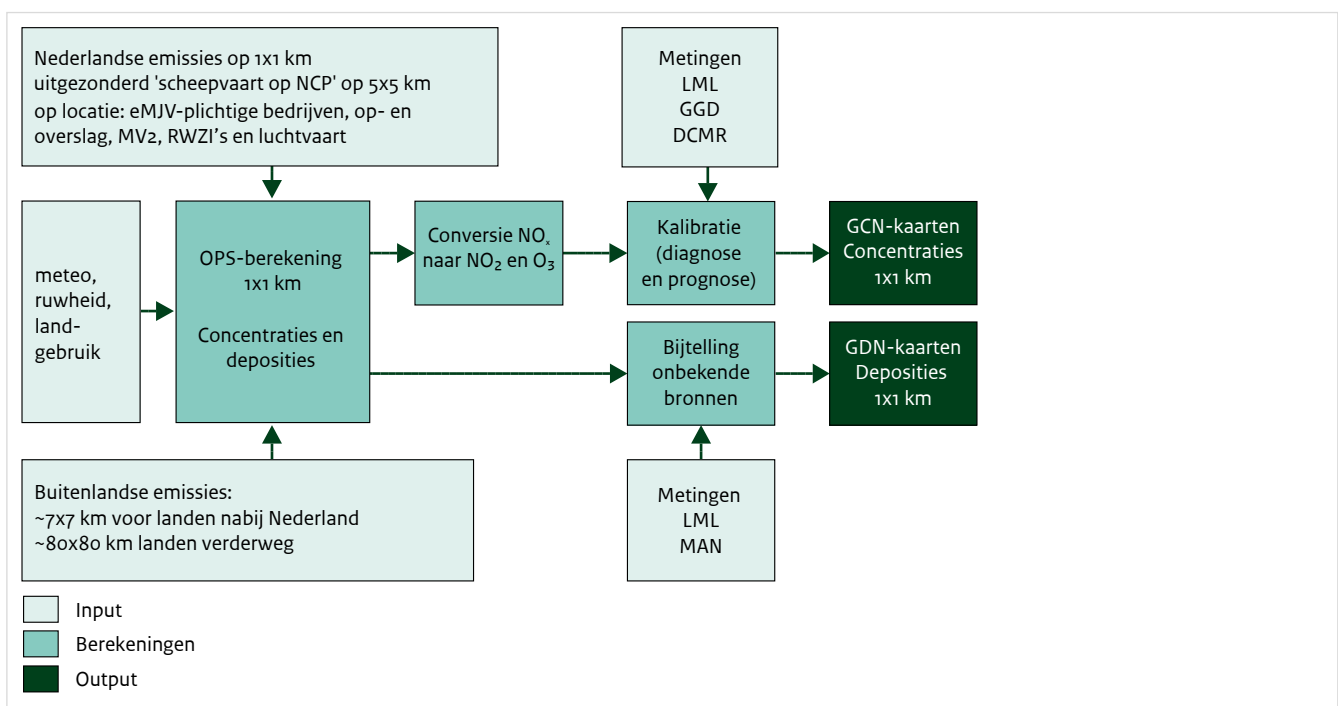
De buitenlandse emissies zijn toegepast op een resolutie van ongeveer 7x7 kilometer voor landen in de nabijheid van Nederland (België, Verenigd Koninkrijk, Luxemburg, Frankrijk, Duitsland en Denemarken) en op een resolutie van ongeveer 80x80 kilometer voor de andere Europese landen.

De zeescheepvaartemissies voor de Noordzee, inclusief het Nederlandse Continentaal Plat, zijn toegepast op een resolutie van 5x5 kilometer; de zeescheepvaartemissies in de Nederlandse havens en binnengaats varend op een resolutie van 1x1 kilometer.

Het OPS-model berekent NO_x -concentraties waaruit met een empirische relatie NO_2 - en O_3 -concentraties worden berekend (Velders et al., 2014).

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

Figuur 2.1 Berekening grootschalige concentratie- en depositiekaarten



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 $PM_{2,5}$ en een in de tijd constant veronderstelde verhouding tussen de emissie van EC en $PM_{2,5}$ per doelgroep in Nederland en het buitenland. Deze verhouding is bepaald door Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek(TNO), in samenwerking met de Emissieregistratie (zie paragraaf 5.3 en Bijlage 2).

Voor berekeningen van gepasseerde jaren wordt voor Nederland gebruikgemaakt van emissies die afkomstig zijn van de ER (zie 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 (zie paragraaf 3.4). Verder wordt de langjariggemiddelde 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 NO_2 -concentratie, 9 procent voor PM_{10} -concentratie (Velders en Matthijsen, 2009) en ongeveer 10 procent voor de stikstofdepositie. Deze fluctuaties worden vermeden door het gebruik van langjariggemiddelde 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, 2016; Mooibroek et al., 2014) van het RIVM, aangevuld met metingen van NO_2 , PM_{10} en $PM_{2,5}$ op stadsachtergrondlocaties in Amsterdam, Zaandam, Badhoevedorp en Spaarnwoude door de GGD-Amsterdam en in Rotterdam 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 PM_{10} , waarvoor de berekende concentraties ongeveer tweederde zijn van de gemeten concentraties en voor $PM_{2,5}$, waarvoor de berekende concentraties driekwart of meer zijn van de gemeten concentraties (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 modelbereke-

ningen 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. 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 PM_{10} - en totale $PM_{2,5}$ -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 in natuurgebieden (Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden, MAN, 2016) en andere gebieden uit het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML, 2016) en de concentratie van ammonium in regenwater (LML, 2016). 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 2016-2030 met de concentratie van onder andere NO_2 , PM_{10} en $PM_{2,5}$ worden wel gecorrigeerd door het historisch geconstateerde verschil tussen metingen en modelberekeningen bij het modelresultaat op te tellen (zie paragraaf 2.4). Ook de depositiekaarten voor toekomstjaren worden gecorrigeerd (zie paragraaf 2.5).

De GCN- en GDN-kaarten zijn begin maart 2016 beschikbaar gesteld aan de ministeries van IenM en EZ en aan derden via de website van het RIVM (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 worden modellen gebruikt die specifiek zijn ingericht voor concentratieberekeningen 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 de 2015-rapportage

Ten opzichte van de methode zoals die begin 2015 (Velders et al., 2015) is gebruikt voor het maken van grootschalige kaarten, zijn de volgende verbeteringen in methoden, modelparameters en metingen doorgevoerd, met als doel een betere beschrijving van de werkelijkheid.

- Versie 4.5.0 van het OPS-model is gebruikt voor de berekeningen die als basis dienen voor deze rapportage. Ten opzicht van versie 4.4.4 zijn twee fouten in de programmatuur hersteld. Eén betrof een fout in de berekening van de verticale dispersie (voor lage bronnen) als functie van de afstand. De invloed hiervan op berekende concentratiebijdragen van een enkele bron is verwaarloosbaar klein. De tweede fout had betrekking op de koppeling van de depositie-module DEPAC en het OPS-model.
- 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 verdelingen voor de berekeningen zijn gebaseerd op de verdelingen voor het jaar 2013 van de ER-rapportage 2015. De ruimtelijke verdeling van de emissies uit stallen is voor zowel de concentratiekaarten als de depositiekaarten gebaseerd op de door Alterra ontwikkelde Geografische Informatie Agrarische Bedrijven (GIAB+). Deze gegevens zijn geactualiseerd op basis van verbeterde gegevens van GIAB+, waarin recente informatie over aantallen dieren en staltypen is meegenomen.
- De collectief geregistreerde nationale emissies zijn voorafgaand aan de berekeningen voor alle sectoren geaggregeerd naar 1x1 kilometer resolutie, waar in voorgaande jaren (Velders et al., 2015) een aantal sectoren was geaggregeerd naar 5x5 kilometer resolutie om rekentijd te besparen. Op 1x1 kilometer resolutie zijn de emissies ruimtelijk realistischer aan de bronnen toegekend. Het gevolg kan zijn dat op sommige plekken hogere lokale concentraties optreden dicht in de buurt van bronnen, waar de bijdrage van deze bronnen vorig jaar was uitgesmeerd over een gebied van 5x5 kilometer.
- De etmaalvariatie in de emissies van vuurhaarden in de landbouw (onder andere de glastuinbouw) en bij huishoudens is verbeterd. Dit is relevant omdat een

emissie overdag, wanneer de verspreidingscondities gunstiger zijn, lagere concentraties geeft dan een emissie in de nacht (zie paragraaf 3.10).

- De verbrandingsemissies van vliegtuigen zijn voor de grotere luchthavens ruimtelijk verdeeld op basis van een dataset van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR).
- De bijschattingen voor de bijdrage van niet-gemodelleerde bronnen aan de PM₁₀- en 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 ruwheidskaart en de landgebruikskaart, die worden toegepast bij de berekening van de droge depositie, zijn geactualiseerd en zijn nu gebaseerd op LGN7 (Hazeu et al., 2014) dat de situatie rond 2012 beschrijft. In de geactualiseerde kaarten is nu ook de informatie opgenomen voor het aangrenzende deel van België en Duitsland. Voor het overige deel van Europa wordt als voorheen gebruikgemaakt van de Europese ruwheidskaart en wordt als landgebruik gras aangenomen. Zie paragraaf 2.7.
- De buitenlandse NH₃-emissies in gridcellen op de grens met Nederland is nauwkeuriger berekend door de betreffende gridcellen op te splitsen en de emissie toe te kennen aan de subcellen die in het buitenland liggen. Dit heeft alleen effect op de stikstofdepositie in natuurgebieden vlak bij de oost- en zuidgrens van Nederland.
- De NO_x-emissies van lichte Euro 6-dieselpersonenauto's zijn verhoogd op basis van nieuwe metingen van TNO (zie paragraaf 3.7).
- In Europa zijn afspraken gemaakt over de invoering van de Real Driving Emissions (RDE-regelgeving) voor Euro 6-personeel en -bestelauto's (zie paragraaf 3.7).
- De ritprofielen (de gemiddelde snelheden en het rijgedrag) van auto's in steden, op buitenwegen en op snelwegen zijn geactualiseerd op basis van een uitgebreide meetcampagne van TNO. De ritprofielen zijn belangrijk voor de SRM-emissiefactoren en voor de nationale verkeersemissies (zie paragraaf 3.8).
- De NO_x-emissies van mobiele werktuigen bij de overslag van containers in de havens zijn in opdracht van de Emissieregistratie door TNO geïnventariseerd en meegenomen in de berekeningen. Dit is een bron die voorheen niet of nauwelijks was meegenomen in de emissie-inventarisatie en dus ook niet in de GCN- en GDN-kaarten. De effecten zijn vooral zichtbaar in de haven van Rotterdam (zie paragraaf 3.9).
- In de GCN-kaarten zijn veranderingen in emissies opgenomen die het gevolg zijn van te verwachten ontwikkelingen op de Tweede Maasvlakte waarbij ook de vermindering van de emissie van zeescheepvaart in

bestaand havengebied, door verplaatsing naar de Tweede Maasvlakte, is meegenomen. De effecten hiervan zijn voor zowel de kaarten van 2015 als die van de zichtjaren 2020-2030 meegenomen.

2.4 Kalibratie concentratiekaarten PM₁₀ en 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 PM₁₀ voor deeltjes met een doorsnee tot 10 micrometer of van PM_{2,5} voor deeltjes met een doorsnee tot 2,5 micrometer. In de huidige berekeningen is het deel van PM₁₀ dat door menselijk handelen in de lucht komt grofweg de helft van de totale gemeten hoeveelheid PM₁₀. Voor PM_{2,5} is het berekende deel grofweg driekwart van de totale gemeten hoeveelheid PM_{2,5}. De bijdrage die afkomstig is door menselijk handelen ontstaat door emissies van primair fijn stof en secundair fijn stof, dat in de lucht wordt gevormd door emissies van NO_x, NH₃ en SO₂. Om een concentratiekaart voor PM₁₀ en PM_{2,5} te kunnen maken, wordt de berekende concentratie gekalibreerd aan de hand van metingen. Voor jaren uit het verleden worden PM₁₀- en 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 vervolgens opgeteld bij het modelresultaat voor de verkenningen.

2.4.1 Secundair anorganisch aerosol

Voor de kalibratie van de concentraties van de ammonium-, nitraat- en sulfaataerosolen zijn berekende waarden vergeleken met metingen voor de jaren 2009-2014. Voor de jaren 2009-2012 zijn metingen beschikbaar op zeven locaties en voor 2013-2014 op vier locaties. De kalibratiefactoren (zie Tabel 2.1) verschillen niet veel van die uit de 2015-rapportage.

2.4.2 Kalibratie PM₁₀-concentraties

Om de berekende PM₁₀- en PM_{2,5}-concentraties beter in overeenstemming te brengen met de gemeten concentraties, wordt een bijtelling gehanteerd om de bijdrage van niet-gemodellerde bronnen aan de concentraties in rekening te brengen. De methode die is toegepast bij deze GCN-rapportage, is hetzelfde als die bij de GCN-rapportage van maart 2015. Zie Matthijsen en Visser (2006) voor een uitvoerige beschrijving van de methodiek, en Beijck et al. (2007) voor de kalibratie van de PM₁₀-metingen van het RIVM.

De bijtellingen voor de PM₁₀-concentratiekaart van 2015 en voor verkenningen zijn weergegeven in Tabel 2.1. De bijtelling voor de PM₁₀-concentratiekaarten van historische jaren verandert van jaar tot jaar. 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 2010-2014. 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 patroon te ontdekken.

De bijtelling voor PM₁₀-concentraties voor prognoses, bepaald met behulp van metingen voor de periode 2010-2014, bedraagt 8,2 µg m⁻³. Deze totale bijtelling is 0,5 µg m⁻³ lager dan die in de 2015-rapportage. Dit is het gevolg van de lager gemeten concentraties in 2015 ten opzichte van het gemiddelde van de voorgaande vijf jaar (zie bijvoorbeeld Figuur 5.6).

- 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 fijnstof-fracties 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 goed in staat om de effecten van antropogene fijnstofepisodes op jaargemiddelde concentraties te beschrijven vanwege de complexiteit van de belangrijkste processen. De bijtelling vangt modeltekorten op. Het vóórkomen 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 geïjkt met metingen die zijn gedaan volgens de Europese referentiemethode. De ijking van de automatische fijnstofmetingen resulteert in gemiddelde omrekeningsfactoren over meerdere jaren. Variaties in ruimte en tijd van de karakteristieken van fijn stof kunnen bijdragen aan de variabiliteit van jaar tot jaar in de bijtelling.

Tabel 2.1 Overzicht kalibratiefactoren voor de aerosolen en bijtellingen voor de PM₁₀- en PM_{2,5}-concentratie

	Kaarten voor 2015	Kaarten voor 2020-2030
NH ₄	Factor 1,5 ^{a,f}	Factor 1,6 ^{c,f}
NO ₃	Factor 1,5 ^a	Factor 1,6 ^c
SO ₄	Factor 2,9 ^a	Factor 3,1 ^c
PM ₁₀	Constante van 6,2 µg m ⁻³ (zie ^b)	Constante van 8,2 µg m ⁻³ (zie ^c)
PM _{2,5}	Constante van 0,8 µg m ⁻³ (zie ^{b,e})	Constante van 2,6 µg m ⁻³ (zie ^{d,e})

- a) Voor de diagnosekaarten zijn de gemeten secundaire aerosolconcentraties in 2009-2014 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2009-2014 en de meteorologie van de jaren 2009-2014. Metingen van 2015 waren niet op tijd beschikbaar voor de kalibratie.
- b) Voor de diagnosekaart van PM_{2,5} en PM₁₀ zijn de gemeten waarden voor 2015 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2014 en de meteorologie van het jaar 2015.
- c) Voor prognosekaarten zijn de gemeten secundaire aerosolconcentraties voor de jaren 2010-2014 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2010-2014 met de langjariggemiddelde meteorologie.
- d) Voor prognosekaarten van PM_{2,5} en PM₁₀ zijn de gemeten waarden voor de jaren 2010-2014 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2010-2014 en de langjariggemiddelde meteorologie.
- e) De bijdragen van de aerosolen in de PM_{2,5}-concentratie worden net als voorheen verkregen door de gekalibreerde PM₁₀-aerosolconcentraties te vermenigvuldigen met 1,0 voor ammonium, 0,8 voor nitraat en 0,9 voor sulfaat (Matthijssen en Ten Brink, 2007)
- f) In de analyse van ammonium (NH₄) is station de Zilk weggelaten omdat een bijdrage van ammoniak uit zee apart wordt berekend en dit onrealistisch hoge ammoniumconcentraties op locatie de Zilk geeft.

2.4.3 Kalibratie PM_{2,5}-concentraties

In de Europese richtlijn voor luchtkwaliteit (zie Bijlage 4) staan grens- en richtwaarden voor de PM_{2,5}-concentratie. De fractie PM_{2,5} bevat vooral de deeltjes die ontstaan door condensatie van verbrandingsproducten of door reactie van gasvormige luchtverontreiniging. De fractie fijn stof groter dan PM_{2,5} 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_{2,5}. 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} gezondheidkundig van groter belang is dan PM₁₀. De PM_{2,5}-fractie is directer verbonden met de door mensen veroorzaakte emissie van fijn stof dan PM₁₀ 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 PM₁₀. De komende decennia zijn nieuwe inzichten te verwachten over de onschadelijkheid van specifieke

onderdelen van PM₁₀ 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 µm) die voornamelijk vrijkomen bij de verbranding van benzine en diesel (zie paragraaf 5.3). Er zijn geen normen vastgesteld voor toelaatbare concentraties EC.

Net als bij PM₁₀ 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, GGD-Amsterdam en de DCMR, een netwerk opgezet met automatische referentiemonitoren. Deze metingen 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 PM₁₀ (zie paragraaf 2.4.2). De bijtellingen voor de PM_{2,5}-concentratiekaart van 2015 en voor verkenningen zijn weergegeven in Tabel 2.1. De bijtelling voor PM_{2,5}-concentraties voor prognoses, die zijn bepaald met behulp van metingen voor de periode 2010-2014, bedraagt 2,6 µg m⁻³. Deze totale bijtelling is 0,3 µg m⁻³ lager dan die in de 2015-rapportage door lager gemeten concentraties (zie bijvoorbeeld Figuur 5.9). De bijtelling voor de PM_{2,5}-concentratie lag voor de jaren 2011 tot en met 2014 tussen 2,6 en 3,0 µg m⁻³, maar is slechts 0,8 µg m⁻³ voor de kaart van 2015. Deze lage bijtelling komt door de lage gemeten concentraties (zie

Figuur 5.9), welke maar voor een klein deel door het OPS-model en de bijbehorende emissies gereproduceerd kan worden.

Doordat de berekende grootschalige $PM_{2,5}$ -concentraties worden gekalibreerd aan de hand van de metingen, vormt de onzekerheidsmarge van circa $2,5 \mu\text{g m}^{-3}$ de totale onzekerheid in de gemiddelde grootschalige $PM_{2,5}$ -concentratie.

2.4.4 Kalibratie NO_2 -concentraties

De GCN-kaarten van onder andere NO_2 worden jaarlijks vergeleken en gekalibreerd aan de hand van gemeten waarden. De kalibratie gebeurt al langere tijd voor de kaart van een gepasseerd jaar en sinds de 2014-rapportage ook voor scenario's. Voor de meeste locaties, zowel regionaal als stadsachtergrond, overschat het model de berekende waarden. Gemiddeld over alle stations is de overschatting $1,4 \mu\text{g m}^{-3}$ voor de periode 2010-2014. Op de stadsachtergrondlocaties in de regio Amsterdam is de overschatting groter (gemiddeld ongeveer $3 \mu\text{g m}^{-3}$), terwijl er gemiddeld minder verschil tussen gemeten en berekende waarden is in de regio Rotterdam ($0,5 \mu\text{g m}^{-3}$ overschatting door OPS-model) voor de periode 2010-2014.

Voor de correctiekaart voor prognoses zijn gemeten waarden voor de jaren 2010-2014 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2010-2014 en de langjarig gemiddelde meteorologie. Als er voor ten minste drie van de vijf jaar meetgegevens beschikbaar zijn, worden die meegenomen in de vergelijking.

2.5 Kalibratie depositie stikstof en potentieel zuur

Op de NH_x -depositie die is berekend met het OPS-model vindt een correctie (zie 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. De correctie is hetzelfde als de bijtelling waarover in voorgaande GCN-rapportages (Velders et al., 2014) werd beschreven. Met deze correctie 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 correctie heeft als voordeel dat de totale berekende depositie minder gevoelig wordt voor toekomstige veranderingen in het OPS-model. Anderzijds kan deze correctie ook een overschatting van de depositie

inhouden, doordat het verschil tussen gemeten en berekende concentraties ook het gevolg kan zijn van onzekerheden en onvolkomenheden in de modellering, zoals in de parametrisatie van de depositiesnelheid.

Bij het vergelijken van berekende en gemeten waarden is in principe eenzelfde methode toegepast bij de bepaling van de correcties voor droge en natte depositie van NH_x als voor de bijtellingen voor PM_{10} en $PM_{2,5}$. Voor de correctie bij prognoses zijn OPS-berekeningen van 2010-2014 uitgevoerd, met Nederlandse emissies van 2010-2014 en de langjarig gemiddelde meteorologie en vergeleken met metingen voor dezelfde jaren.

Sinds GCN2015 worden voor de kalibratie van de droge depositie van NH_x de NH_3 -concentratie metingen op 7-8 LML locaties meegenomen plus de metingen in natuurgebieden in het MAN. Sinds 2005 vinden metingen van NH_3 -concentratie in natuurgebieden plaats met behulp van passieve samplers. Momenteel wordt er op meer dan tweehonderd natuurlocaties NH_3 gemeten. Deze metingen worden geïjkt met metingen op de 6 LML-locaties.

Ook vinden correcties (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 redelijk goed overeen met de metingen. De correctie voor de totale stikstofdepositie is een ruimtelijk variërende kaart over Nederland van gemiddeld ongeveer $-140 \text{ mol ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ voor prognoses. De correctie voor de kaart van 2015 bedraagt gemiddeld ongeveer $-185 \text{ mol ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$. Deze correcties zijn groter (negatiever) dan vorig jaar (Velders et al., 2015) voornamelijk omdat er nu meer gebieden met MAN-metlocaties zijn meegenomen in de kalibratie van de droge depositie van NH_3 dan vorig jaar.

Voor de depositie van potentieel zuur vinden naast de stikstofcorrecties nog extra correcties plaats voor het in rekening brengen van onverklaarde depositie van SO_x en van halogene en organische zuren (zie Tabel 2.2). De correctie is een ruimtelijk variërende kaart over Nederland van gemiddeld ongeveer $+240 \text{ mol ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ voor prognoses en ongeveer $+195 \text{ mol ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ voor de kaart van het jaar 2015.

Tabel 2.2 Overzicht correcties depositie

	Droge depositie	Natte depositie
Stikstofdepositie en potentieel-zuurdepositie		
NH _x	2015-kaart: berekende 2015-depositie ¹ vermenigvuldigen met (0.714-1). Dit komt overeen met gemiddeld -255 mol ha ⁻¹ jaar ⁻¹ .	2015-kaart: 20 mol ha ⁻¹ jaar ⁻¹ (zie ¹)
	Prognosekaarten: berekende 2014-depositie ² vermenigvuldigen met (0.74-1). Dit komt overeen met gemiddeld -210 mol per hectare per jaar.	Prognosekaarten: 48 mol ha ⁻¹ jaar ⁻¹ (zie ²)
NO _y	25 mol ha ⁻¹ jaar ⁻¹ (zie ³)	25 mol ha ⁻¹ jaar ⁻¹ (zie ³)
Potentieel-zuurdepositie (als H⁺)		
SO _x	50 mol ha ⁻¹ jaar ⁻¹ (zie ³)	50 mol ha ⁻¹ jaar ⁻¹ (zie ³)
Halogenen en organische zuren	85 mol ha ⁻¹ jaar ⁻¹ (zie ³)	195 mol ha ⁻¹ jaar ⁻¹ (zie ³)

- 1) Voor de kalibratie van de 2015-kaart zijn voor de droge depositie de gemeten NH₃-concentraties uit het LML en het MAN voor 2010-2014 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2010-2014 en de meteorologie van de jaren 2010-2014 (metingen uit het MAN voor 2015 zijn pas in de loop van 2016 beschikbaar). Als er voor ten minste drie van de vijf jaar meetgegevens beschikbaar zijn, worden die meegenomen in de vergelijking. Ook voor de natte depositie waren de metingen van 2015 niet op tijd beschikbaar. Voor de correctie zijn daarom de gemeten ammoniumconcentraties in regenwater in 2010-2014 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2010-2014 en de meteorologie van de jaren 2010-2014.
- 2) Voor prognoses zijn gemeten waarden voor de jaren 2010-2014 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2010-2014 en de langjarig gemiddelde meteorologie. Als er voor ten minste drie van de vijf jaar meetgegevens beschikbaar zijn, worden die meegenomen in de vergelijking. De correctie is toegepast op de berekening met 2014-emissies en de langjarig gemiddelde meteorologie.
- 3) Gebaseerd op Buijsman (2008).

2.6 Modellerings ammoniakemissies uit de zee

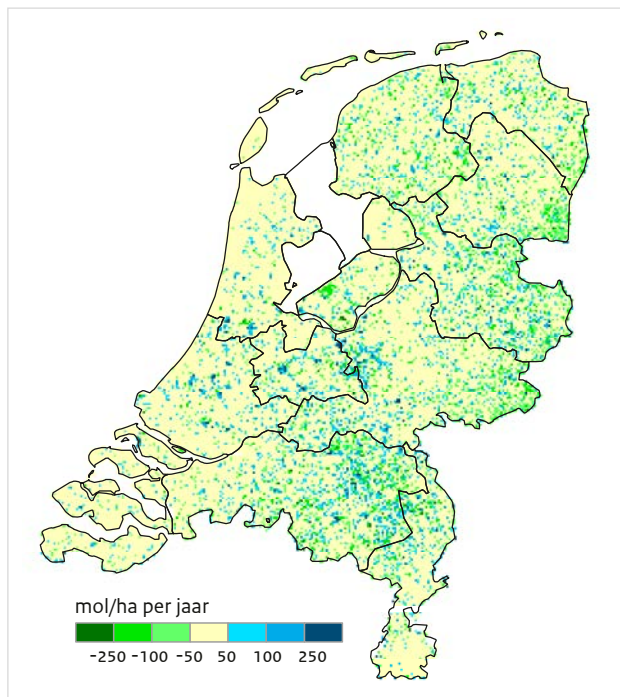
In de GCN-rapportage van 2013 is besproken dat de met het OPS-model berekende ammoniakconcentraties voor de duinen aanzienlijk lager waren dan dat de metingen in het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN) aangaven. Op basis van onderzoek van Noordijk et al. (2014) is vanaf de 2014-rapportage een emissiebron van ammoniak op zee meegenomen in de berekeningen met het OPS-model. De bron bedraagt in totaal ongeveer 30 miljoen kilogram voor het huidige gemodelleerde emissiegebied. De totaal benodigde emissie die nodig is om de berekende NH₃-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 NH₃-concentraties in de duinen, maar – indien meegenomen – verhogen ze wel de totale NH₃-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 10 tot 15 miljoen kilogram NH₃-emissie) voor ongeveer 95 procent bij aan de NH₃-concentratie in de duinen. De ammoniakmetingen en de berekeningen met het OPS-model liggen nu dicht bij elkaar, gemiddeld over verschillende delen van het kustgebied.

2.7 Effect actualisatie ruwheids- en landgebruikskaart op stikstofdepositie

De ruwheidskaart en de landgebruikskaart, die worden toegepast bij de berekening van de droge depositie in de DEPAC-module, zijn geactualiseerd en zijn nu gebaseerd op LGN7 (Hazeu et al., 2014) dat de situatie rond 2012 beschrijft. In de geactualiseerde kaarten is nu ook de informatie opgenomen voor het aangrenzende deel van België en Duitsland (afgeleid van Corine Land Cover, versie 2006; <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2006-raster-3>). Voor het overige deel van Europa wordt als voorheen gebruikgemaakt van de Europese ruwheidskaart en wordt als landgebruik gras aangenomen.

Het effect van de nieuwe kaarten op de droge depositie van stikstof wordt getoond in Figuur 2.2. Voor bijna 80 procent van het Nederlandse grondgebied is de verandering kleiner dan 50 mol ha⁻¹ jaar⁻¹. Grotere veranderingen, zowel naar beneden als naar boven, treden op in de bekende ammoniakemissiegebieden. Doorgaans zijn deze veranderingen begrensd tot 250 mol ha⁻¹ jaar⁻¹; incidenteel treden er grotere veranderingen op tot maximaal 1500 mol ha⁻¹ jaar⁻¹. Langs de grens met Duitsland daalt de depositie met waarden tussen 50 en 100 mol ha⁻¹ jaar⁻¹; dit als gevolg van het rekenen met het werkelijk landgebruik in het aangrenzende deel van Duitsland in plaats van overal (default) gras als landgebruik te nemen.

Figuur 2.2 Effect van de actualisering van de ruwheids- en landgebruikskartaar op de droge depositie van stikstof



Een negatief getal betekent dat de depositie berekend met de geactualiseerde kaartenbijdrage nu lager is dan berekend met de oude kaarten op basis van de aannames in de 2015-rapportage.

2.8 Onderzoek naar verbeteringen

De berekende concentratie- en depositiekaarten 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 2016 aandacht aan zal worden besteed, betreft:

- de NO_2 -concentraties in glastuinbouwgebieden door middel van analyse van lokale metingen met palmesbuisjes;
- het verschil tussen de gemeten en de met het OPS-model berekende concentraties van secundair anorganisch aerosol;
- het verschil tussen gemeten en berekende NO_x - en NO_2 -concentraties (zie paragraaf 2.4.4);
- de bijdrage van secundair organisch aerosol en condensables aan de fijnstofconcentraties.

Mits op tijd afgerond, zullen de resultaten van deze onderzoeken worden meegenomen in de GCN- en GDN-kaarten die in 2017 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 Centre on 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 gebruikgemaakt 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 Besluit emissie-eisen stookinstallaties (BEES). 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 e-MJV 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 al is 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 naar 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 energie-statistieken van het CBS. Bij bronnen waarbij de emissie door vervluchtiging tot stand komt, zoals NH₃-emissies bij landbouw, is het meteo-effect niet verdisconteerd in de emissies, maar 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).

Tabel 3.1 Nederlandse emissies (miljoen kilogram) gebruikt voor de verkenningen¹

Stof		Oude verkenningen ²		Nieuwe verkenningen ³	
		GCN/GDN2015		GCN/GDN2016	
		Voorgenomen beleid bovenraming (BBR)	Voorgenomen beleid onderraming (BOR)	Voorgenomen beleid referentieraming (BRR)	Voorgenomen beleid bovenraming (BBR)
NO _x	2014 ⁴		224	224	224
	2020	194	166	172	177
	2025	187	142	150	158
	2030	179	116	126	137
PM ₁₀	2014 ⁴		26	26	26
	2020	27	24	24	25
	2025	28	23	24	25
	2030	28	22	24	26
PM _{2,5}	2014 ⁴		12	12	12
	2020	11	10	10	11
	2025	11	9	10	11
	2030	12	9	9	11
SO ₂	2014 ⁴		29	29	29
	2020	33	28	30	32
	2025	34	28	30	33
	2030	34	27	30	33
NH ₃	2014 ⁴		134	134	134
	2020	124	123	127	128
	2025	123	117	122	126
	2030	122	111	118	123

1) Let op: De emissies voor de onder- en bovenramingen (BOR en BBR) zijn gebaseerd op een bandbreedte in economische groei. Per sector kan dit echter verschillend uitpakken en de emissies kunnen elkaar dus deels compenseren. De totale nationale emissies zijn dus niet per se de som van de sectorale emissies.

2) GCN-rapportage van 2015 (Velders et al., 2015).

3) Huidige GCN-rapportage van 2016.

4) Voor de kaarten van 2015 zijn de definitieve nationale emissies van 2014 gebruikt. In de berekeningen zijn deze gecombineerd met buitenlandse emissies van 2013 en meteorologische gegevens en gemeten concentraties van 2015. De hier vermelde emissies zijn gebruikt in de berekeningen.

Afhankelijk van de stof is de onzekerheid van de emissietotalen in Nederland relatief klein tot relatief groot. Voor een stof als 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 wagenparksamenstelling en aantallen gereden kilometers, en zijn relatief onzeker. De onzekerheid (bij 95 procent betrouwbaarheid) in de totale nationale emissies van NO_x , NH_3 en SO_2 wordt respectievelijk geschat op 15, 17 en 6 procent (Van Gijlswijk et al., 2004). De onzekerheid van de PM_{10} -emissies uit de bekende emissiebronnen is minimaal 20 procent (Harmelen et al., 2004).

3.2 Actualiteit van de emissies

In december 2015 zijn door de ER de definitieve emissietotalen voor Nederland vastgesteld over 2014. Deze hebben de bedrijven in april 2015 aan het bevoegd gezag geleverd. Deze emissies over 2014 zijn gebruikt in de berekeningen van de GCN- en GDN-kaarten voor het jaar 2015. Aangezien de ruimtelijke verdelingen behorende bij deze 2014-emissies pas rond de zomer van 2016 beschikbaar komen, zijn de verdelingen voor 2013 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 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 doordat 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 het CEIP (2015). Voor de huidige rapportage van de GCN-kaarten van het jaar 2015 zijn de emissies van het

jaar 2013 gebruikt, welke ook in de modellen van het European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) zijn toegepast. Dit zijn de meest recente definitieve emissiecijfers voor het buitenland. De EMEP-emissiedata zijn gebaseerd op de officiële emissies die zijn gerapporteerd aan de United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) door alle landen in Europa in het kader van de Convention on Long Range Transboundary Air Pollution. Het 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

Nationale emissies voor de verkenningen zijn gebaseerd op de Nationale Energieverkenning 2015 (NEV, 2015) van het ECN en PBL (Schoots en Hammingh, 2015). Deze verkenning schetst een beeld van de te verwachten ontwikkelingen in energiegebruik en emissies in Nederland tot 2030, inclusief het effect van het al vaststaande beleid en van voorgenomen beleidsmaatregelen op het gebied van lucht, energie, verkeer en landbouw. De ramingen bevatten naast emissies van broeikasgassen ook prognoses voor luchtverontreinigende stoffen. Deze ramingen zijn in detail beschreven in Smeets et al. (2016). De ontwikkeling van de emissies is niet alleen afhankelijk van het nationale en Europese beleid, maar ook van autonome maatschappelijke en economische ontwikkelingen.

De nieuwe 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 2015-2030 is verondersteld (zie Tabel 3.2) (Smeets et al., 2016). In de middenraming wordt uitgegaan van een gemiddelde economische groei (van het bruto binnenlands product) van +1,75 procent per jaar voor 2013-2030 (Schoots en Hammingh, 2015; Drissen, 2016). Deze economische ontwikkeling is vergelijkbaar met de gemiddelde groei van +1,7 procent per jaar tot 2020 en +1,4 procent per jaar tot 2030 zoals die vorig jaar in de scenario's voor de GCN 2015-rapportage is gebruikt.

In de raming wordt, net als in voorgaande rapportages, uitgegaan van een bandbreedte in economische groei. Dit geeft een groei van ongeveer 0,8 procent per jaar voor de onderraming (OR) en ongeveer 2,5 procent per

Tabel 3.2 Overzicht scenario's

Scenario		Economische groei (BBP-groei) 2013-2030 ¹	
Vaststaand en voorgenomen beleid			
BOR	Beleid onderraming	gemiddeld 0,8% per jaar per jaar	
BRR	Beleid referentieraming	gemiddeld 1,75% per jaar	2016-2020: 1,8 % per jaar 2021-2025: 2,1 % per jaar 2026-2030: 1,4 % per jaar
BBR (= GCN en GDN)	Beleid bovenraming	gemiddeld 2,5% per jaar	
Nationaal beleid		Zie Tabel 3.3	
Emissie voor buitenland		2020: emissieplafond volgens het herziene Gotenburg Protocol	2025: interpolatie 2020 en 2030 2030: baseline IIASA (2015)

1) Drissen (2016)

jaar voor de bovenraming (BR) voor 2015-2030. De groeicijfers in de boven- en onderraming zijn min of meer gelijk aan die uit de 2015-rapportage (Velders et al., 2015). 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.
- 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.
- 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 met relatief hoge economische

groei (2,5 procent per jaar) plus vaststaand en voorgenomen Nederlands en Europees beleid (BBR-scenario) de basis van de grootschalige concentratie- en depositiekaarten (GCN- en GDN-kaarten) voor de rapportage van 2016 vormt (zie paragraaf 3.5). 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 Gotenburg Protocol liggen (zie http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.html). In de scenario's voor GCN2016 is nationaal verondersteld dat het kabinet ook de voorgenomen beleidsmaatregelen uitvoert. Doordat de afgelopen jaren veel beleid al is aangenomen en momenteel in de uitvoeringsfase zit (of al is afgerond) is het aantal voorgenomen beleidsmaatregelen met betrekking tot luchtkwaliteit en stikstofdepositie momenteel minder dan een aantal jaren geleden. De voorgenomen nationale maatregelen betreffen nu vooral die in het NSL en de PAS.

Bij meenemen van voorgenomen beleid 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 doordat de effecten van deze maatregelen relatief gering zijn in termen van nationale emissies, zijn ook de risico's beperkt.

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 emissie-totalen per sector. Deze worden op dezelfde wijze ruimtelijk verdeeld als de emissies die voor de kaarten van 2015 zijn gebruikt. Nieuwe of geplande infra-structurele projecten worden niet locatie-specifiek meegenomen in de ruimtelijke verdeling van de geraamde emissies. Hierop zijn twee uitzonderingen:

1. Voor wegverkeer zijn net als in de 2015-rapportage de gegevens voor het jaar 2015 uit de Monitorings-tool2013 gebruikt. Deze kaart is gebruikt om de emissies ruimtelijk te verdelen voor het jaar 2015 en ook voor de zichtjaren 2020, 2025 en 2030.
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. Deze gegevens zijn identiek aan de 2015-rapportage (Velders et al., 2015).

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 2013 (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 5.3 en Bijlage 2).

3.5 Vaststaande en voorgenomen beleidsmaatregelen

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 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 van kracht geworden 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. De Euro 6-normen leggen sinds 2014/2015 strengere eisen op aan de NO_x -emissies van nieuwe dieselauto's. De Euro VI-normen gelden vanaf 2013/2014 en leggen strengere 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.

Het kabinet (de ministeries van IenM en EZ) hebben de keuze gemaakt dat de bovenraming met vaststaand en voorgenomen beleid (BBR-scenario) de basis vormt van deze GCN- en GDN-kaarten (rapportage-2016). Het kabinet heeft ook gekozen voor het pakket van voorgenomen beleidsmaatregelen.

Voor een gedetailleerde beschrijving van het vaststaande en voorgenomen beleid dat is meegenomen in de ramingen wordt verwezen naar de rapportage van de Nationale Energieverkenning 2015 (Schoots en Hammingh, 2015) en bijbehorende achtergrondrapportages over de emissieramingen luchtverontreinigende stoffen (Smeets et al., 2016) en over de ramingen voor verkeer en vervoer (Geilenkirchen et al., 2016). Hier volgt een overzicht van de belangrijkste aannames en maatregelen uit het vaststaande en voorgenomen beleid (zie Tabel 3.3; Bijlage 1 voor de emissies per sector):

- **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 geldt er een aanscherping van de NO_x-emissienorm voor nieuwe motoren van circa 20 procent vanaf 2011.

- **NECA Noordzee.** In de IMO-regelgeving wordt tevens de mogelijkheid geboden om emissiebeheersgebieden aan te wijzen voor NO_x (NO_x Emission Control Areas, ofwel NECA's). In deze gebieden geldt voor nieuwe motoren een aanscherping van de NO_x-emissienorm van ruim 70 procent. De Noordzee wordt op termijn mogelijk als NECA aangewezen, maar de besluitvorming hierover is nog niet afgerond. De Noordzeelanden en de Oostzeelanden werken momenteel aan een parallelle NECA-aanvraag voor de Noordzee en Oostzee. Als die aanvraag wordt goedgekeurd door de IMO, dan moeten vanaf 2021 alle nieuwe schepen op de Noordzee voldoen aan de strengere NO_x normen. In de verkenningen is nog geen rekening gehouden met een NO_x-emissiebeheersgebied op de Noord- en Oostzee.
- **Raming emissies Noordzee.** De raming van de emissies van de zeescheepvaart op de Noordzee (buiten het Nationaal Continentaal Plat) zijn net als in de 2015-rapportage gebaseerd op een studie van het VITO (2013).
- **Euro 6-emissienormen voor licht wegverkeer.** De Euro 6- emissienormen gelden sinds september 2015 voor alle nieuwe personenauto's en lichte bestelauto's. Vanaf september 2016 moeten ook zware bestelauto's aan de Euro 6-norm voldoen. Metingen van TNO (Heijne et al., 2016a) laten zien dat de NO_x-emissies van de eerste generatie Euro 6- dieselpersonenauto's in de praktijk circa 2 tot 8 keer hoger liggen dan de Euro 6-norm.
- **RDE-regelgeving voor Euro 6-auto's.** Begin 2016 zijn in Europa afspraken gemaakt over de invoering van de Real Driving Emissions (RDE)-regelgeving. Met deze RDE-regelgeving wordt de uitstoot van Euro 6-voertuigen ook onder praktijkomstandigheden gemaximeerd. Deze RDE-regelgeving is meegenomen als voorgenomen beleid. De RDE-regelgeving wordt in twee stappen ingevoerd:
 1. Vanaf 2017 geldt voor nieuwe autotypen die voor het eerst op de Europese markt komen een conformity factor van 2,1. Dit betekent dat de NO_x-emissie in de praktijk maximaal 110% hoger mag zijn dan de emissienorm. Vanaf september 2019 geldt deze factor voor alle nieuwe auto's die in de EU worden verkocht.
 2. Vanaf 2020 wordt de conformity factor verlaagd naar 1,5 voor nieuwe autotypen. Een jaar later geldt deze factor voor alle nieuwe auto's die in de EU worden verkocht.In de 2015-rapportage was al geanticipeerd op de invoering van RDE-regelgeving met een inwerking-treding vanaf 2020 voor personenauto's en vanaf 2021

voor bestelauto's en een conformity factor van 2,0. Het akkoord van begin 2016 bevat dus strengere eisen dan vorig jaar is verondersteld, daarom is de NO_x-emissiefactor voor Euro 6 dieselauto's vanaf 2020/2021 verlaagd ten opzichte van de 2015-rapportage.

- **Euro VI-emissienormen zwaar wegverkeer.** Sinds begin 2014 moeten alle nieuwe vrachtauto's, trekkers en autobussen voldoen aan de Euro VI-emissienormen. Naast de emissienorm is ook de testprocedure voor Euro VI-voertuigen aangescherpt. De voertuigen moeten ook op de weg worden getest (RDE-regelgeving). Metingen aan Euro VI-vrachtauto's en trekkers tonen aan dat de NO_x-emissies niet alleen in de testprocedures, maar ook in de dagelijkse praktijk erg laag zijn en onder de emissienorm blijven (Heijne et al., 2016a).
- **Ramingen NO_x-emissies dieselauto's.** De ramingen van de NO_x-emissies van dieselpersonen- en bestelauto's zijn geactualiseerd op basis van de uitkomsten van de meetprogramma's van TNO (Kadijk et al., 2015a, Heijne et al., 2016a). Zie paragraaf 3.7.
- **Ritprofielen.** De ritprofielen (de gemiddelde snelheden en het rijgedrag) van auto's in steden, op buitenwegen en op snelwegen zijn geactualiseerd op basis van een uitgebreide meetcampagne van TNO. De ritprofielen zijn belangrijk voor de SRM-emissiefactoren en voor de nationale verkeersemissies (zie paragraaf 3.8).
- **Snelhedenbeleid.** Invoering van een maximumsnelheid van 130 km/uur op rijkswegen (zie Velders et al., 2013).
- **De emissie van NO_x die vrijkomt uit mestopslag** is meegenomen in de berekeningen (zie Velders et al., 2012). NO_x-emissies die vrijkomen bij de opslag van mest (ongeveer 3 miljoen kilogram in 2014) worden officieel door Nederland gerapporteerd aan de UNECE en tellen mee voor onder andere het NO_x-emissieplafond van Nederland. NO_x-emissies uit landbouw en niet-landbouwbodems (geschat op 21 miljoen kilogram in 2014, zie www.emissieregistratie.nl) zijn bronnen die Nederland in 2011 voor het eerst heeft gerapporteerd aan de UNECE, maar tellen niet mee voor het NO_x-emissieplafond. Vanwege de grote onzekerheid in de NO_x-emissies worden ze niet meegenomen in de verspreidingsberekeningen, maar impliciet verwerkt in de kalibratie van de kaarten.
- **SO₂-emissieplafond.** Handhaving van het SO₂-emissieplafond voor de energiesector op 13,5 miljoen kilogram in 2010 en daarna, maar de emissie van deze sector lag in 2014 en in de raming voor 2020-2030 daar al ruim onder.
- **Flankerend beleid.** De effecten van flankerend beleid op landelijke emissies, zoals milieuzonering en differentiatie van parkeertarieven naar milieukeurmerken van voertuigen, zijn onbekend en niet verwerkt in de

Tabel 3.3 Maatregelenoverzicht op basis van het vaststaand en voorgenomen nationaal, Europese en mondiale beleid¹

	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NH ₃
Mondiaal beleid					
Aanscherping IMO-eisen voor zeescheepvaart	x	x	x	x	
Europees beleid					
Euro-normen voor personen- en bestelauto's tot en met Euro 6	x	x	x		
RDE-regelgeving Euro 6-dieselpersonen- en bestelauto's ²	x				
Euro-normen voor zwaar verkeer tot en met Euro VI (inclusief RDE)	x	x	x		
Emissienormen voor mobiele machines, railvoertuigen (diesel) en binnenvaart tot en met Stage-IV	x	x	x		
Stage-V emissienormen voor mobiele machines, railvoertuigen (diesel) en binnenvaart (conform voorstel van september 2015) ²	x	x	x		
Herziening brandstofkwaliteitsrichtlijn binnenvaart en mobiele werktuigen (10 ppm zwavel per 1 jan 2011)				x	
Nederlands beleid					
Stimulering roetfilters nieuwe dieselpersonenauto's 2005-2010		x	x		
Convenant beperking fijnstofuitstoot lichte bedrijfsauto's		x	x		
Stimulering Euro 6-personeelauto'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 SO ₂ (16 miljoen kg)		x	x	x	
Afspraken met elektriciteitsproducenten over plafond voor SO ₂ (13,5 miljoen kg in 2010 tot 2020)				x	
Afschaffing NO _x -emissiehandel vanaf 2014	x				
Aanscherping Besluit emissie-eisen middelgrote stookinstallaties (BEMS) per 1 april 2010	x				
Energieakkoord voor duurzame groei ²	x	x	x	x	
Luchtwassers stallen intensieve veehouderij (algemene subsidie + subsidieregeling gericht op sanering van pluimveestallen die overschrijding van PM ₁₀ -grenswaarden veroorzaken)		x	x		x
Besluit huisvesting – emissiearme stallen verplicht in intensieve veehouderij vanaf 2012		x	x		x
Emissiearm aanwenden – verbod op gebruik 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 (SER, 2013)	x	x	x	x	
Vervangingsregeling bestelauto's ²	x	x	x		
Subsidie sanering fijnstof emissies pluimveestallen		x	x		
Meststoffenwet (verschillende onderdelen)					x
Reductie stalemissies melkvee met voermanagement en stalmaatregelen (PAS)					x
Aanscherping maximale emissiewaarden besluit huisvesting (PAS)		x			x
Aanscherping aanwendingsvoorschriften (PAS)					x
Voorstel richtlijn emissie-eisen middelgrote stookinstallaties ²	x				
Taakstelling fijn stof bij de industrie (emissieplafond) ^{2,3}		x	x		
Aanscherping SO ₂ -emissieplafond raffinaderijen (14,5 miljoen kg in 2010 op basis van afspraak met vergunningverleners) ^{2,4}				x	
Beperking groei Schiphol (uitvoering advies Alderstafel middellange termijn) ^{2,5}	x	x	x		

1) Het vaststaand en voorgenomen beleid is en détail beschreven in Schoots en Hammingh (2015).

2) Deze maatregelen kunnen worden beschouwd als voorgenomen beleid.

3) De taakstelling PM₁₀ 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). In de raming zijn de emissies al onder de sectorplafonds.

4) In de raming zijn de emissies al onder het sectorplafond.

5) 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). Een 50/50-benadering is toegepast voor 2030.

scenario's. Naar verwachting zijn de effecten van deze maatregelen op landelijke emissies erg klein.

- PAS maatregelen.** Van onderstaande drie landbouwmaatregelen uit de PAS, die in de loop van 2015 van kracht zijn geworden, zijn de effecten meegenomen. De maatregelen worden genoemd in een brief van de staatssecretaris van Economische Zaken aan de Tweede Kamer van 15 december 2011. De in deze rapportage gehanteerde effectinschattingen zijn voor 2020 grofweg hetzelfde als dat destijds is ingeschat. De maatregelen betreffen:
 - Voer- en managementmaatregelen in met name de melkveehouderij. Effect op de emissies vanaf 2020.
 - Het aanscherpen van de eisen voor het emissiearm aanwenden van dierlijke mest.
 - Het 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.

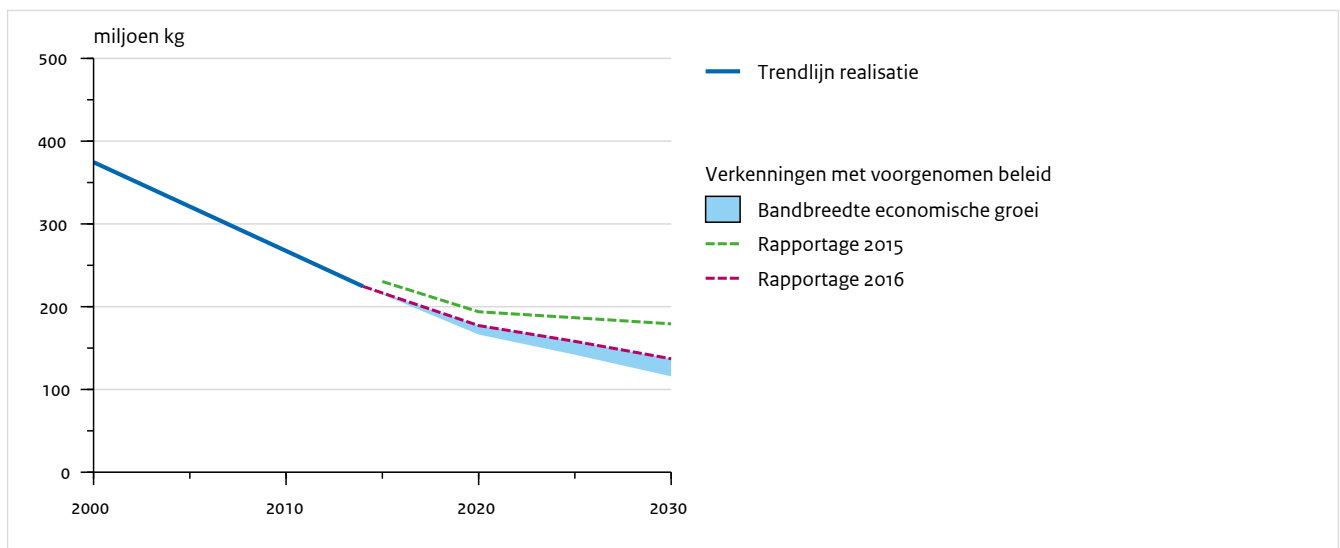
Voor de boven- en onderraming is in deze 2016-rapportage nagenoeg dezelfde bandbreedte in economische groei verondersteld (Drissen, 2016) als in de raming van PBL en ECN (2012).

De buitenlandse emissietotalen voor NO_x , $\text{PM}_{2,5}$, SO_2 en NH_3 voor 2020 zijn, net als in de 2015-rapportage, gebaseerd op de emissieplafonds volgens het herziene

Gotenburg Protocol. Voor PM_{10} zijn er geen emissieplafonds en zijn de emissies bepaald uit de plafonds voor $\text{PM}_{2,5}$ en de verhouding $\text{PM}_{2,5}/\text{PM}_{10}$ zoals die zijn gebruikt in het OPS-model. De emissies voor 2030 zijn afkomstig van IIASA-projecties op basis van het vaststaande beleid (IIASA, 2015; TSAP16a, WPE-2014-CLE scenario), tenzij de emissietotalen hoger zijn dan de emissieplafonds voor 2020, in welke gevallen de emissieplafonds zijn genomen.

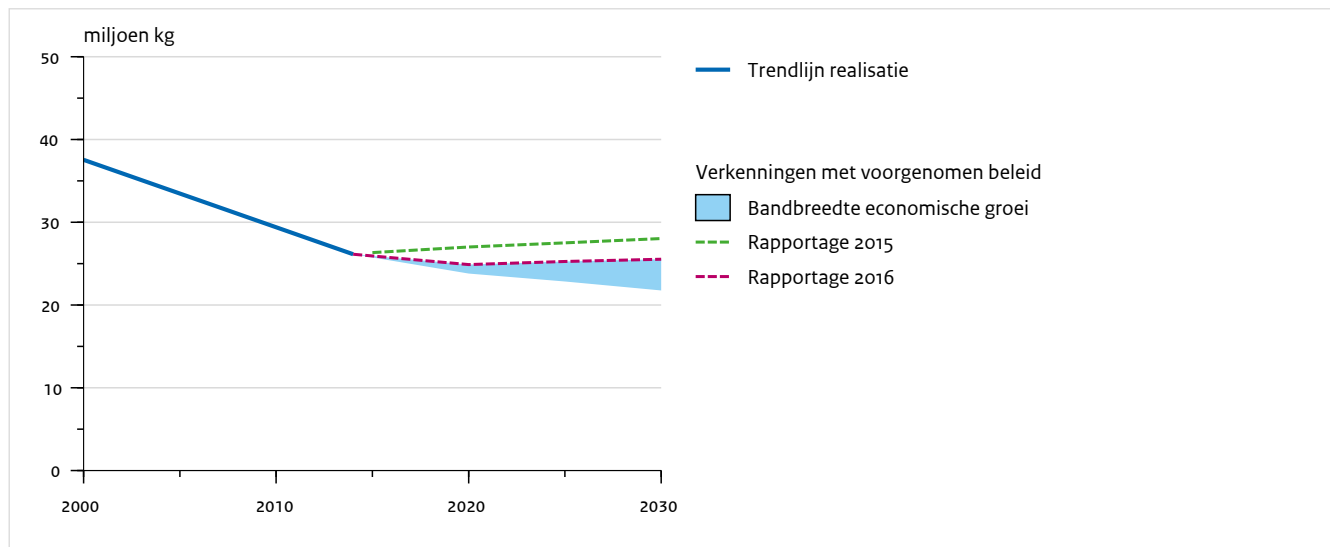
Het scenario met vaststaand en voorgenomen beleid toont een afname in emissies van NO_x in Nederland in de komende jaren (zie Tabel 3.3 en Figuur 3.1). Naar verwachting zal in 2020 de emissie van NO_x met ongeveer 50 procent (200 miljoen kilogram) zijn afgenomen ten opzichte van het jaar 2000. Na 2020 dalen de emissies van NO_x in de gebruikte verkenningen verder, voornamelijk door een verdere daling in de verkeersemissies als gevolg van het schoner wordende wagenpark. De geraamde NO_x -emissies, met vaststaand en voorgenomen beleid, zijn in de periode 2015-2030 ongeveer 42 miljoen kg lager dan de raming van vorig jaar, als gevolg van lager geraamde emissies bij de industrie (ongeveer 13 miljoen kg), landbouw (ongeveer 7 miljoen kg) en verkeer (ongeveer 20 miljoen kg). De voorgenomen aanscherping van de emissienormen voor mobiele werktuigen, railvoertuigen en binnenvaartschepen (Stage V) leidt in 2030 naar verwachting tot een emissiereductie van 12 miljoen kg.

Figuur 3.1 NO_x -emissies



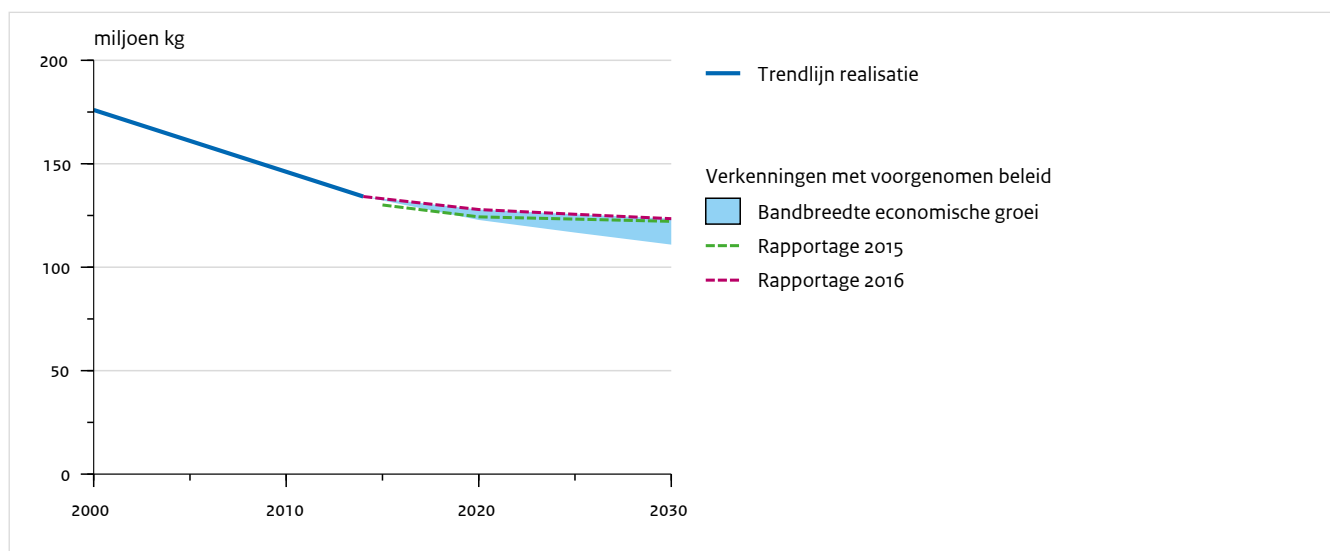
De verkenningen op basis van het vaststaande en voorgenomen beleid zijn weergegeven als een bandbreedte door verschillen in economische groei. De nieuwe GCN-kaarten zijn gebaseerd op de bovenkant van deze bandbreedte.

Figuur 3.2 Primair PM₁₀-emissies



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

Figuur 3.3 NH₃-emissies



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

De emissies van primair PM₁₀ stabiliseren vanaf ongeveer 2010 (zie Figuur 3.2) en kunnen licht stijgen als gevolg van economische groei. De geraamde 2030-emissies zijn iets lager dan in de 2015-rapportage bij verkeer en landbouw. De daling bij verkeer is het gevolg van de voorgenomen invoering van de Stage V emissienormen voor mobiele werktuigen, railvoertuigen en binnenvaartschepen. De Stage V normen leiden in 2030 tot een emissiedaling van circa 0,6 miljoen kg. De geraamde PM_{2,5}- en SO₂-emissies van Nederland zijn in de periode 2015-2030 ongeveer gelijk aan de raming van vorig jaar.

De NH₃-emissies vertonen een dalende lijn over de afgelopen jaren, ondanks een bijstellingen naar boven van de hele historische reeks. In de scenario's dalen deze emissies verder als gevolg van de implementatie van emissiearme stallen in de landbouw en aanscherping van mestgebruiksnormen (PBL, 2014). De geraamde NH₃-emissies in de bovenraming met vaststaand en voorgenomen beleid (BBR-scenario) zijn voor de periode 2020-2030 ongeveer gelijk aan die uit de 2015-rapportage. Bij de geraamde NH₃-emissies zijn er toe- en afnames bij verschillende sectoren. De emissies bij landbouw zijn ongeveer 4 miljoen kilogram lager in 2030 en de emissies bij huishoudens ongeveer 5 miljoen kilogram hoger dan in de 2015-rapportage.

3.6 SRM1- en SRM2-emissiefactoren

In Bijlage 6 staat een volledig overzicht van de algemene SRM1-emissiefactoren voor lokale verkeersmodellen, zoals 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 voorgenomen invoering van RDE-regelgeving voor Euro 6-personenauto's en bestelauto's vanaf 2020 (zie paragraaf 3.5) 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).

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

De SRM1- en SRM2-emissiefactoren zijn berekend op basis van prognoses van de samenstelling en de 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 op 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 rijsnelheid en mate van acceleratie en deceleratie, maakt TNO gebruik van gegevens die op de openbare weg zijn gemeten. In de huidige rapportage zijn nieuwe inzichten gebruikt over de verkeersafwikkeling in Nederland. Dit wordt toegelicht in paragraaf 3.8.

De emissiefactoren geven een algemeen beeld van de emissieniveaus van een 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 wijze waarop TNO de emissiemetingen en de resultaten daarvan vertaalt naar emissiefactoren, en de wijze waarop die worden gewogen tot de SRM1- en SRM2-emissiefactoren, wordt verder toegelicht in Heijne et al. (2016b).

3.7 Ramingen NO_x-emissies dieselverkeer

De ramingen van de NO_x-emissies van het dieselverkeer zijn gebaseerd op de volgende onderzoeken en aannames:

- De NO_x-emissiefactoren voor zware Euro 5-bestelauto's zijn gebaseerd op een meetprogramma van TNO (Kadijk et al., 2015a). Daaruit blijkt dat de NO_x-emissies van Euro 5-bestelauto's in de praktijk aanzienlijk hoger liggen dan de normwaarde. Deze inzichten waren al verwerkt in de 2015-rapportage.
- TNO heeft metingen verricht aan de NO_x-emissies van Euro 6-dieselpersonenauto's (Heijne et al., 2016a). In de 2015-rapportage was al verwacht dat de NO_x-emissies van deze auto's in de praktijk hoger zouden liggen dan de normwaarde, maar uit het meetprogramma blijkt dat de praktijkemissies hoger liggen dan vorig jaar was ingeschat. De NO_x-emissiefactoren voor de eerste generatie Euro 6-dieselpersonenauto's (die nog niet onder de RDE-regelgeving

vallen), zijn daarom in de huidige rapportage verhoogd. Voor stadswegen en provinciale wegen liggen de NO_x -emissiefactoren circa 60 tot 80 procent hoger dan vorig jaar is verondersteld. De NO_x -emissiefactor voor snelwegen valt 0 tot 35 procent lager uit dan vorig jaar.

- Er zijn nog geen metingen beschikbaar aan zware Euro 6-dieselbestelauto's. De NO_x -emissiefactoren voor deze auto's zijn gebaseerd op de gemeten Euro 5-factoren van dieselbestelauto's (zoals hierboven toegelicht) en deze zijn geschaald op basis van de gemeten verhouding Euro 6/Euro 5 bij dieselpersonenauto's. In de 2015-rapportage waren de resultaten van het Euro 5-metprogramma nog niet vertaald naar de inschattingen voor Euro 6-bestelauto's, daarom vielen de NO_x -emissiefactoren lager uit. De NO_x -emissiefactoren voor zware Euro 6-dieselbestelauto's liggen in de huidige rapportage voor stadsverkeer een factor 2 tot 3 hoger dan vorig jaar. Voor snelwegverkeer varieert de toename tussen de 20 en 70 procent, afhankelijk van het snelheidsregime.

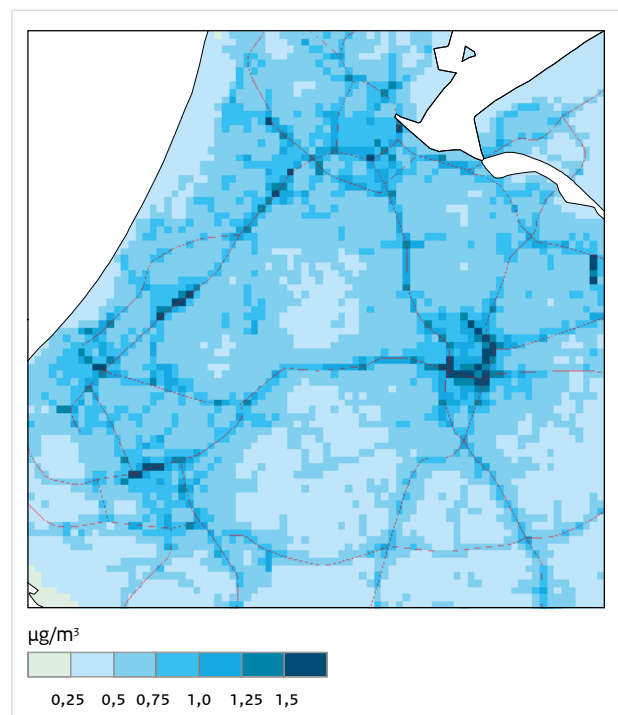
De PM_{10} -emissiefactoren voor de uitlaatmissies van Euro 6 en Euro VI voertuigen zijn eveneens gebaseerd op meetprogramma's van TNO (Kadijk et al., 2015b). De PM_{10} -uitstoot van Euro 6-dieselpersonen- en bestelauto's ligt in de praktijk wel onder de norm. Ook de PM_{10} -emissies van Euro VI vrachtauto's zijn in de praktijk laag.

3.8 Actualisatie van de ritprofielen voor wegverkeer

In 2015 heeft TNO in opdracht van de Emissieregistratie nieuwe data verzameld over de verkeersafwikkeling op de verschillende typen wegen in Nederland. De verkeersafwikkeling bepaalt mede de hoogte van de emissies van het wegverkeer. Uit dit onderzoek blijkt dat de gereden snelheden in steden, op buitenwegen en op snelwegen iets hoger liggen dan uit eerdere metingen was gebleken (Ligterink, 2016). Tevens is er op snelwegen een grotere dynamiek in het rijgedrag dan eerder werd aangenomen. Een hogere snelheid en hogere dynamiek resulteren in het algemeen in hogere emissiefactoren. De nieuwe ritprofielen zijn meegenomen in de berekeningen van de nationale emissies en de SRM-emissiefactoren. Het effect hiervan is zeer beperkt voor 2015, aangezien de NO_x -emissies op de weg dan voornamelijk worden bepaald door Euro 5-(diesel)auto's welke onder de meeste rijomstandigheden min of meer dezelfde (hoge) NO_x -emissies geven. Voor 2020 resulteren de nieuwe ritprofielen, in combinatie met de nieuwe Euro 6-metingen (zie paragraaf 3.7), in een toename in NO_x -emissiefactoren voor licht

wegverkeer (personen- en bestelauto's) van 28% in de stad, 47% op buitenwegen en 9% op snelwegen. Dit geeft voor 2020 een verhoging in NO_2 -concentratie van $0,35 \mu\text{g m}^{-3}$ gemiddeld voor Nederland tot $2,5 \mu\text{g m}^{-3}$ lokaal in de grote steden.

Figuur 3.4 Effect op NO_2 -concentratie van de actualisatie ritprofielen en emissiefactoren wegverkeer



De actualisatie van de ritprofielen in combinatie met de nieuwe emissiefactoren voor wegverkeer (diesel bestel- en personenauto's) geeft een toename in NO_2 -concentratie.

3.9 Nieuwe gegevens NO_x -emissies containeroverslag

De NO_x -emissies van mobiele werktuigen bij de op- en overslag van containers in de havens zijn in opdracht van de Emissieregistratie door TNO (Dellaert, 2016) geïnventariseerd en meegenomen in de berekeningen. Dit is een bron die voorheen niet of nauwelijks was meegenomen in de emissie-inventarisatie en dus ook niet in de GCN- en GDN-kaarten. De totale NO_x -emissie van de containeroverslag bedraagt met 1,3 miljoen kilogram in 2014 slechts 0,6% van de nationale NO_x -emissies, maar aangezien deze activiteit voornamelijk op enkele specifieke locaties in de havens van Rotterdam plaatsvindt, is de emissiedichtheid hoog. Deze bron is nu locatie-specifiek meegenomen in de berekeningen en geeft daardoor lokaal verhogingen in de NO_2 -concentraties, vooral dicht

in de buurt van de havens van Rotterdam, waar meer dan 80% van de containeroverslag in Nederland plaatsvindt. In de GCN-kaart van 2015 zijn verhogingen in NO_2 -concentraties zichtbaar tot $40 \mu\text{g m}^{-3}$ in gridcellen waar de containeroverslag plaatsvindt, ten opzichte van de kaart uit de 2015-rapportage (zie Figuur 5.2). De concentratieverhoging neemt met de afstand tot de bron snel af en bedraagt minder dan $1 \mu\text{g m}^{-3}$ op enkele kilometers afstand van de bronnen.

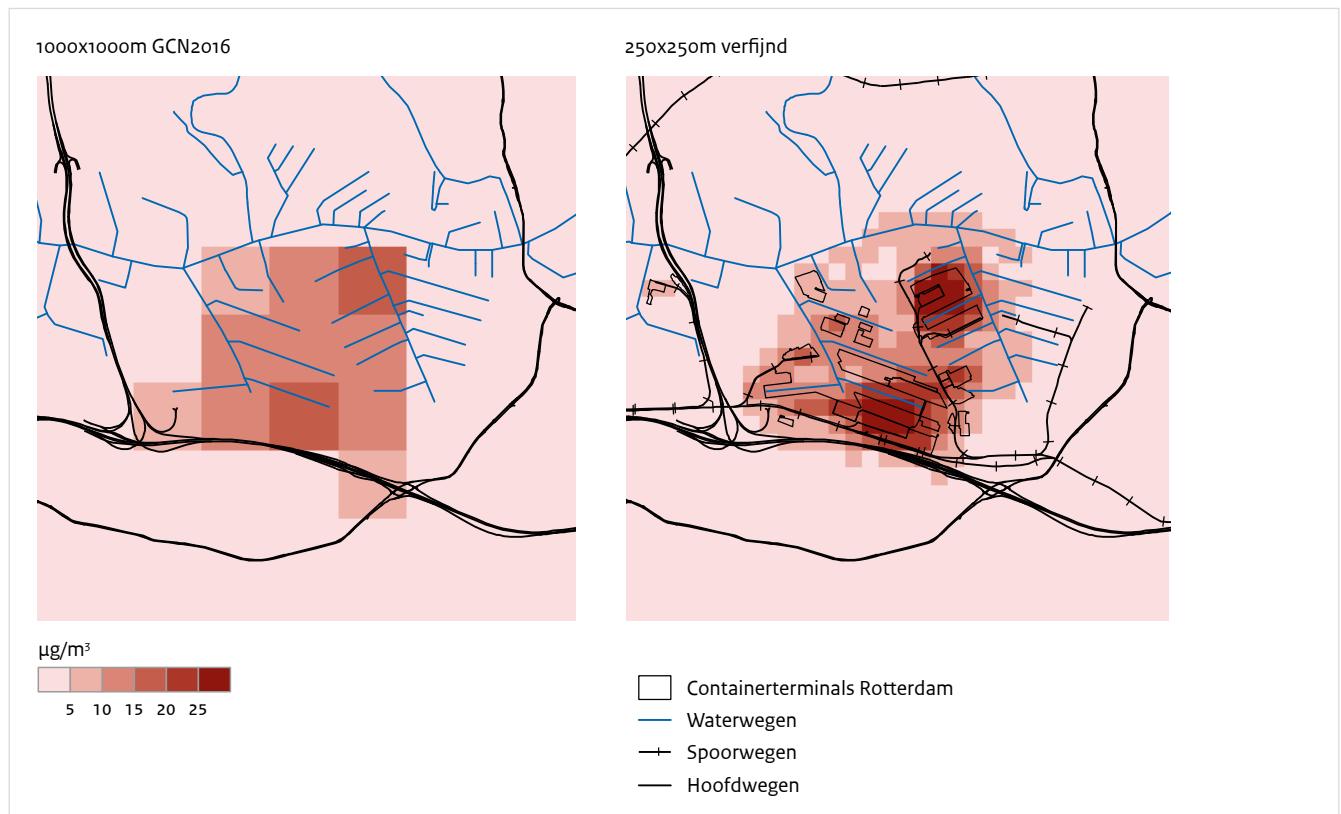
Door deze grote gradiënten in NO_2 -concentratie dicht in de buurt van de containeroverslag geeft de concentratie in de GCN-kaarten op $1 \times 1 \text{ km}$ resolutie mogelijk niet de juiste waarde voor de achtergrond dicht bij deze bronnen bij de havens van Rotterdam. Op verzoek van het ministerie van I&M is daarom een verfijnde berekening uitgevoerd op $250 \times 250 \text{ m}$ resolutie van de NO_2 -concentraties ten gevolge van de NO_x -emissies van de containeroverslag in de Rotterdamse havens. Aangezien bij een berekening op hogere resolutie de exacte locaties van de emissies belangrijker worden, zijn deze gedetailleerder in beeld gebracht op basis van informatie van het havenbedrijf Rotterdam.

De berekening op hogere resolutie, inclusief verbeterde emissielocaties, geeft in de cellen waar de emissie plaatsvindt sterk verhoogde concentraties ten opzichte van de $1 \times 1 \text{ km}$ berekening (zie Figuur 3.5) In naast gelegen cellen is de concentratie over het algemeen echter lager. De kaart op $250 \times 250 \text{ m}$ resolutie is als verfijning op de website van het ministerie van I&M beschikbaar.

3.10 Etmaalvariatie emissies

De etmaalvariatie in de emissies van vuurhaarden (dat wil zeggen stookinstallaties) in de landbouw en bij huishoudens is verbeterd. Dit is relevant, omdat een emissie overdag, wanneer de verspreidingscondities gunstiger zijn, lagere lokale concentraties geeft dan een emissie in de nacht. In de 2015-rapportage werd de emissie van vuurhaarden in de landbouw over het etmaal verdeeld conform het emissiepatroon in de industrie, terwijl voor huishoudens een constant patroon werd gehanteerd. In deze 2016-rapportage worden de emissies voor beide sectoren verdeeld

Figuur 3.5 NO_2 -concentratiebijdrage van mobiele bronnen containeroverslag

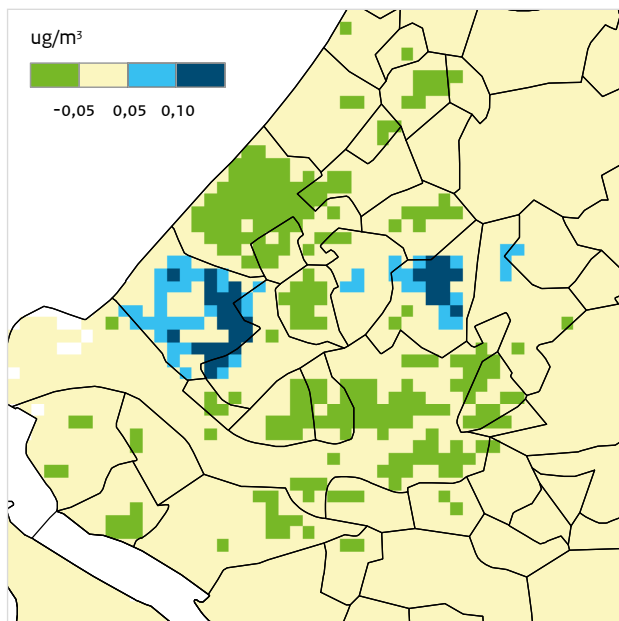


Grootschalige NO_2 -concentratie in de GCN-kaart op $1 \times 1 \text{ km}$ (links) en in de detailkaart op $250 \times 250 \text{ m}$ resolutie (rechts) voor de regio Rotterdam door nieuwe gegevens van de NO_x -emissie van de mobiele bronnen containeroverslag.

volgens een patroon van ruimteverwarming met hogere emissies over de dag en met lagere in de nacht. Deze aanpassing heeft vooral effect op de lokale bijdrage aan de concentraties van NO_x en NO_2 .

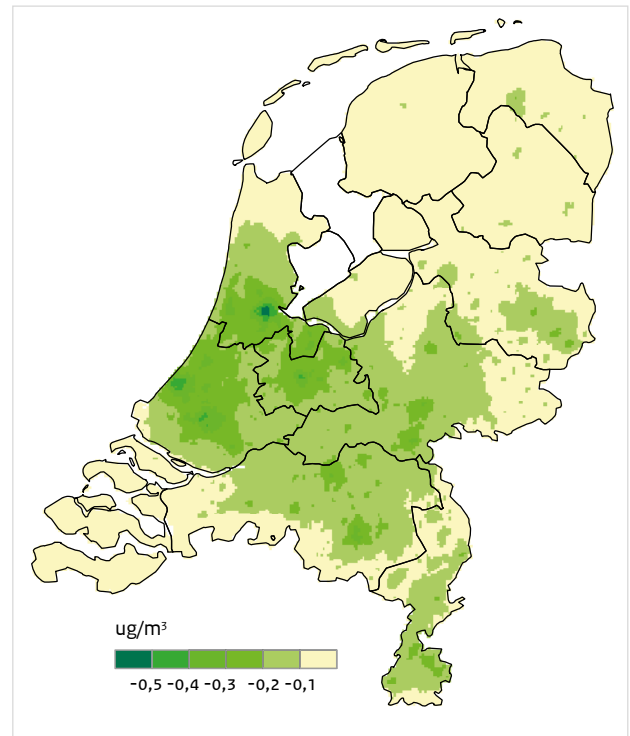
Deze verbeteringen geven toe- en afnames in NO_2 -concentraties in glastuinbouwgebieden tot lokaal $0,2 \mu\text{g m}^{-3}$ (zie Figuur 3.6) en een daling in de NO_2 -concentraties in steden (door ruimteverwarming bij huishoudens) tot $0,6 \mu\text{g m}^{-3}$ (zie Figuur 3.7).

Figuur 3.6 Effect op NO_x -concentratie van de verbeterde etmaalvariatie in de emissie van vuurhaarden in de glastuinbouw



Een verandering in NO_x -concentratie komt overeen met een iets lagere verandering in NO_2 -concentratie. Een negatief getal betekent dat de concentratiebijdrage met de verbeterde etmaalvariatie lager is dan met de oude etmaalvariatie.

Figuur 3.7 Effect op de NO_x -concentratie van de verbeterde etmaalvariatie in de emissie van huishoudens



Een verandering in NO_x -concentratie komt overeen met een iets lagere verandering in NO_2 -concentratie. Een negatief getal betekent dat de concentratiebijdrage met de verbeterde etmaalvariatie lager is dan met de oude etmaalvariatie.

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

Hetgrootschalige 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 (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

3-4 kilometer afstand ten noorden, oosten, zuiden en westen van de rijksweg. Kaarten met dubbeltellingscorrecties zijn beschikbaar op de GCN-website (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.

- Emissiekenmerken (uitstoothoogte en warmte-inhoud) bevatten aanzienlijke onzekerheden. De emissiekenmerken 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 uitworphoogtes en de warmte-inhoud van het afgas wordt hierin wel gevraagd, maar niet altijd ingevuld. In 2009 heeft TNO de emissiekenmerken van de eMJV-plichtige bedrijven in 2007 geïnventariseerd (Dröge et al., 2010). De toen aangelegde database met emissiepunten is daarna jaarlijks aangevuld met bedrijven die in het betreffende jaar in het eMJV rapporteerden, maar nog niet in de database waren opgenomen.
- Emissiefactoren die worden gebruikt voor het bepalen van emissiecijfers betreffen landelijk gemiddelde waarden. Lokale verschillen worden buiten beschouwing gelaten.
- In het geval van NO₂-concentraties worden de met het OPS-model berekende NO_x-velden geconverteerd naar NO₂- en O₃-velden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een empirische relatie tussen NO_x, NO₂ en O₃, afgeleid uit de jaargemiddelde concentraties die zijn waargenomen in het LML. De ervaring leert dat deze extra stap de nauwkeurigheid van NO₂ niet nadelig beïnvloedt in vergelijking met de nauwkeurigheid van NO_x. De onzekerheid in de jaargemiddelde grootschalige NO₂- en O₃-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 PM₁₀-concentraties worden gemaakt op basis van modelberekeningen met het OPS-model, die vervolgens zijn geïjkt aan jaargemiddelde PM₁₀-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 (zie de paragrafen 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 µg m⁻³ aan de kust tot minder dan 1 µg m⁻³ in het zuidoosten van Nederland (Hoogerbrugge et al., 2012). De onzekerheid

in de jaargemiddelde grootschalige PM₁₀-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 PM₁₀-kaartenmethodiek (Matthijsen en Visser, 2006).

- De geschatte onzekerheid (1 sigma) in de jaargemiddelde concentratie 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 meetonnauwkeurigheid 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 doordat de fouten ruimtelijk gecorreleerd zijn.

Een uitgebreide onzekerheidsanalyse is uitgevoerd op OPS- en CAR-uitkomsten voor NO₂ en PM₁₀ door Van de Kasstele en Velders (2007), Matthijsen en Visser (2006) en Velders en Diederik (2009). Zie ook de Monitoringsrapportage (Van Zanten et al., 2015) voor een discussie over onzekerheden en gevoeligheden in concentraties, en over aantallen overschrijdingen van grenswaarden.

4.3 Onzekerheden historische deposities

De onzekerheid in de gemiddelde stikstofdepositie op Nederland wordt 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 Sauter et al., 2016). 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, hoe 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). Droge depositiemetingen van ammoniak vinden plaats in Bargerveen (sinds najaar 2011) en de Oostelijke

Vechtplassen (medio 2014) met een zogenoemde COTAG. Deze metingen worden onder andere gebruikt voor een meet-reken vergelijking (voor Bargerveen zie Stolk et al., 2014). Verder worden met een DOAS-opstelling metingen verricht op het atmosferisch observatorium 'de Veenkampen' van de WUR in Wageningen, nabij Natura 2000-gebied Binnenveld. Deze metingen worden naast een meet-rekenvergelijking ook gebruikt voor procesonderzoek om de parametrisatie van droge depositie te verbeteren. Vanwege dit beperkte aantal droge depositiemetingen vindt de ijking van de GDN-kaarten indirect plaats, namelijk aan concentratiemetingen. Dit bemoeilijkt de correctiemethode, omdat de berekende concentraties te laag kunnen zijn door onbekende emissies, maar ook 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. Het huidige aantal metingen van de droge depositie is nog te laag om de metingen te gebruiken voor een directe kalibratie van de GDN-kaarten.

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 NO_x is de standaarddeviatie voor de willekeurige fout 19 procent en voor de systematische fout 15 procent. Voor SO_2 is de standaarddeviatie respectievelijk 29 procent en 15 procent. Zie Velders en Diederens (2009) voor een uitgebreide analyse van onzekerheden.

De onzekerheid in de grootschalige NO_2 - en PM_{10} -concentratie bij verkenningen wordt geschat op ongeveer 15 procent (van 10 procent in gebieden met hoge PM_{10} -concentraties tot 20 procent in het noorden van Nederland). Deze onzekerheden zijn kleiner dan de toegestane maximale afwijking tussen gemeten en gemodelleerde concentraties van 30 procent (1 sigma) voor NO_2 -concentraties en 50 procent voor 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 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 kabinetwisselingen en daarmee samenhangende beleidswisselingen, of economische fluctuaties);
- onvoorzien 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 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 NO_2 -concentraties en 9 procent (1 sigma) voor 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.

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. Zie van Zanten et al. (2015) voor een discussie over onzekerheden in lokale concentraties en het effect ervan op overschrijding van grenswaarden.

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 Diederens, 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 over 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 NO₂-concentratie wordt berekend die lager is dan 37 µg m⁻³, betekent dit dat er een kans is van 34 procent dat de werkelijke waarde boven de grenswaarde van 40 µg m⁻³ ligt. In IPCC-terminologie is het dan 'onwaarschijnlijk' dat de grenswaarde wordt overschreden. Als een concentratie wordt berekend die groter is dan 44 µg m⁻³ is het 'waarschijnlijk' dat de grenswaarde wel wordt overschreden. In het gebied tussen ongeveer 37 en 44 µg 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 PM₁₀-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 µg m⁻³.

Wanneer metingen beschikbaar zijn, beperken die de onzekerheid in gemodelleerde concentraties. Lokale concentraties die zijn gebaseerd op kaarten voor een jaar in het verleden hebben een geschatte onzekerheid van 16 procent voor NO₂ en 13 procent voor PM₁₀, aangezien de concentratiekaarten zijn gekalibreerd met metingen.

Wesseling et al. (2013) heeft voor 110 achtergrondlocaties (en locaties met kleine verkeersbijdragen) de spreiding bepaald in het verschil tussen gemeten en berekende NO₂-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 µg m⁻³ van de berekende waarden verschillen.

Zie Velders en Diederik (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 NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ en EC, zoals die zijn berekend voor deze 2016-rapportage, en de verschillen met de 2015-rapportage worden hier kort besproken in termen van de kaarten zelf en de gemiddelde concentraties over Nederland. De scenario's omspannen een bandbreedte die informatie geeft over de beleidsruimte en over de verschillen in economische ontwikkelingen. GCN-kaarten worden ook geleverd voor SO_2 , O_3 , CO, CO (98-percentiel), 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 2015, 2020, 2025 en 2030. Kaarten voor de tussenvallende jaren kunnen worden verkregen door lineaire interpolatie van de berekende kaarten. De berekende concentratiekaarten geven een middenschatting van de te verwachten concentraties. Bij het gebruik van de kaarten moet rekening worden gehouden met de eerder genoemde onzekerheden (zie hoofdstuk 4).

Het kabinet (de ministeries van IenM en EZ) 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 2016 vormt (zie paragraaf 3.5). 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 NO_2 , PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$ en de verschillen ten opzichte van de kaarten in de rapportage van 2015 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 NO_2 en ongeveer 9 procent voor 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.

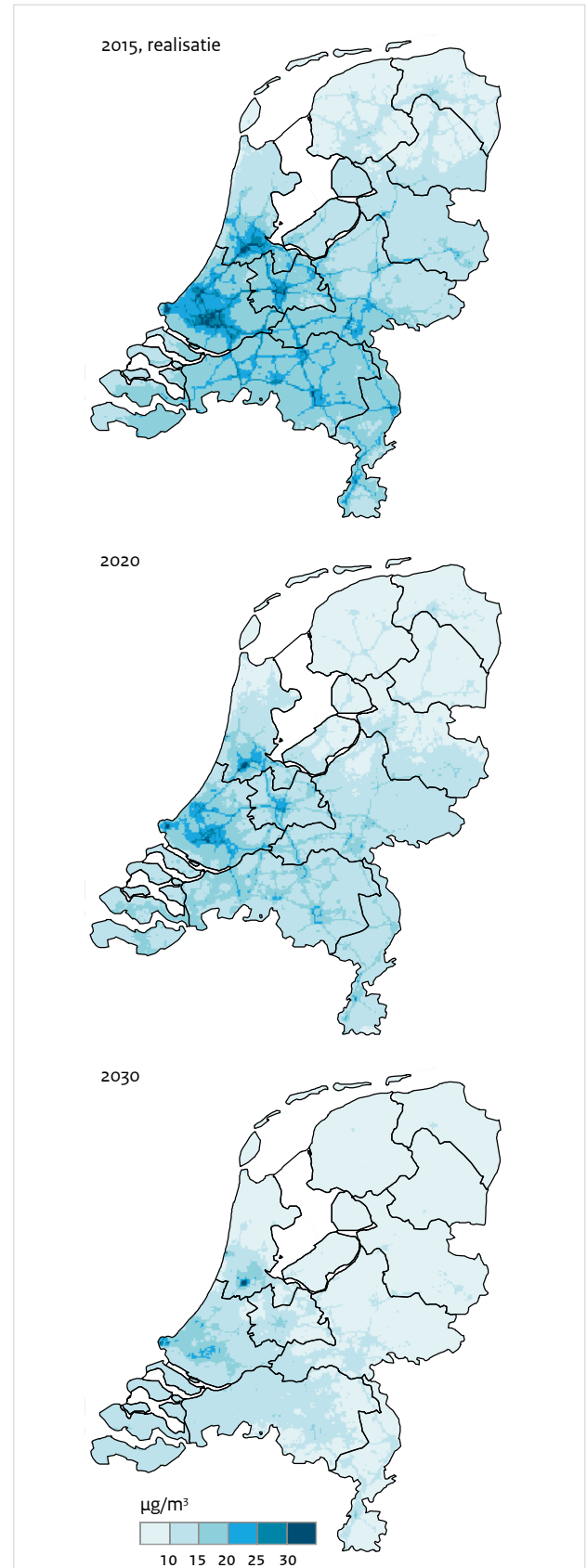
5.1.1 NO_2 -concentraties

De kaart van 2015 was in de 2015-rapportage gebaseerd op een raming van de emissies, langjariggemiddelde meteorologie en een langjariggemiddelde kalibratiekaart. De kaart van 2015 in deze 2016-rapportage is gebaseerd op de emissies van 2014, actuele meteorologie van 2015 en de metingen van 2015 (kalibratie).

In de GCN-kaarten (zie Figuur 5.1) zijn de rijkswegen en grote steden duidelijk herkenbaar met verhogingen in de NO_2 -concentraties. De huidige GCN-kaart voor NO_2 voor 2015 vertoont voor het grootste deel van Nederland lagere concentraties, gemiddeld ongeveer $0,6 \mu\text{g m}^{-3}$, dan de raming in de 2015-rapportage (zie Figuur 5.2). De grootschalige verlagingen zijn het gevolg van het gebruik van de actuele gegevens van 2015 in deze rapportage ten opzichte van ramingen in de rapportage van vorig jaar. Verschillen tussen de emissies van 2014 (gebruikt in deze rapportage voor de kaart van 2015) en de raming van vorig jaar kunnen lokaal verhogingen en verlagingen geven in concentraties. Zo zijn de lokale verhogingen in NO_2 -concentratie bij de havens in Rotterdam het gevolg van de emissies van de op- en overslag van containers, welke locatie-specifiek in de berekeningen voor deze rapportage is meegenomen (zie paragraaf 3.9). Verder zijn er verhogingen tot ongeveer $1 \mu\text{g m}^{-3}$ dicht in de buurt van rijkswegen aangezien de NO_x -emissies van 2014 van personenauto's, zoals gebruikt in de berekeningen voor de kaart van 2015, hoger zijn dan de ramingen in de rapportage van vorig jaar. Aangezien de NO_x -emissies van personenauto's een dalende trend vertonen, zijn de werkelijke 2015-emissies waarschijnlijk lager dan die van 2014, welke hier zijn gebruikt. De toename in NO_2 -concentratie in de buurt van rijkswegen is daarom mogelijk overschat in de berekeningen.

De huidige ramingen voor 2020-2030 zijn lager dan de eerdere ramingen in de 2015-rapportage. Gemiddeld in Nederland is de NO_2 -concentratie in de huidige GCN-kaarten ongeveer $0,3 \mu\text{g m}^{-3}$ lager voor 2020 dan de raming in de 2015-rapportage, ongeveer $0,6 \mu\text{g m}^{-3}$ voor 2025 en ongeveer $1 \mu\text{g m}^{-3}$ voor 2030 (zie Figuur 5.2 en Figuur 5.3). In Tabel 5.1 zijn de NO_2 -concentratieveranderingen voor 2015 weergegeven als gevolg van de emissieveranderingen bij verschillende sectoren en als gevolg van methodeverbetering.

Figuur 5.1 Grootschalige NO_2 -concentratie

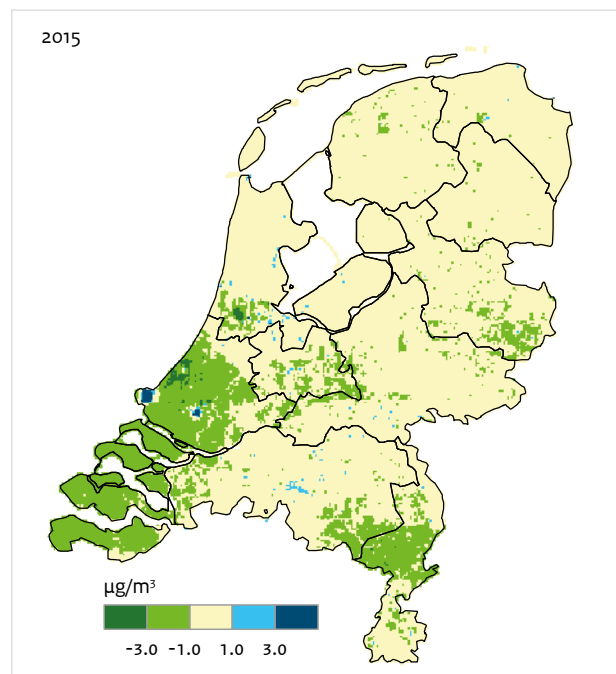


De NO₂-metingen op regionale en stadsachtergrond locaties, welke worden gebruikt voor de kalibratie van de kaarten, vertonen al jaren een gestage daling. Dit is zichtbaar in de daling in concentratie in de GCN-kaarten gemiddeld over Nederland (zie Figuur 5.3). De gemiddelde concentratie in 2015 is 0,9 µg m⁻³ lager dan in 2014 als gevolg van lagere emissies en meteorologische omstandigheden.

In de GCN-kaarten zijn veranderingen in emissies opgenomen die het gevolg zijn van te verwachten ontwikkelingen op de Tweede Maasvlakte. Op basis van het voorgenomen beleidsscenario is de grootschalige concentratie die is weergegeven in de GCN-kaarten van NO₂ in 2015 en in de periode 2015-2030, bijna overal in Nederland lager dan de Europese grenswaarde voor het jaargemiddelde van 40 µg 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.

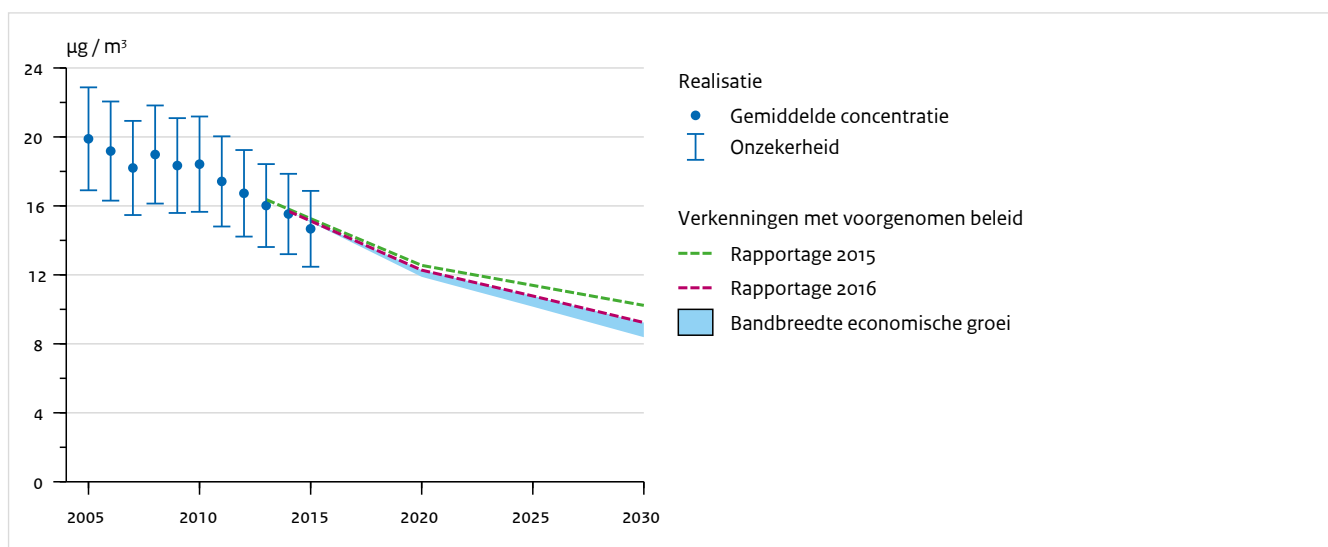
Na 2020 dalen de NO₂-concentraties naar verwachting langzaam verder, voornamelijk door dalende verkeersemissies. Het wagenpark wordt schoner, doordat er na 2020 in toenemende mate personenauto's rondrijden die aan de Euro 6-normen voldoen en vrachtauto's die aan de Euro VI-normen voldoen.

Figuur 5.2 Verschil grootschalige NO₂-concentratie voor 2015 tussen rapportages 2016 en 2015



Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan dat in de 2015-rapportage. De kaart van 2015 was in de 2015-rapportage gebaseerd op een raming van de emissies, langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart. De kaart van 2015 in deze 2016-rapportage is gebaseerd op de emissies van 2014, actuele meteorologie van 2015 en gekalibreerd aan de metingen van 2015 voor een zo realistisch mogelijk beeld van de concentraties.

Figuur 5.3 Grootschalige NO₂-concentratie



De concentratie, gemiddeld over Nederland, op basis van het vaststaande en voorgenomen beleid is weergegeven als een bandbreedte vanwege de onzekerheid in economische groei. De nieuwe GCN-kaarten zijn gebaseerd op de bovenkant van deze bandbreedte. 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 NO₂-concentratie (µg m⁻³) in 2015 en verandering ten opzichte van de GCN-rapportage 2015¹. Weergegeven zijn de veranderingen na aftrek van de rijkswegcorrectie.

	Nederland	Amsterdam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotterdam/ Dordrecht	Eindhoven	Heerlen/ Kerkrade	Noord- Nederland	Midden- Nederland	Zuid- Nederland
NO₂-concentratie	14,7	20,6	22,5	22,5	25,3	20,8	16,0	10,9	15,9	17,1
Verandering concentratie	-0,6	-0,7	-2,4	-0,9	-0,9	-0,9	-0,5	-0,5	-0,6	-0,7
Nederland										
Industrie	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1
Raffinaderijen										
Energiesector				-0,1	-0,1					
Afvalverwerking										
Personen- en bestelauto's	0,1	0,6	0,1	0,5	-0,3	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
Vrachtauto's en bussen	0,1	-0,3	-0,1	-0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
Overig verkeer	-0,2	-1,1	-0,4	-0,3	1,1	-0,3	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2
Landbouw		-0,1	-0,3	0,0	-0,2					
Huishoudens	-0,1	-0,3	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1
HDO/Bouw	-0,1	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1
Internationaal										
Internationale scheepvaart		0,2	0,2		0,1	-0,1	-0,1			-0,1
Buitenland	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2		0,1	0,2	0,2
Totaal door gewijzigde emissies	-0,1	-1,3	-1,1	-0,3	0,1	-0,4	-0,3	0,1	-0,2	-0,3
Kalibratiekaart	-0,5	0,6	-1,2	-0,6	-1,0	-0,5	-0,2	-0,6	-0,5	-0,4

1) De kaart van 2015 was in de 2015-rapportage gebaseerd op een raming van de emissies, langjarig gemiddelde meteorologie en langjarig gemiddelde kalibratiekaart. De kaart van 2015 in deze 2016-rapportage is gebaseerd op de emissies van 2014, actuele meteorologie van 2015 en gekalibreerd aan de metingen van 2015. 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 NO₂-concentratie. Om de tabel beter leesbaar te maken, zijn veranderingen kleiner dan 0,05 µg m⁻³ niet weergegeven. De getallen zijn verder afgerond op 0,1 µg m⁻³.

5.1.2 PM₁₀-concentraties

De PM₁₀-kaarten (zie Figuur 5.4) vertonen een redelijk homogene concentratie over Nederland, met lokale verhogingen bij de havens van Amsterdam en Rotterdam waar op- en overslag van droge bulkgoederen plaatsvindt, en dicht in de buurt van landbouwstallen. De lokale verhogingen in concentratie bij de havens, ten opzichte van de gemiddelde concentratie in Nederland, bedragen 15-30 $\mu\text{g m}^{-3}$.

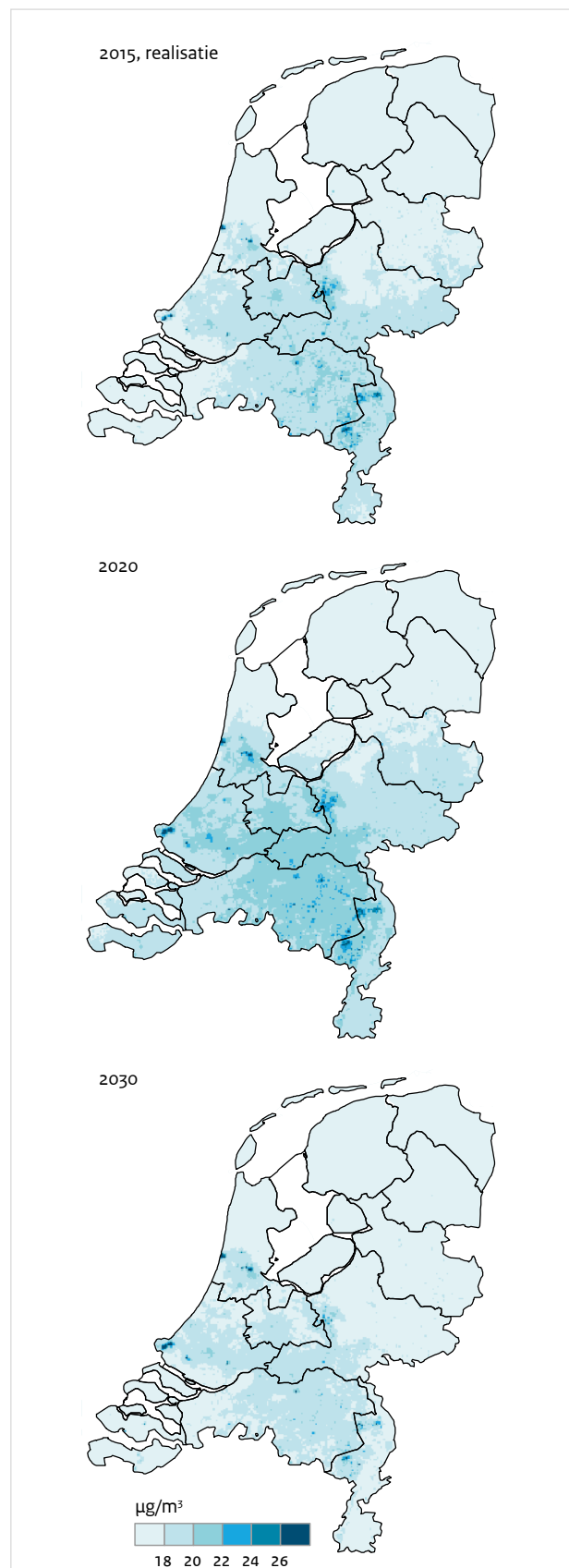
Lokale verhogingen van enkele microgrammen per kubieke meter ($\mu\text{g m}^{-3}$) ten opzichte van de achtergrondconcentratie komen voor in voornamelijk Noord-Brabant, Limburg en Gelderland, en hangen samen met de ruimtelijke verdeling van emissies in de landbouwsector. Door het gebruik van een verbeterde/geactualiseerde ruimtelijke verdeling van deze emissies zijn er lokaal zowel verhogingen als verlagingen in concentratie ten opzichte van de 2015-rapportage.

De GCN-kaart van PM₁₀ van 2015 is gemiddeld over Nederland fors lager ($2 \mu\text{g m}^{-3}$) dan die van 2012-2014 en door lagere gemeten concentraties (zie Figuur 5.6), waarschijnlijk grotendeels als gevolg van de specifieke meteorologische omstandigheden in 2015.

Gemiddeld over Nederland is de PM₁₀-concentratie in de huidige GCN-kaart voor 2020-2030 lager dan de raming van vorig jaar (zie Figuur 5.5 en Figuur 5.6): $0,5 \mu\text{g m}^{-3}$ lager in 2020 en $0,9 \mu\text{g m}^{-3}$ in 2030. De lagere concentraties komen door de lagere bijtelling voor niet-gemodelleerde emissies, welke het gevolg is van de lagere gemeten concentraties in 2012-2014 ten opzichte van de jaren ervoor (zie paragraaf 2.4.2).

De grootschalige concentratie die is weergegeven in de GCN-kaarten van PM₁₀, is in 2015 en in de periode 2020-2030 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. Uitzondering hierop zijn enkele locaties in de haven van IJmuiden, maar een deel van deze locaties ligt op bedrijfsterreinen waar niet aan de grenswaarden hoeft te worden getoetst. De grootschalige concentraties zijn in de buurt van landbouwstallen overal lager dan $40 \mu\text{g m}^{-3}$.

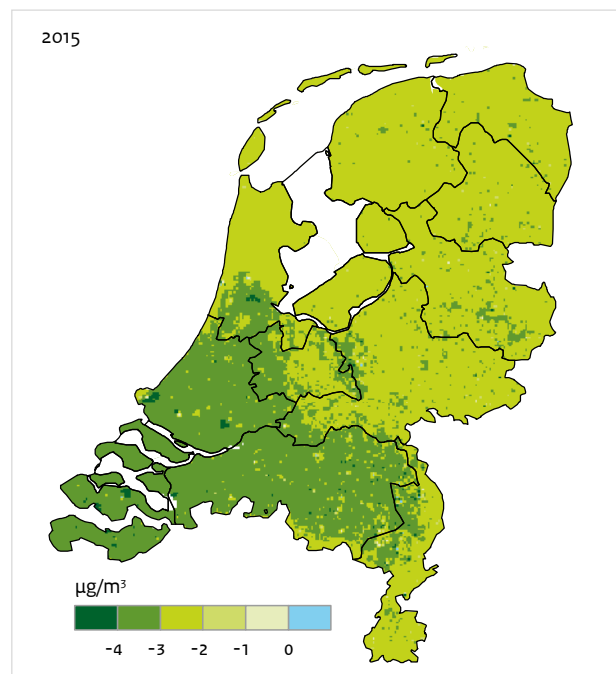
Figuur 5.4 Grootschalige PM₁₀-concentratie



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

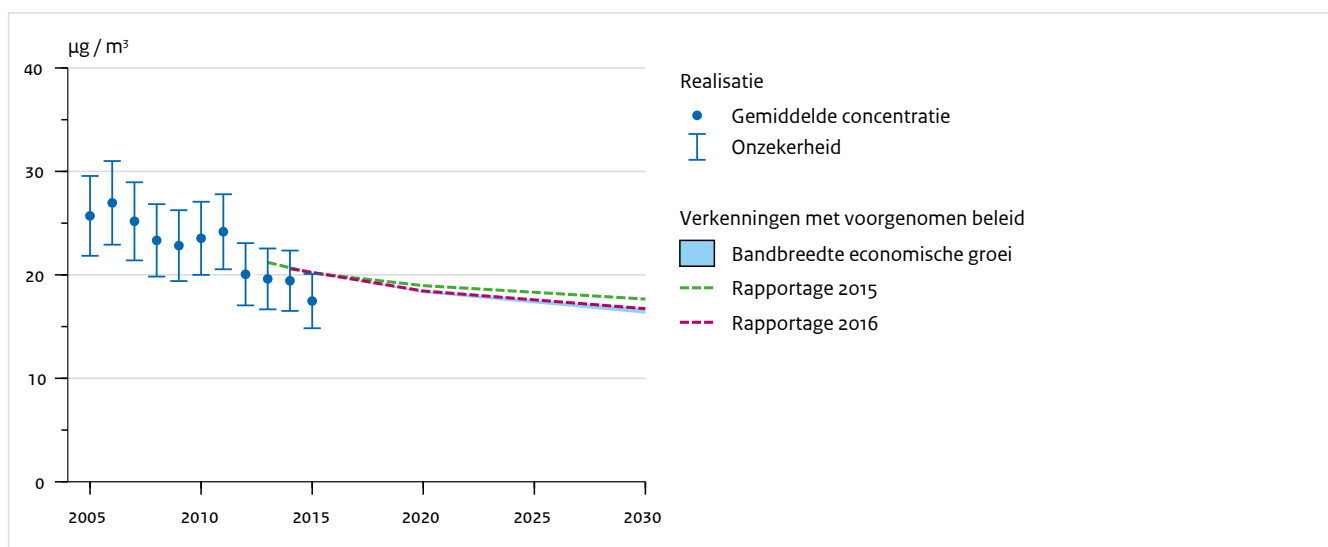
De grootschalige concentratie van PM_{10} is in 2015 op slechts enkele locaties hoger dan de Europese grenswaarde voor het daggemiddelde van omgerekend $32 \mu\text{g m}^{-3}$. Dat is voornamelijk het geval bij de havens van Amsterdam, Rotterdam en IJmuiden en de daaraan gekoppelde industriële en op- en overslagactiviteiten van droge bulkgoederen en bij enkele locaties met intensieve veehouderij. Met additioneel beleid uit het NSL dat gericht is 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.

Figuur 5.5 Verschil grootschalige PM_{10} -concentratie voor 2015 tussen rapportages 2016 en 2015



Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in de 2015-rapportage. De kaart van 2015 was in de 2015-rapportage gebaseerd op een raming van de emissies, langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart. De kaart van 2015 in deze 2016-rapportage is gebaseerd op de emissies van 2014, actuele meteorologie van 2015 en gekalibreerd aan de metingen van 2015.

Figuur 5.6 Grootschalige PM_{10} -concentratie



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

5.1.3 PM_{2,5}-concentraties

Aan de grenswaarde voor de jaargemiddeldeconcentratie van PM_{2,5} van 25 µg m⁻³ moet vanaf 2015 worden voldaan. Voor 2020 geldt een zogenaamde indicatieve waarde van 20 µg m⁻³. Deze indicatieve waarde brengt nu nog geen officiële verplichtingen met zich mee. Zie verder Bijlage 4.

Het patroon van de PM_{2,5}-concentratie in Nederland (zie Figuur 5.7) lijkt veel op dat van de PM₁₀-concentratie, maar de lokale verhogingen zijn aanzienlijk kleiner: ongeveer 1 tot 2 µg m⁻³ in de buurt van grote steden. Ook zijn er lokale verhogingen van meer dan 10 µg m⁻³ in concentraties op enkele locaties in de buurt van metaalindustrie, onder andere bij IJmuiden.

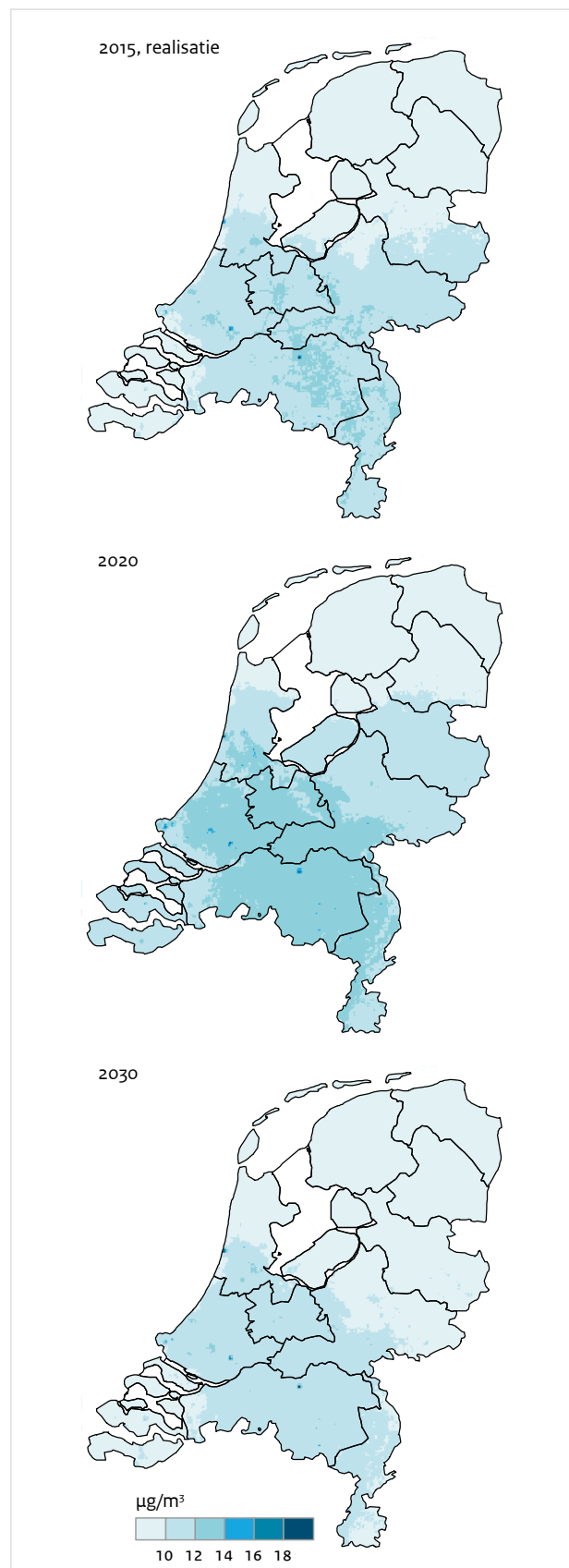
De GCN-kaart van PM_{2,5} van 2015 is gemiddeld over Nederland fors lager (2 µg m⁻³) dan die van 2012-2014 en door een lagere bijtelling als gevolg van lagere gemeten concentraties (zie Figuur 5.6) waarschijnlijk grotendeels als gevolg van de specifieke meteorologische omstandigheden van 2015.

Gemiddeld over Nederland is de PM_{2,5}-concentratie in de huidige GCN-kaarten lager dan in die van vorig jaar (zie Figuur 5.8 en Figuur 5.9): ongeveer 0,3 µg m⁻³ lager voor 2020 en 0,6 µg m⁻³ lager voor 2030. De lagere concentraties komen door de lagere bijtelling voor niet-gemodelleerde emissies, welke het gevolg is van de lagere gemeten concentraties in 2012-2014 ten opzichte van de jaren ervoor (zie paragraaf 2.4.3). De grootschalige concentratie is in 2015 en, op basis van het voorgenomen beleidsscenario, in de periode 2020-2030 overal in Nederland lager dan de Europese grenswaarde voor het jaargemiddelde van 25 µg m⁻³ en ook bijna overal lager dan de streefwaarde van 20 µg 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.

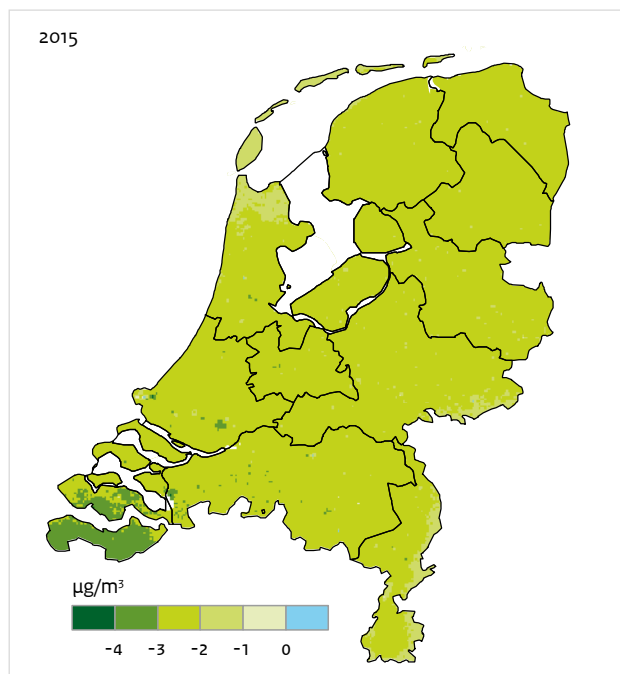
Naast bovengenoemde grenswaarde voor de jaargemiddeldeconcentratie die overal geldt, zijn er grens- en streefwaarden vastgesteld met als doel grootschalige blootstelling aan PM_{2,5} op stedelijk niveau te verminderen (zie Bijlage 3). Zie Matthijsen et al. (2009) voor de haalbaarheid van deze grens-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

PM₁₀- en PM_{2,5}-concentraties zijn sterk aan elkaar gerelateerd. Uitgaande van de huidige kennis over emissies en concentraties van PM_{2,5} en PM₁₀ kan worden gesteld dat, als aan de grenswaarden voor PM₁₀ wordt voldaan, ook aan de grenswaarden voor PM_{2,5} zal worden voldaan.

Figuur 5.7 Grootschalige PM_{2,5}-concentratie



Figuur 5.8 Verschil grootschalige PM_{2,5}-concentratie voor 2015 tussen rapportages 2016 en 2015



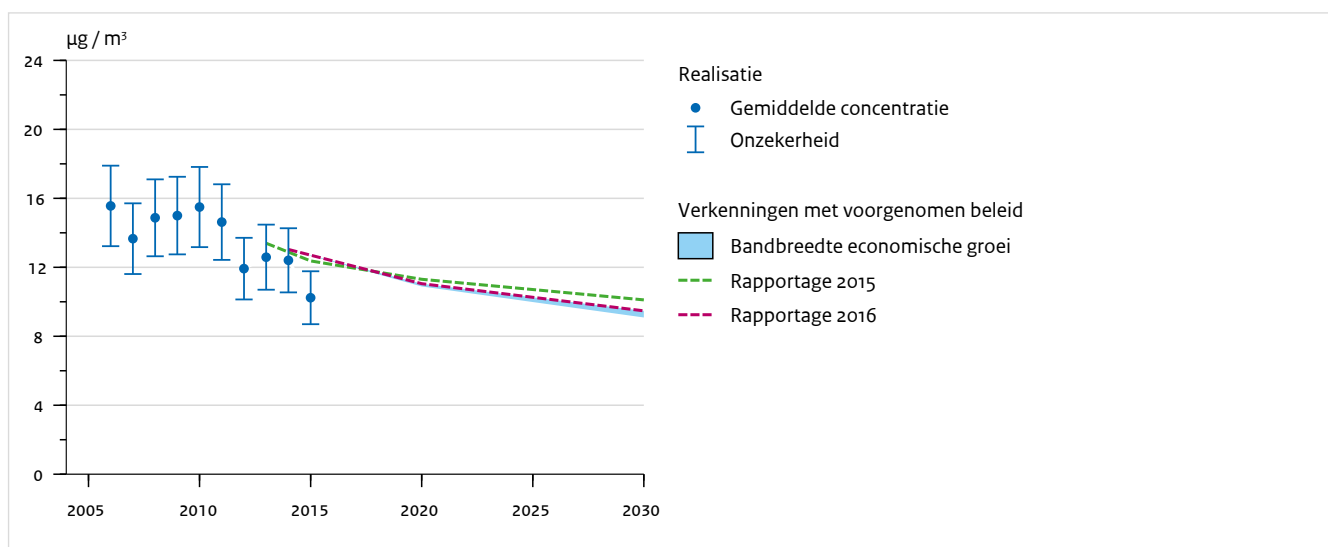
Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in de 2015-rapportage. De kaart van 2015 was in de 2015-rapportage gebaseerd op een raming van de emissies, langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart. De kaart van 2015 in deze 2016-rapportage is gebaseerd op de emissies van 2014, actuele meteorologie van 2015 en gekalibreerd aan de metingen van 2015.

De gemiddelde blootstellingsindex (GBI) is de EU-maat voor blootstelling aan gemiddelde 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 een blootstellingsverminderingdoelstelling (BVD, richtwaarde).

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., 2013).

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 µg m⁻³ voor de periode 2009-2011. De gemiddelde PM_{2,5}-concentratie was in 2015 ongeveer 11,4 µg m⁻³ en was

Figuur 5.9 Grootschalige PM_{2,5}-concentratie



De concentratie, gemiddeld over Nederland, op basis van het vaststaande en voorgenomen beleid, is weergegeven als een bandbreedte vanwege onzekerheid in economische groei. De nieuwe GCN-kaarten zijn gebaseerd op de bovenkant van deze bandbreedte. De realisatie (stippen met onzekerheid van ongeveer 2,5 µg m⁻³) zijn bepaald met de actuele meteorologie en gekalibreerd aan de hand van metingen.

daarmee 32% lager dan gemiddeld voor de periode 2009-2011. Op basis van het scenario met de bovenraming van de economische groei en vaststaand en voorgenomen beleid, is de gemiddelde concentratie in de agglomeraties in 2020 ongeveer 25 procent lager dan voor de periode 2009-2011.

5.1.4 O₃-concentraties

De O₃-concentraties voor verkenningen worden berekend op basis van een empirische relatie tussen NO_x en O₃. De verschillen in O₃ in de huidige verkenningen ten opzichte van die van 2015 zijn dus een direct gevolg van de andere NO_x-concentraties. De kaarten van O₃ zijn bedoeld voor het gebruik in lokale modellen, zoals de Monitoringstool, voor het berekenen van NO₂-concentraties uit NO_x-concentraties.

5.1.5 SO₂-concentraties

De gemiddelde grootschalige SO₂-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 SO₂-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. De berekende concentratie, voor kalibratie, van gemiddeld 2,3 µg m⁻³ voor de negen regionale en stadsachtergrond meetlocaties voor 2015 is daarom niet goed te onderscheiden van de gemeten concentratie van gemiddeld 1,7 µg m⁻³. De SO₂-concentratiekaart voor 2015 is gecorrigeerd voor dit verschil tussen gemeten en berekende SO₂-concentratie.

De SO₂-concentraties voor de scenario's worden tot nu toe niet gecorrigeerd voor het geconstateerde verschil tussen berekende en gemeten concentraties. Hierdoor is de SO₂-concentratie in de 2015-kaart iets lager dan in de verkenning van 2020-2030.

De grootschalige SO₂-concentratie in de GCN-kaarten is in 2015 en in de periode 2020-2030 op een enkele gridcel na overal in Nederland lager dan de Europese grenswaarde voor het jaargemiddelde van 20 µg 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-, 2012-, 2013-, 2014- en 2015-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 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 µg m⁻³ in het noorden tot ongeveer 0,6 µg m⁻³ in het zuiden. In grote steden zijn de concentraties ongeveer 1 µg 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 NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} en SO₂

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 NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} en SO₂ 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 NO₂-concentratie (µg m⁻³) in 2015¹

	Nederland	Amsterdam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotterdam/ Dordrecht	Eindhoven	Heerlen/ Kerkrade	Noord- Nederland	Midden- Nederland	Zuid- Nederland
Industrie	0,4	0,8	0,7	0,5	1,0	0,6	0,6	0,3	0,5	0,5
Raffinaderijen	<0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
Energiesector	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	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	4,0	7,4	7,1	10,1	7,7	7,4	3,7	2,6	4,9	3,9
Overig verkeer	2,0	3,9	3,1	3,9	5,4	2,1	1,0	1,4	2,4	1,8
Landbouw	0,5	0,4	1,4	0,5	0,6	0,6	0,2	0,4	0,6	0,6
Huishoudens	0,4	0,7	0,9	0,7	0,7	0,6	0,5	0,3	0,5	0,3
HDO ² /Bouw	0,3	0,8	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,4	0,2
Internationale scheepvaart	1,3	2,4	3,4	1,3	3,3	0,8	0,4	1,1	1,4	1,3
Buitenland	5,4	3,7	4,5	4,3	5,2	7,9	9,3	4,3	5,0	8,0
Totaal	14,7	20,6	22,5	22,5	25,3	20,8	16,0	10,9	15,9	17,1

1) De bijdragen zijn bepaald op basis van de NO_x-bijdragen en de gekalibreerde NO₂-kaart. In verband met de niet-lineaire relatie tussen NO_x en NO₂ 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 dat het aantal decimalen aangeeft.

2) HDO = handel, diensten en overheid.

Tabel 5.3 Opbouw van de PM₁₀-concentratie (µg m⁻³) in 2015¹

	Nederland	Amsterdam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotterdam/ Dordrecht	Eindhoven	Heerlen/ Kerkrade	Noord- Nederland	Midden- Nederland	Zuid- Nederland
Industrie	0,4	0,8	0,5	0,5	0,7	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	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Wegverkeer	0,9	1,4	1,3	2,0	1,3	1,2	0,6	0,6	1,1	0,8
Overig verkeer	0,4	0,7	0,6	0,8	0,7	0,5	0,2	0,4	0,6	0,4
Landbouw	1,1	0,8	0,7	1,3	0,8	1,4	0,4	1,0	1,2	1,2
Huishoudens	0,5	1,0	1,0	1,0	0,9	0,7	0,5	0,3	0,6	0,4
HDO/Bouw	0,1	0,5	0,4	0,3	0,8	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Internationale scheepvaart	0,7	1,0	1,1	0,9	1,0	0,6	0,4	0,7	0,8	0,7
Buitenland	6,8	5,6	6,0	6,6	6,4	8,6	9,8	6,0	6,7	8,3
NH ₃ uit de zee	0,1	0,3	0,5	0,1	0,4	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,1
Zeezout, bodemstof en overig	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Totaal	17,5	18,7	18,4	19,9	19,3	20,1	18,7	15,7	18,2	18,8

1) De bijdragen zijn bepaald op basis van de gekalibreerde PM₁₀-kaart. Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan dat het aantal decimalen aangeeft.

Tabel 5.4 Opbouw van de PM_{2,5}-concentratie (µg m⁻³) in 2015¹

	Nederland	Amsterdam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotterdam/ Dordrecht	Eindhoven	Heerlen/ Kerkrade	Noord- Nederland	Midden- Nederland	Zuid- Nederland
Industrie	0,3	0,4	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	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Wegverkeer	0,7	1,1	1,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,9	0,7
Overig verkeer	0,4	0,6	0,5	0,7	0,6	0,4	0,2	0,3	0,5	0,3
Landbouw	0,8	0,8	0,6	1,1	0,7	1,0	0,3	0,7	0,9	0,8
Huishoudens	0,5	0,9	1,0	1,0	0,9	0,7	0,5	0,3	0,6	0,4
HDO/Bouw	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Internationale scheepvaart	0,6	0,9	1,0	0,8	0,9	0,5	0,3	0,6	0,7	0,6
Buitenland	5,9	4,9	5,2	5,7	5,5	7,4	8,6	5,1	5,8	7,1
NH ₃ uit de zee	0,1	0,3	0,5	0,1	0,4	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,1
Zeezout, bodemstof en overig	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Totaal	10,2	11,1	11,2	12,4	11,6	12,3	11,6	8,8	10,9	11,3

1) De bijdragen zijn bepaald op basis van de gekalibreerde PM_{2,5}-kaart. Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan dat het aantal decimalen aangeeft.

Tabel 5.5 Opbouw van de SO₂-concentratie (µg m⁻³) in 2015¹

	Nederland	Amsterdam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotterdam/ Dordrecht	Eindhoven	Heerlen/ Kerkrade	Noord- Nederland	Midden- Nederland	Zuid- Nederland
Industrie	0,1	0,3	0,2	0,1	0,4	0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1
Raffinaderijen	0,1	0,1	0,4	0,1	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1
Energiesector	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Afvalverwerking	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wegverkeer	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-	-
Overig verkeer	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Landbouw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huishoudens	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-
HDO/Bouw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Internationale scheepvaart	0,1	0,3	0,5	0,1	0,5	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1
Buitenland	0,6	0,5	0,7	0,5	0,8	0,9	1,0	0,4	0,6	0,9
Totaal	0,9	1,3	2,0	0,9	2,5	1,1	1,1	0,5	0,9	1,2

1) De bijdragen zijn bepaald op basis van de gekalibreerde SO₂-kaart. Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan dat het aantal decimalen aangeeft.

5.3 Indicatieve grootschalige concentraties van elementair koolstof (EC)

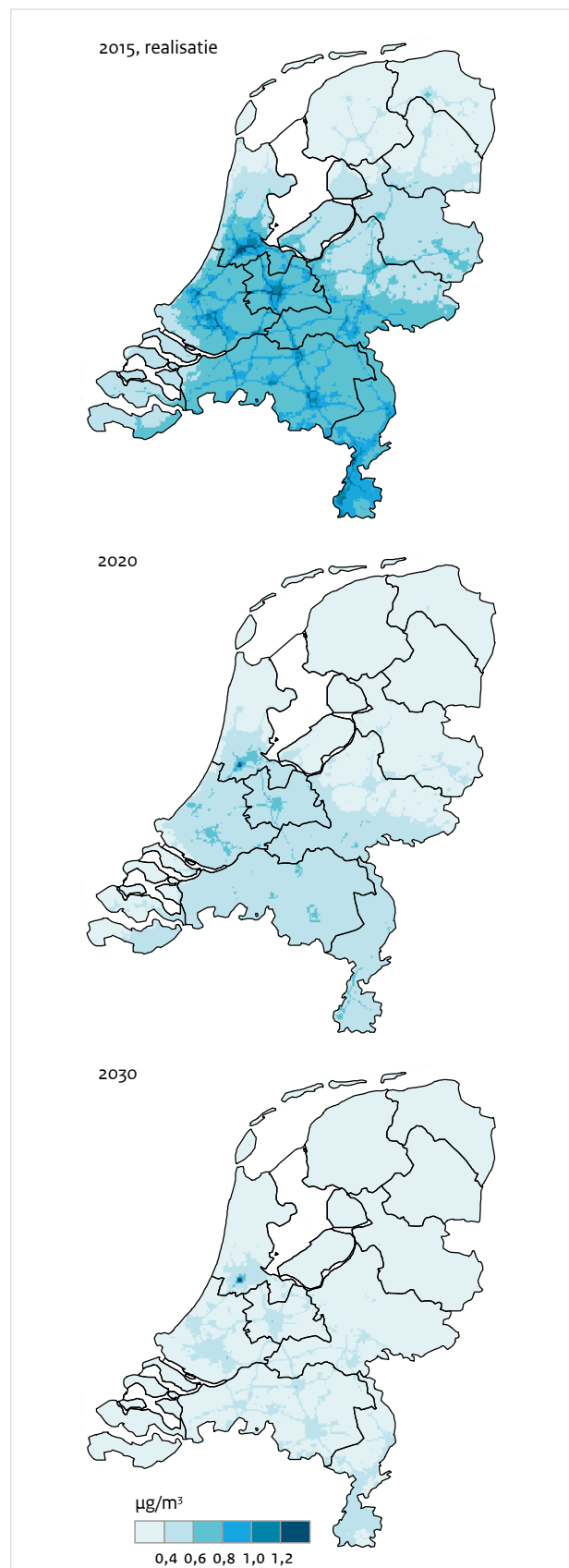
Kaarten en emissiefactoren voor elementair koolstof (EC) zijn, net als voorgaande jaren, in het GCN-kader gemaakt. Aangezien er nog aanzienlijke onzekerheden bestaan in de modellering van EC en er pas sinds 2015 over een groot gebied van Nederland metingen van de EC-concentraties worden uitgevoerd, worden 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 $PM_{2,5}$. 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 vooral nog minder waarde worden gehecht.

In 2014 is door Wesseling et al. (2014) een gedetailleerde EC-kaart gemaakt, die gebaseerd is op een combinatie van gemeten en berekende EC-concentraties in Nederland.

Het nationale en Europese beleid is gericht op het halen van de grenswaarden voor luchtkwaliteit voor NO_2 , PM_{10} en $PM_{2,5}$. Het is echter waarschijnlijk dat er onder de grenswaarden voor vooral fijn stof nog steeds gezondheidsrisico's aanwezig zijn (Jansen et al., 2011). Het is ook niet helemaal duidelijk welke stoffen of componenten het meest verantwoordelijk zijn voor effecten op de gezondheid van de mens. Janssen et al. (2011) en Keuken et al. (2011b) laten zien dat EC mogelijk de lokale bijdrage van met name verkeersemissies aan de gezondheidsrisico's van luchtverontreiniging beter weer kan geven dan NO_2 , PM_{10} en $PM_{2,5}$. Maatregelen, vooral bij verkeer, kunnen ook een grotere relatieve verandering geven in de concentraties van EC dan van PM_{10} of $PM_{2,5}$, 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 PM_{10} - en $PM_{2,5}$ -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 openhaarden en houtkachels. De EC-kaarten zijn gebaseerd op de berekeningen van $PM_{2,5}$ en een in de tijd constante verhouding tussen de emissie van EC en $PM_{2,5}$ per doelgroep in Nederland en het buitenland (zie Bijlage 2).

Figuur 5.10 Indicatieve grootschalige EC-concentratie

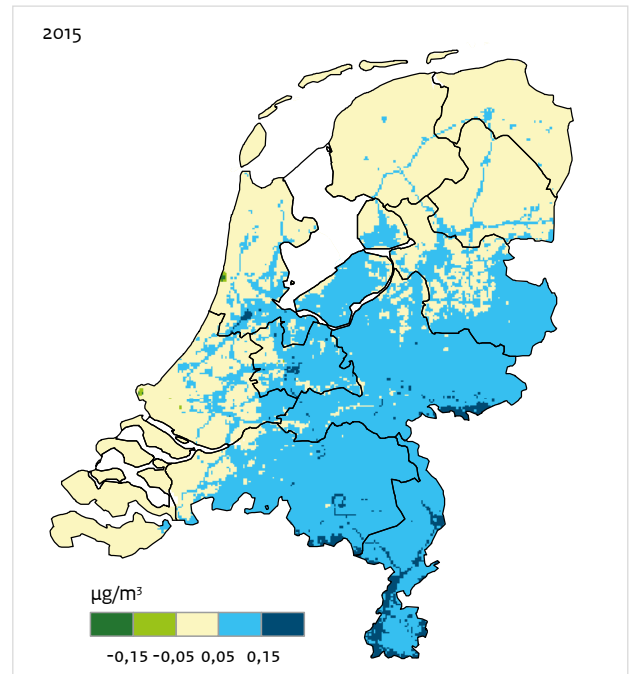


Voor de grootschalige EC-concentraties is nog geen onzekerheidsanalyse uitgevoerd. Voor een goede onzekerheidsanalyse zijn voldoende metingen van EC nodig op verschillende locaties in Nederland, en het liefst over meerdere jaren. Hiervoor is in opdracht van het ministerie van IenM een meetstrategie opgesteld door het RIVM, in samenwerking met de GGD-Amsterdam en DCMR. Als uitvloeisel hiervan worden vanaf 2015 metingen van de EC-concentratie in het LML uitgevoerd, in aanvulling op de metingen van de GGD-Amsterdam en DCMR. Door de nog beperkte analyse van de metingen en korte meetreeks zijn de metingen nog niet gebruikt voor een kalibratie van de kaarten.

Er zijn wel al vele jaren 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_{2,5}-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_{2,5}.

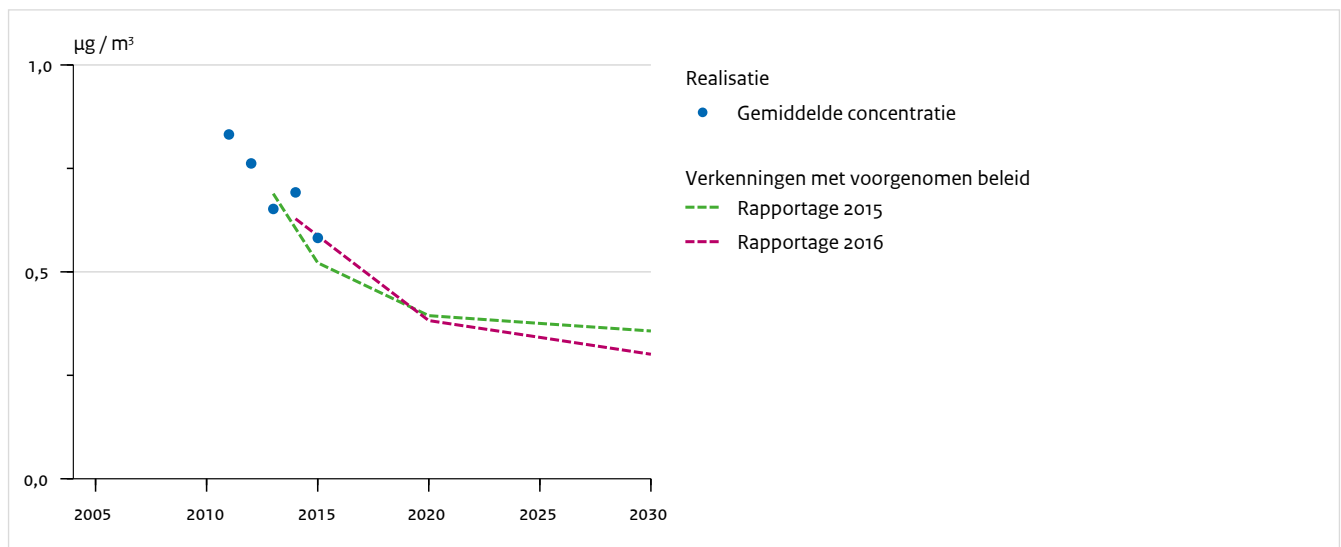
Door TNO en PBL zijn indicatieve SRM-emissiefactoren voor EC bepaald voor het gebruik in lokale verkeersmodellen (zie Bijlage 6).

Figuur 5.11 Verskil grootschalige EC-concentratie voor 2015 tussen rapportages 2016 en 2015



Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in de 2015-rapportage. De kaart van 2015 was in de 2015-rapportage gebaseerd op een raming van de emissies en langjarig gemiddelde meteorologie. De kaart van 2015 in deze 2016-rapportage is gebaseerd op de emissies van 2014 en op de actuele meteorologie van 2015.

Figuur 5.12 Indicatieve grootschalige EC-concentratie



De concentratie, gemiddeld over Nederland, op basis van het vaststaande en voorgenomen beleid, is weergegeven als een bandbreedte vanwege onzekerheid in economische groei.

In Figuur 5.10 staan de indicatieve grootschalige concentratiekaarten van EC voor 2015 op basis van actuele meteorologie, en voor 2020 en 2030 op basis van de langjarig gemiddelde meteorologie en het scenario met vaststaand en voorgenomen beleid. In Figuur 5.11 is het verschil weergegeven in EC-concentratie, dat voor 2015 is berekend volgens de huidige 2016-rapportage en de 2015-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 2015 zijn de rijkswegen duidelijk herkenbaar met verhogingen in de EC-concentraties. Doordat de emissies van PM_{2,5} en EC naar verwachting in de komende jaren verder dalen door het toenemende gebruik van roetfilters bij auto's, dalen de EC-concentraties naar verwachting ook en zijn de rijkswegen minder duidelijk herkenbaar in de EC-kaarten voor 2020 en 2030.

Sinds 2011 daalt de berekende EC-concentratie gestaag. Gemiddeld over de zes stedelijke agglomeraties is de concentratie sinds 2011 met ongeveer 9% per jaar afgenomen, als gevolg van dalende emissies van wegverkeer in Nederland doordat steeds meer auto's rondrijden met een roetfilter.

De berekende EC-concentratie gemiddeld voor Nederland voor 2015 is 0,11 µg m⁻³ lager dan in 2014 (zie Figuur 5.11) als gevolg van lagere emissies van wegverkeer in Nederland en een lagere bijdrage uit het buitenland door de toevallige meteorologische omstandigheden van 2015. De EC-concentratie in 2015 is wel hoger dan de raming voor dat jaar in de rapportage van vorig jaar (zie Figuur 5.11).

De EC-concentratie daalt in de scenario's tot 2020 in ongeveer hetzelfde tempo, waarna de daling afvlakt. De daling in concentratie is relatief groter dan de daling in concentratie van PM₁₀ en PM_{2,5}, doordat EC geen natuurlijke bronnen heeft en de concentratie grotendeels wordt bepaald door afnemende verkeers-emissies doordat steeds meer dieselauto's een roetfilter hebben. De emissies van het wegverkeer in binnen- en buitenland waren de afgelopen jaren verantwoordelijk voor ongeveer de helft van de totale EC-concentratie in de stedelijke agglomeraties. Deze bijdrage neemt naar verwachting af tot ongeveer een derde in 2020 en daarna. De EC-emissies van andere sectoren blijven 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 20 procent in 2015 naar 30 procent in 2020. Zie Tabel 5.6 voor de opbouw van de EC-concentratie in Nederland voor 2015.

Tabel 5.6 Opbouw van de EC-concentratie (µg m⁻³) in 2015¹

	Nederland	Amsterdam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotterdam/ Dordrecht	Eindhoven	Heerlen/ Kerkrade	Noord- Nederland	Midden- Nederland	Zuid- Nederland
Industrie	-	-	-	<0,01	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	<0,01
Raffinaderijen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energiesector	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Afvalverwerking	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wegverkeer	0,14	0,30	0,26	0,41	0,26	0,18	0,14	0,09	0,18	0,13
Overig verkeer	0,07	0,16	0,11	0,14	0,12	0,07	0,04	0,05	0,08	0,06
Landbouw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huishoudens	0,06	0,10	0,10	0,11	0,09	0,08	0,07	0,04	0,07	0,05
HDO1/Bouw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Internationale scheepvaart	0,02	0,03	0,04	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
Buitenland	0,30	0,21	0,24	0,26	0,28	0,53	0,62	0,22	0,28	0,45
Totaal	0,58	0,80	0,75	0,94	0,80	0,88	0,88	0,41	0,64	0,71

¹) Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan het aantal decimalen aangeeft. Een '-' geeft een concentratie kleiner dan 0,001 µg m⁻³ aan.

5.4 Gezondheidseffecten van luchtverontreiniging

De totale omvang van milieugerelateerde gezondheidseffecten wordt volgens de Volksgezondheid Toekomstverkenning 2014 (VTV, 2014) geschat op circa 6% van alle ziektelast in Nederland. Daarvan wordt ruim driekwart veroorzaakt door luchtverontreiniging. De omvang van het volksgezondheidsprobleem door luchtkwaliteit is daarmee vergelijkbaar met die door overgewicht (5%), maar groter dan die door overmatig alcoholgebruik (3%) of het eten van te weinig fruit of groente (2%). In Nederland, Europa en ook wereldwijd staat verontreiniging van de buitenlucht op de negende plaats als oorzaak van levensduurverkorting en ziektelast (Lim et al., 2012).

De belangrijkste manier waarop luchtverontreiniging het lichaam binnenkomt, is uiteraard via de luchtwegen en de longen. Luchtverontreinigende stoffen komen zelden voor in isolement, maar zijn bijna altijd onderdeel van een mengsel van stoffen. Mensen ademen dus een mengsel van luchtverontreinigende componenten in. Op dit moment gelden als belangrijkste stoffen in de buitenlucht: deeltjesvormige luchtverontreiniging (PM₁₀, PM_{2,5} en roet), NO₂ (een goede indicator van het huidige verkeersgerelateerde mengsel) en ozon (van belang bij zomersmog).

Bij de effecten van luchtverontreiniging wordt vaak onderscheid gemaakt tussen effecten die geassocieerd zijn met kortdurende verhoogde blootstelling (enkele dagen tot weken) en de effecten die gerelateerd zijn aan het gedurende een langere periode (meerdere jaren) blootgesteld zijn aan relatief hoge niveaus.

Met name de laatste jaren wordt veel onderzoek gedaan naar de effecten van langdurige blootstelling. Recent heeft het RIVM laten zien dat ook in Nederland jarenlange blootstelling aan verhoogde PM₁₀- en NO₂-niveaus gerelateerd is aan vervroegde sterfte (Fischer et al., 2015). Geschat wordt dat iedere Nederlander gemiddeld één jaar langer zou leven wanneer de omgevingslucht helemaal schoon zou zijn, dat wil zeggen bij natuurlijke achtergrondniveaus van luchtverontreinigende stoffen.

Gezondheidseffecten die in de (internationale) literatuur geassocieerd zijn met blootstelling aan ozon, deeltjesvormige luchtverontreiniging of stikstofdioxide, zijn onder andere:

- levensduurverkorting door langdurige blootstelling aan relatief hoge niveaus;
- toename van de dagelijkse sterfte na dagen met verhoogde niveaus;
- toename van ziekenhuisopnames voor hart- en luchtwegaandoeningen na dagen met verhoogde niveaus;

- toename van sterfte onder pasgeborenen in gebieden met relatief hoge niveaus;
- afname van de longfunctie, zowel na dagen met verhoogde niveaus als bij kinderen die opgroeien in gebieden met relatief hoge niveaus;
- toename van luchtwegklachten, zoals piepen, hoesten en kortademigheid, zowel na dagen met verhoogde niveaus als bij kinderen die opgroeien in gebieden met relatief hoge niveaus;
- toename van chronische bronchitis onder volwassenen;
- toename van geboortes met laag geboortegewicht bij moeders die wonen in gebieden met relatief hoge niveaus;
- toename van longkanker bij mensen die wonen in gebieden met verhoogde niveaus.

Op basis van wetenschappelijk onderzoek wordt aangenomen dat er geen concentratieniveaus zijn aan te geven waaronder de situatie als 'gezond' gekarakteriseerd kan worden en waarboven de situatie als 'on gezond, schadelijk' gekarakteriseerd kan worden. Twee WHO-rapporten (WHO, 2013; Heroux et al., 2015) geven een uitgebreid overzicht van de stand van de literatuur op het gebied van gezondheidseffecten van luchtverontreiniging.

6

Evaluatie NO₂-ramingen voor 2015 door de jaren heen

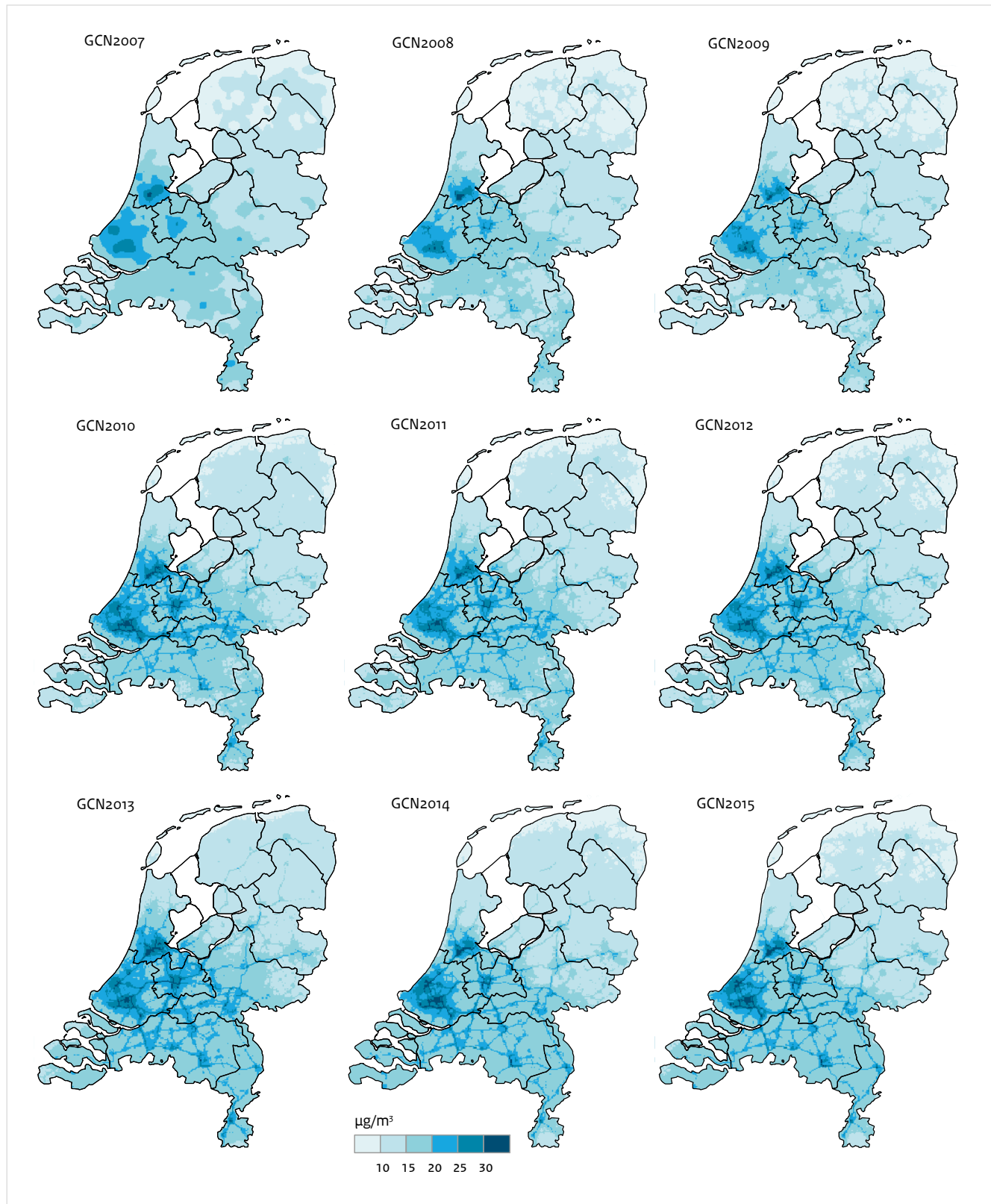
In de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 is de verplichting opgenomen dat de GCN-concentratiekaarten, in combinatie met lokale berekeningen, moeten worden gebruikt bij planvorming om te toetsen of er wordt voldaan de grenswaarden voor luchtkwaliteit. Aan de grenswaarde voor de jaargemiddelde NO₂-concentratie van 40 µg m⁻³ moet vanaf 2015 worden voldaan. GCN-concentratiekaarten worden sinds ongeveer 2002 gemaakt voor gebruik als achtergrondconcentraties in modellen voor lokale luchtkwaliteit. Sinds 2006 worden deze kaarten jaarlijks gemaakt voor zowel het gepasseerde jaar als voor enkele zichtjaren, waaronder 2015 (Figuur 6.1). In deze 2016-rapportage kan voor het eerst de NO₂-kaart van 2015 worden gemaakt op basis van de werkelijke meteorologie en gemeten 2015-concentraties. Deze 'realisatie' van 2015 wordt hier vergeleken met de ramingen uit de afgelopen tien jaren van de NO₂-concentraties voor 2015, om na te gaan in hoeverre deze ramingen overeenkomen met de realisatie van 2015 en wat oorzaken zijn van eventuele verschillen.

Van groot belang voor de ramingen van de NO₂- (en NO_x-) concentraties zijn de ramingen van de NO_x-emissies. Verschillende ramingen zijn de afgelopen jaren gemaakt met verschillende aannames voor economische groei en beleid. Voor de GCN-kaarten is meestal uitgegaan van een scenario met een relatief hoge economische groei tussen 2,5 tot 3 procent per jaar en vaststaand en voorgenomen beleidsmaatregelen (zie paragraaf 3.4 en 3.5).

6.1 NO_x-emissies

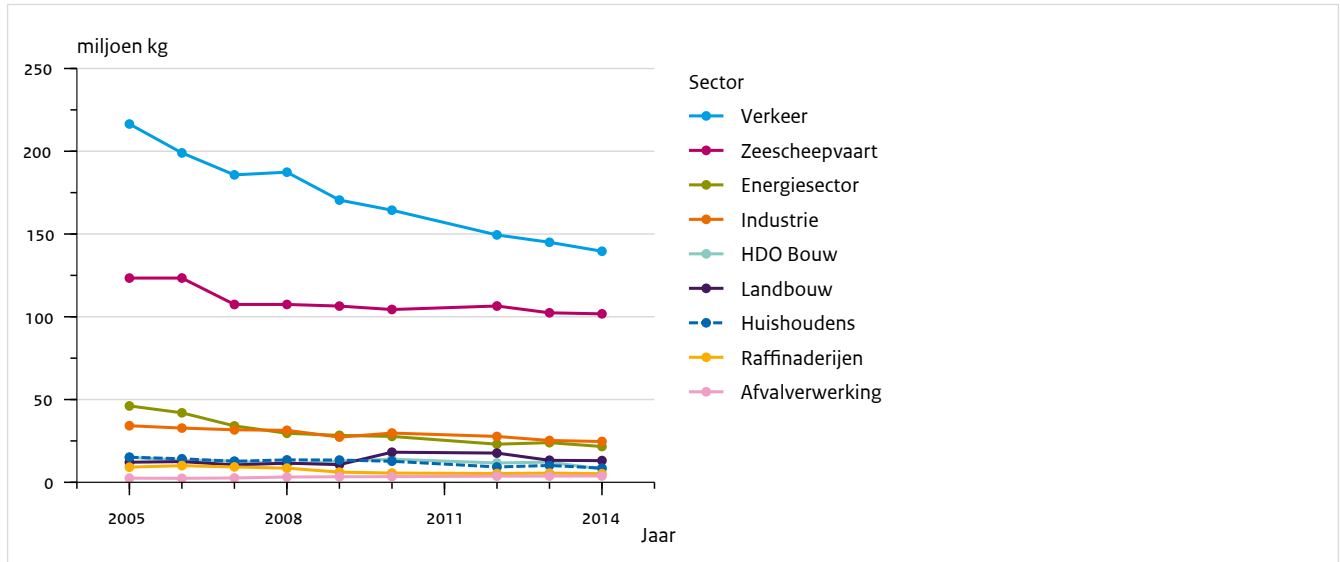
Voor concentratiekaarten van een gepasseerd jaar worden emissies afkomstig van de Emissieregistratie gebruikt als input voor de GCN-modelberekeningen. Voor vrijwel alle sectoren die in GCN-berekeningen worden onderscheiden zijn de NO_x-emissies de afgelopen jaren gedaald (zie Figuur 6.2). Alleen in de sectoren landbouw en afvalverwerking, die beide slechts een kleine bijdrage aan de totale emissie van NO_x leveren, is een stijging opgetreden in emissies. Het grootste aandeel van de totale binnenlandse emissie van NO_x komt van de sectoren verkeer en zeescheepvaart. De grootste daling door verkeer. De Emissieregistratie corrigeert ieder jaar de emissies van de voorgaande jaren, indien er wijzigingen zijn in de methode waarmee de emissies bepaald worden, of als er betere gegevens over eerdere jaren beschikbaar zijn gekomen. Daardoor is er voor een aantal sectoren een verschil in de emissie die voor sommige jaren voor GCN-kaarten zijn gebruikt en de emissie zoals die nu in 2016 voor die jaren wordt gerapporteerd in de Emissieregistratie. Voor de sectoren verkeer en zeescheepvaart is dit weergegeven in Figuur 6.3.

Figuur 6.1 Geraamde grootschalige NO₂-concentraties voor 2015



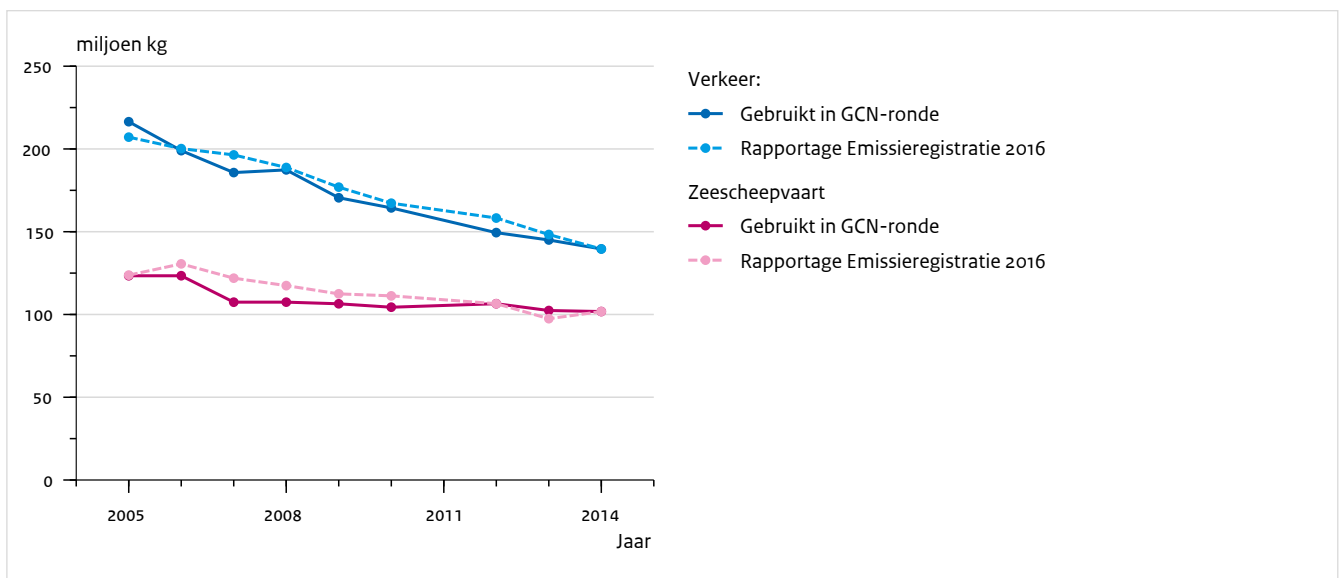
Het label bij de kaarten geeft het jaar aan waarin de raming is gepubliceerd. De realisatie van 2015, welke is gekalibreerd met behulp van metingen is weergegeven in Figuur 5.1.

Figuur 6.2 Verloop van de NO_x-emissies



Deze emissies zijn gebruikt in de berekening van de GCN-kaarten van een gepasseerd jaar. Bijvoorbeeld: de emissies van 2014 zijn in de 2016-rapportage gebruikt voor de GCN-kaarten van 2015.

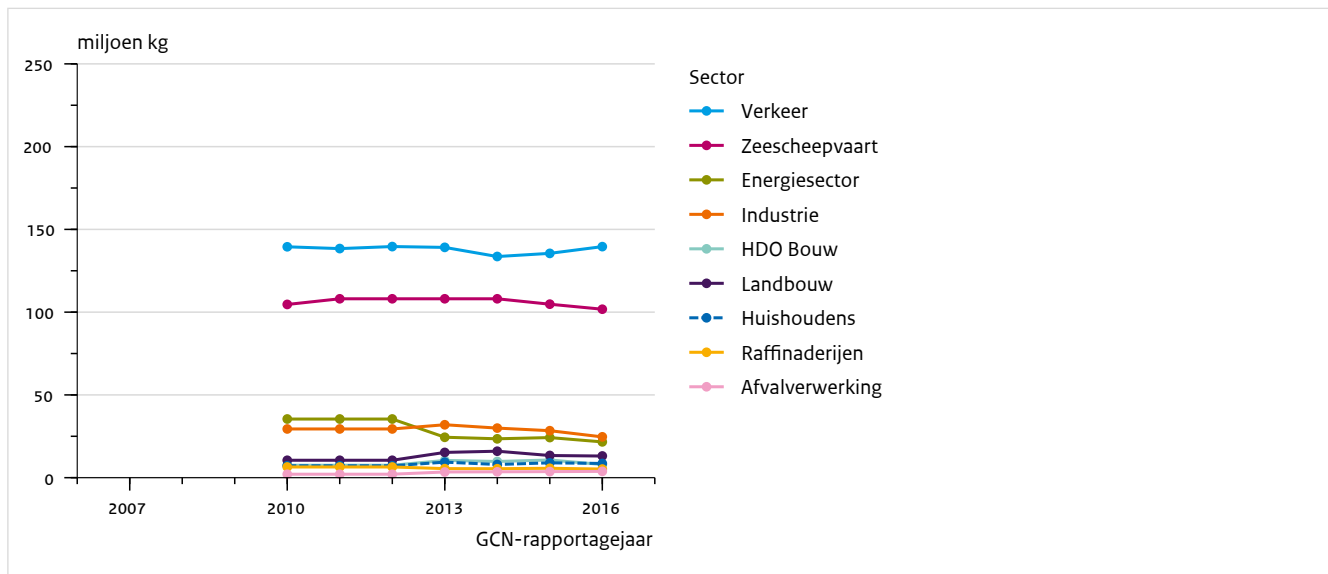
Figuur 6.3 NO_x-emissies gebruikt in de GCN-berekeningen en de meest recente ER-reeks



Vanaf GCN-rapportagejaar 2010 werd doorgaans een scenario met een bovenraming gebruikt met vaststaand en voorgenomen beleid voor de prognoses van de emissies voor de zichtjaren (zie Figuur 6.4). Het resultaat is dat in de afgelopen jaren de emissies voor 2015, die gebruikt zijn voor de berekeningen voor 2015, met zo'n 3 tot 6 procent overschat werden ten opzichte van de definitieve emissiecijfers voor 2014 uit de Emissieregistratie 2016 (zie Figuur 6.6). Het grootste aandeel in deze overschatting k de sectoren energie, industrie en

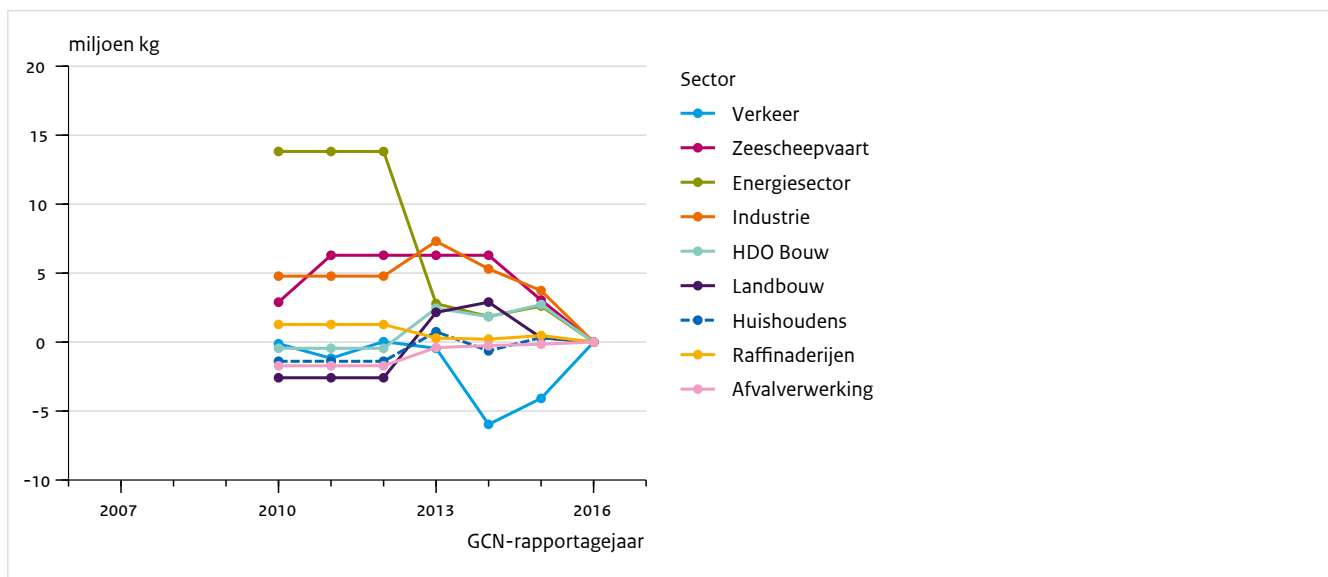
zeescheepvaart (zie Figuur 6.5). Voor de zeescheepvaart kan deze overschatting verklaard worden, doordat de gebruikte emissies in de afgelopen jaren hoger waren dan in de definitieve datareeks van de Emissieregistratie 2016. De overschatting voor de industrie- en energie-sector kan niet op deze manier verklaard worden: hier is de methode hoe het scenario voor deze sectoren bepaald werd de oorzaak. Ook heeft het gebruik van een bovenraming, met relatief hoge economische groei, bijgedragen aan de overschatting van de emissies.

Figuur 6.4 Ramingen NO_x-emissies voor 2015 in de afgelopen GCN-rapportagejaren



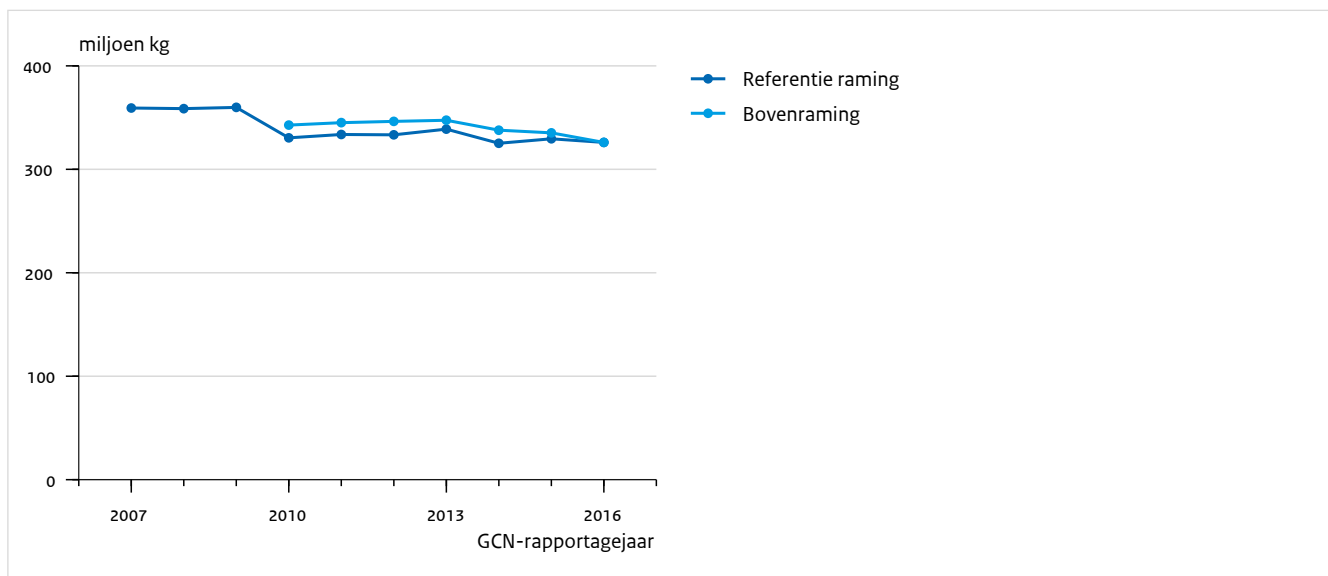
Op de horizontale as staan de rapportagejaren waarin de raming voor 2015 is gemaakt op basis van de bovenraming met vaststaand en voorgenomen beleid.

Figuur 6.5 Verschil tussen de ramingen van NO_x-emissies voor 2015 en de vastgestelde emissies voor 2014



De geraamde 2015-emissies zijn vergeleken met de gerealiseerde 2014-emissies welke zijn gebruikt voor de GCN-kaart van 2015. Een positief getal geeft aan dat de emissies in de raming hoger waren dan de gerealiseerde emissies van 2014. De 2014-emissies zijn gebruikt voor de GCN-kaart van 2015 in deze 2016-rapportage.

Figuur 6.6 Ramingen nationale NO_x-emissies voor 2015 in de GCN-rapportages van de afgelopen jaren

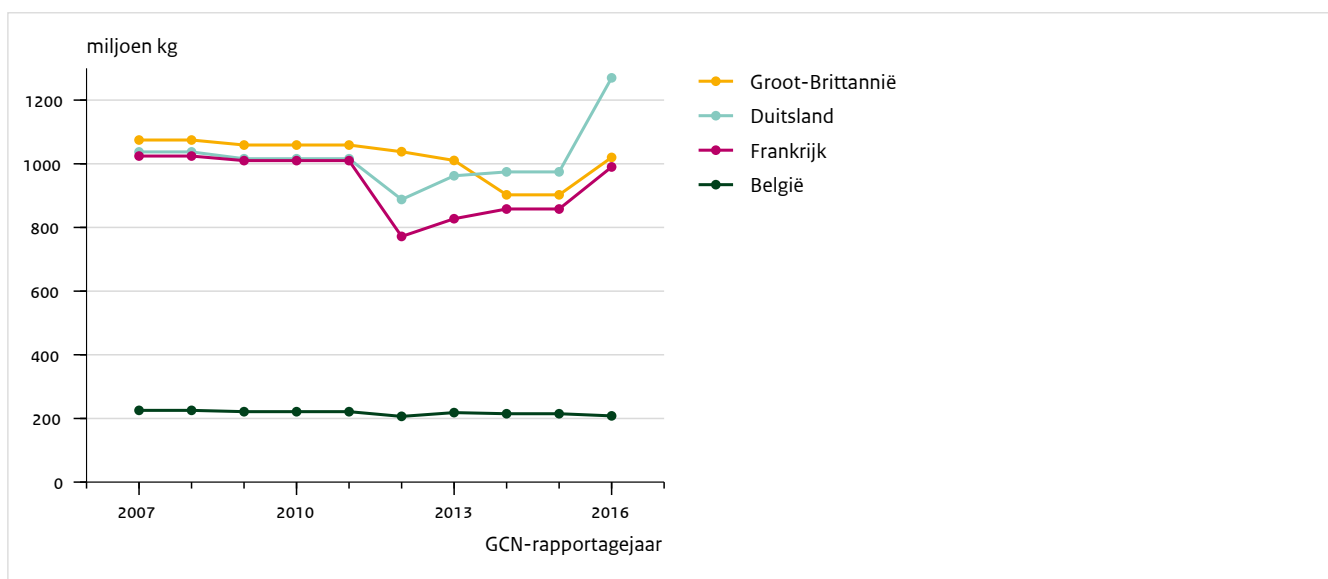


Het BBR-scenario, de bovenraming met vaststaand en voorgenomen beleid is de basis voor de GCN-kaarten. Het RR-scenario is een referentie raming (middenraming) met alleen vaststaand beleid.

Naast emissies van nationale bronnen dragen bronnen in het buitenland ook bij aan de concentraties in Nederland. Totaal dragen buitenlandse bronnen momenteel 35-40% bij aan de NO_x- en NO₂-concentratie gemiddeld over Nederland. De bijdrage van buitenlandse bronnen aan

de concentraties in de vier agglomeraties in de Randstad ligt rond de 20%, welke met min of meer gelijke bijdragen, bijna geheel afkomstig is uit Duitsland, België, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk.

Figuur 6.7 Ramingen buitenlandse NO_x-emissies voor 2015 in de GCN-rapportages van de afgelopen jaren



De NO_x-emissies van Groot-Brittannië, Duitsland, Frankrijk en België zijn verantwoordelijk voor ongeveer 90 procent van de bijdrage van alle buitenlandse emissies aan de NO₂-concentratie gemiddeld over Nederland.

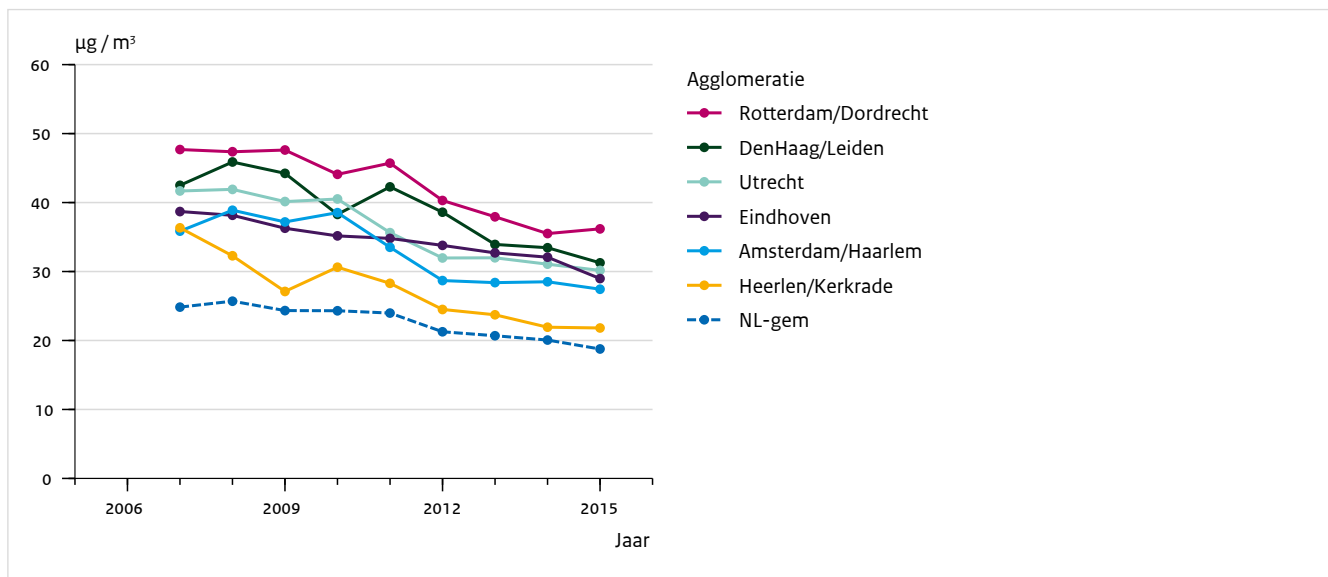
6.2 NO_x- en NO₂-concentraties

De dalende trend in de landelijke NO_x- en NO₂-concentraties is ook waarneembaar in de cijfers voor individuele agglomeraties en Nederland gemiddeld (zie Figuur 6.8 en Figuur 6.9). Over de afgelopen tien jaar daalden de gemiddelde concentraties NO_x en NO₂ in Heerlen/Kerkrade sterker dan in de overige agglomeraties. Buitenlandse bronnen hebben hier een veel groter aandeel in de concentraties van deze stoffen dan in de andere agglomeraties; in Heerlen/Kerkrade is bijna 60% van de NO₂ afkomstig uit het buitenland, terwijl dat in bijvoorbeeld Eindhoven minder dan 40% is.

In de agglomeraties Rotterdam/Dordrecht en Heerlen/Kerkrade is de gemiddelde concentratie in 2015 echter weer iets hoger dan in 2014. De toename in Heerlen/Kerkrade is vooral in het oostelijk deel te zien. De toename zal dus hoofdzakelijk door buitenlandse bronnen veroorzaakt zijn. Overigens is in vrijwel heel Zuid-Limburg ten zuiden van Heerlen een stijging van de NO₂-concentraties te zien.

In Rotterdam/Dordrecht is de concentratie vooral toegenomen in de Maasvlakte, de Waalhaven en langs het nieuw geopende deel van de snelweg A4. Hier kan dus vooral de lokale activiteit als oorzaak van de stijgende NO_x- en NO₂-concentraties worden gezien.

Figuur 6.8 NO_x-concentraties per agglomeratie

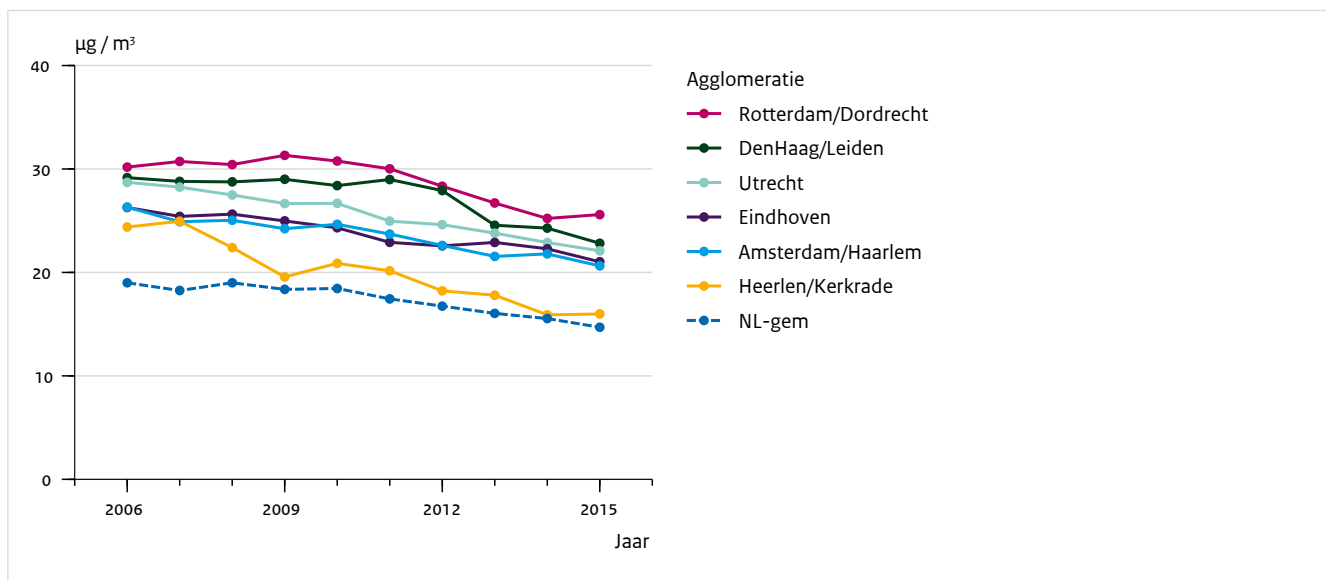


De weergegeven concentraties zijn bepaald op basis van gemiddelden van de met behulp van metingen gekalibreerde kaarten.

De ramingen van NO₂-concentraties voor de agglomeraties zijn over de afgelopen tien jaar eerst wat hoger geworden en in de meest recente jaren weer wat gedaald (zie Figuur 6.10). De concentraties in Heerlen-Kerkrade, Haarlem-Amsterdam, Den Haag-Leiden en Utrecht werden meestal hoger geraamd dan de

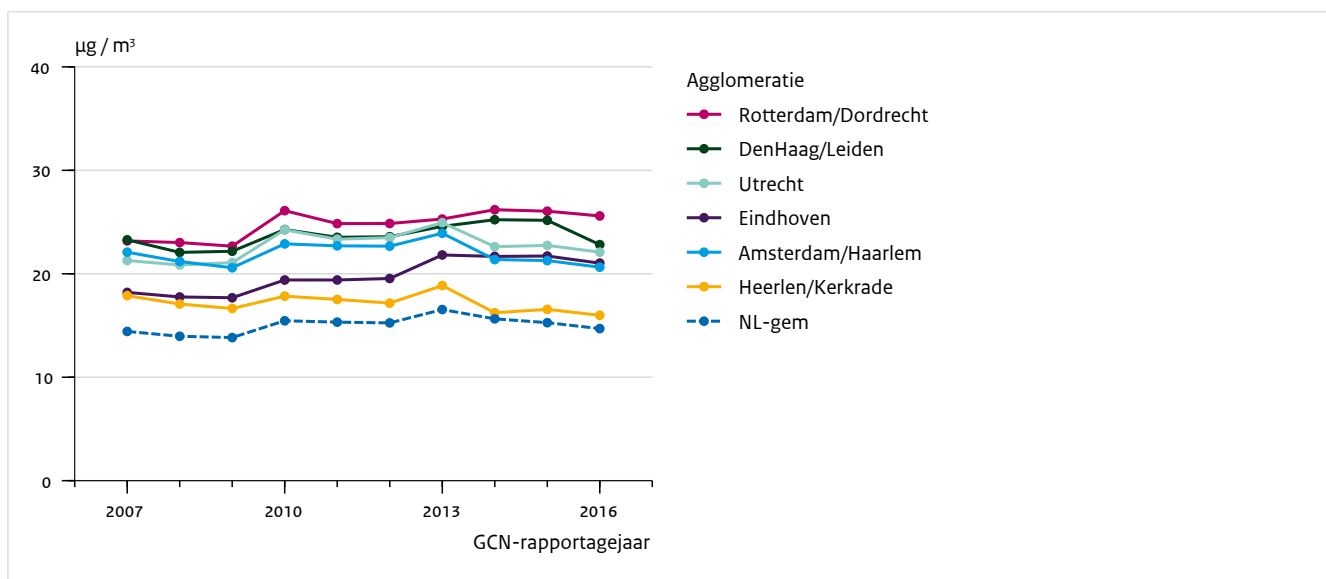
uiteindelijk gerealiseerde concentraties in 2015, terwijl dat voor Rotterdam en Eindhoven meestal lager was. Tussen 2007 en 2009 waren de ramingen voor de landelijk gemiddelde concentratie NO₂ in 2015 lager dan uiteindelijk gerealiseerd, terwijl die vanaf 2010 dicht om de gerealiseerde waarde heen bewegen.

Figuur 6.9 NO₂-concentraties per agglomeratie



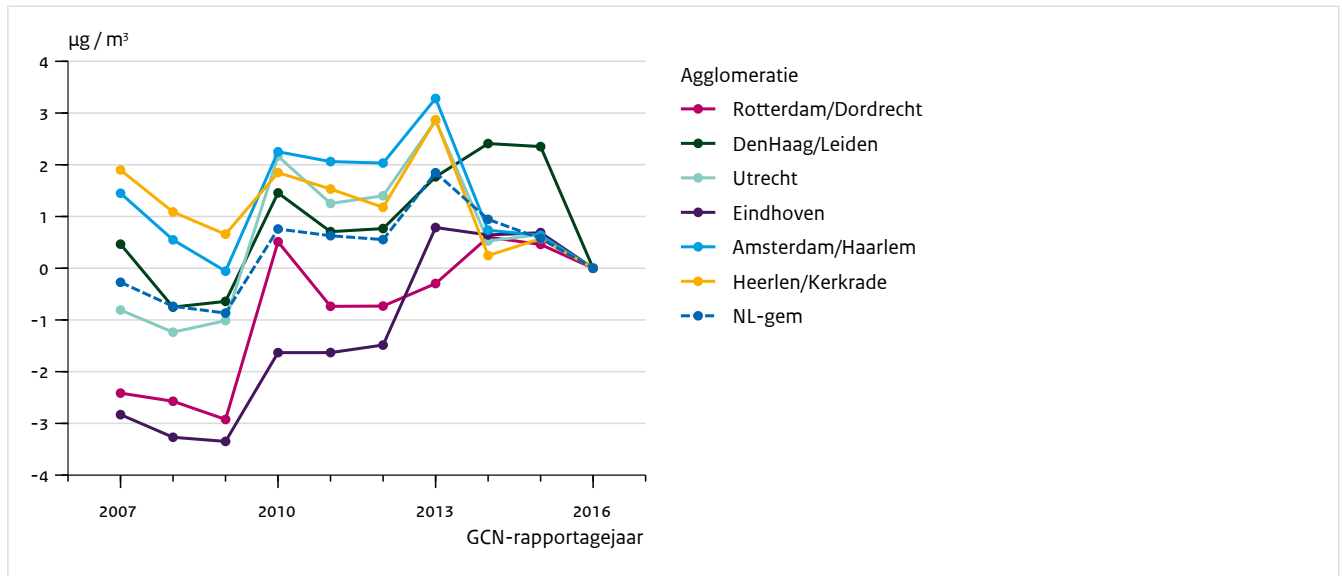
Het BBR-scenario, de bovenraming met vaststaand en voorgenomen beleid is de basis voor de GCN-kaarten. Het RR-scenario is een referentie raming (middenraming) met alleen vaststaand beleid.

Figuur 6.10 Geraamde NO₂-concentraties voor 2015 voor de verschillende GCN-rapportagejaren



De onzekerheid in NO₂-concentratie wordt geschat op 15 procent (1 sigma).

Figuur 6.11 Verschil tussen de geraamde NO₂-concentraties en de gerealiseerde concentraties voor 2015 (GCN-rapportage 2016)



Een positief getal geeft aan dat de geraamde concentratie hoger is dan de gerealiseerde (gemeten) concentratie.

7

Grootschalige depositie en bronbijdragen

De grootschalige depositiekaarten van stikstof zoals die zijn berekend voor deze 2016-rapportage en de verschillen met de 2015-rapportage, worden hier kort besproken in termen van de kaarten zelf en de gemiddelde deposities over Nederland. De scenario's omspannen een bandbreedte die informatie geeft over de beleidsruimte en over de verschillen in economische ontwikkelingen. GDN-kaarten zijn berekend voor 2015, 2020, 2025 en 2030 op basis van emissies, modelberekeningen en metingen. Kaarten voor de tussenliggende jaren kunnen worden verkregen door lineaire interpolatie van de berekende kaarten. De berekende depositiekaarten geven een middenschatting van de 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 deze rapportage vormt (zie paragraaf 3.5).

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.

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.

7.1 GDN-kaarten

In Figuur 7.1 en Figuur 7.4 staan de GDN-kaarten voor de depositie van stikstof en potentieel zuur op basis van het BBR-scenario. In Figuur 7.3 en Figuur 7.6 staan de grootschalige deposities gemiddeld over Nederland voor stikstof en potentieel zuur voor de verschillende scenario's.

Enkele constatering bij de depositiekaarten:

1. 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).
2. 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.

7.1.1 Stikstofdepositie

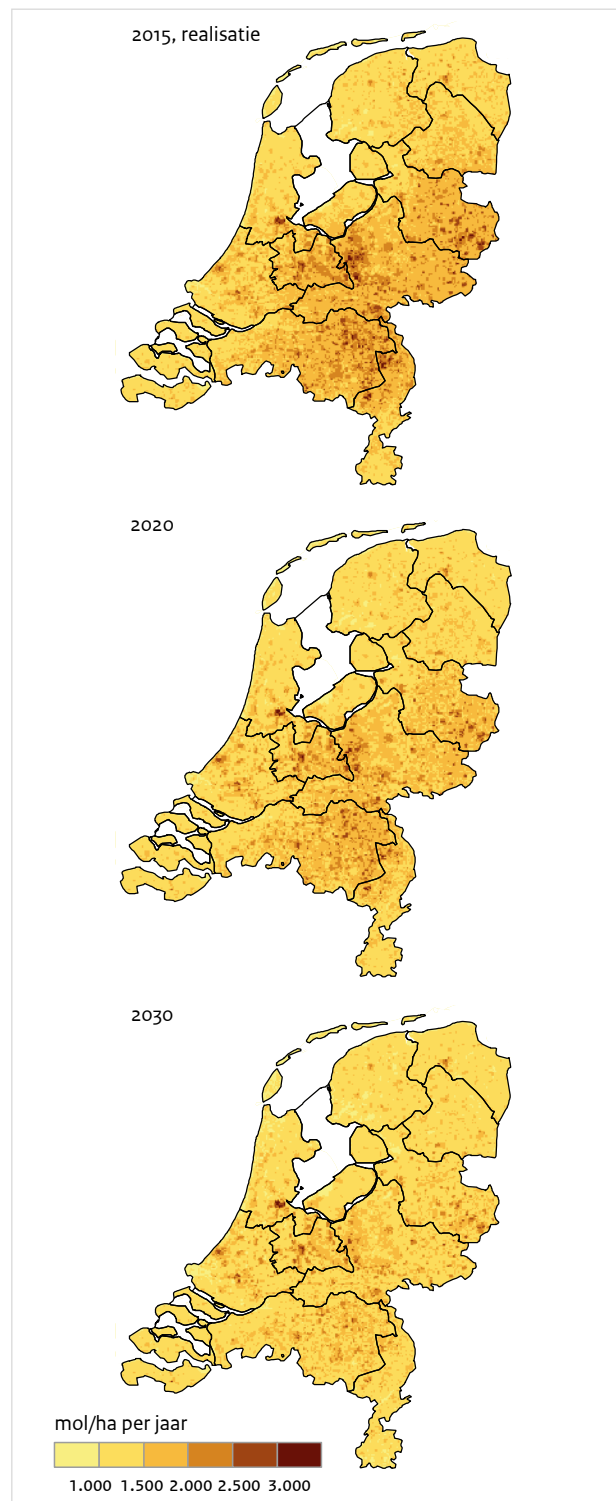
In de GDN-kaarten van de depositie van stikstof (zie Figuur 7.1) zijn gebieden met intensieve veehouderij duidelijk herkenbaar met verhogingen in depositie. Verder vertonen de depositiekaarten duidelijke verhogingen bij de steden als gevolg van de NO_x -emissies ter plekke en verhoogde ruwheid van de bebouwde omgeving en de daaraan gekoppelde verhoogde depositiesnelheid voor NO_x en NH_3 . De depositie in de zuidelijke provincies (Noord-Brabant en Limburg) is 500 tot 1000 mol ha^{-1} jaar $^{-1}$ hoger dan in de noordelijke provincies.

De gemiddelde stikstofdepositie over Nederland (zie Figuur 7.3) daalt naar verwachting met ongeveer 150 mol ha^{-1} van 2015 tot 2020. Dit komt voor ongeveer 45 procent door dalende NO_x -emissies van wegverkeer in binnen- en buitenland, voor ongeveer 40 procent door dalende NH_3 -emissies uit de landbouw in Nederland en voor ongeveer 20 procent uit dalende NH_3 -emissies in het buitenland. Veranderingen in emissies bij andere sectoren geven kleine toe- en afnamen in stikstofdepositie. 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 (Schoots en Hammingh, 2016, Smeets et al., 2016) en door de maatregelen die in het kader van het PAS worden genomen. Na 2020 daalt de stikstofdepositie naar verwachting langzaam verder, voornamelijk door dalende verkeers- en landbouwemissies.

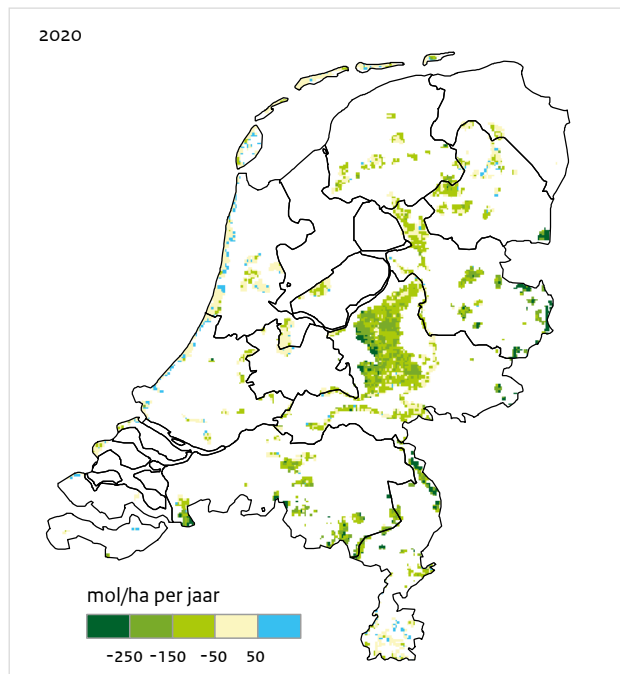
De daling in de stikstofdepositie gemiddeld over Nederland van 2015 tot 2030 van ongeveer 250 mol ha^{-1} is wat groter dan daling van 200 mol ha^{-1} die vorig jaar werd ingeschat (zie Tabel 7.1 en Figuur 7.3). De grotere daling is het gevolg van de sterkere daling in de geraamde NO_x -emissies (RDE-regelgeving personen- en bestelauto's en emissienormen mobiele machines en vaartuigen; zie paragraaf 3.4). De raming van de NH_3 -emissies verschilt niet veel van die van vorig jaar. 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.

In Tabel 7.2 is weergegeven welke sectoren het meest bijdragen aan de stikstofdepositie in 2015 in Nederland gemiddeld en in de verschillende provincies. De grootste bijdragen zijn afkomstig van de landbouw.

Figuur 7.1 Grootschalige stikstofdepositie

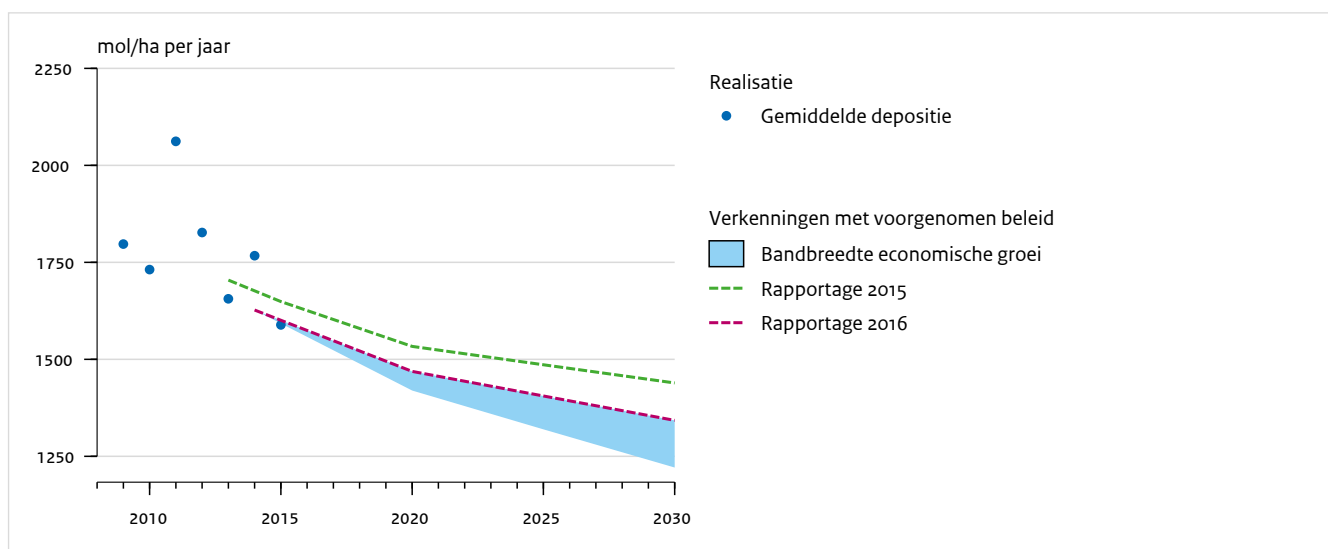


Figuur 7.2 Verschil grootschalige stikstofdepositie voor 2020 tussen rapportage 2016 en rapportage 2015



Verschillen zijn alleen weergegeven voor Natura 2000-gebieden op land. Een negatief getal betekent dat de depositie nu lager is dan in de 2015-rapportage.

Figuur 7.3 Grootschalige stikstofdepositie



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

Tabel 7.1 Stikstofdepositie (mol ha⁻¹ jaar⁻¹) in 2020 en verandering ten opzichte van de GCN-rapportage 2015¹

	Nederland	Groningen	Friesland	Drenthe	Overijssel	Gelderland	Utrecht
Totale depositie	1470	1290	1245	1375	1590	1650	1680
Verandering depositie	-65	-35	-45	-75	-130	-120	-40
Nederland							
Industrie, raffinaderijen, energiesector, afvalverwerking	-5					-5	-5
Verkeer	10	5	5	5	5	10	15
Landbouw	5	50	-5	20		-30	5
Huishoudens	35	25	20	30	30	40	60
HDO/Bouw ²							
Internationale scheepvaart	5	5	5	5	5	5	5
Buitenland	-40	-55	-10	-65	-75	-40	-15
Ammoniak uit zee	10	10	10	5			5
Correctiekaart	-85	-75	-65	-75	-100	-100	-100

	Noord-Holland	Zuid-Holland	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg	Flevoland
Totale depositie	1320	1430	1280	1645	1480	1345
Verandering depositie	50	45	30	-135	-140	45
Nederland						
Industrie, raffinaderijen, energiesector, afvalverwerking	-5	-10	-5	-5	5	80
Verkeer	10	20	5	10	10	10
Landbouw	55	15	85	-40	-40	-
Huishoudens	50	55	20	35	30	-
HDO/Bouw ²						30
Internationale scheepvaart	10	5	10	5		5
Buitenland	-5	15	-45	-45	-70	-15
Ammoniak uit zee	15	15	25			10
Correctiekaart	-70	-65	-60	-100	-80	-80

1) De veranderingen zijn gegeven voor het jaar 2020, aangezien zo de effecten van verschillen in emissies en methoden zichtbaar zijn en niet van toevallige meteorologische variaties, hetgeen voor het jaar 2015 het geval zou zijn. Om de tabel beter leesbaar te maken, zijn veranderingen kleiner dan 2,5 mol ha⁻¹ jaar⁻¹ niet weergegeven. De getallen zijn verder afgerond op 5 mol ha⁻¹ jaar⁻¹.

2) HDO = handel, diensten en overheid

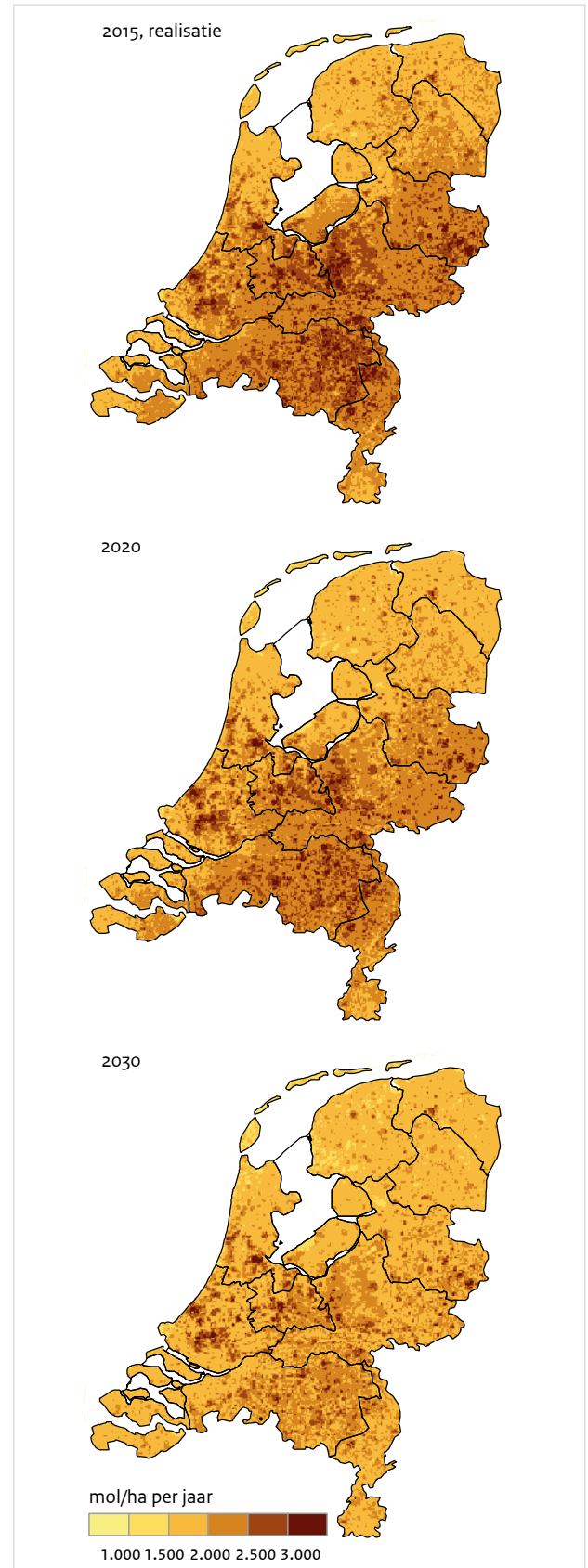
7.1.2 Potentieel-zuurdepositie

In de GDN-kaarten van de depositie van potentieel zuur (zie Figuur 7.4) zijn gebieden met intensieve veehouderij duidelijk herkenbaar met verhogingen in depositie. Verder vertonen de depositiekaarten duidelijke verhogingen bij de steden als gevolg van de NO_x -emissies ter plekke en verhoogde ruwheid van de bebouwde omgeving en de daaraan gekoppelde verhoogde depositiesnelheid. De gemiddelde depositie in de zuidelijke provincies (Noord-Brabant en Limburg) is 600 tot 1200 mol ha⁻¹ jaar⁻¹ hoger dan in de noordelijke provincies.

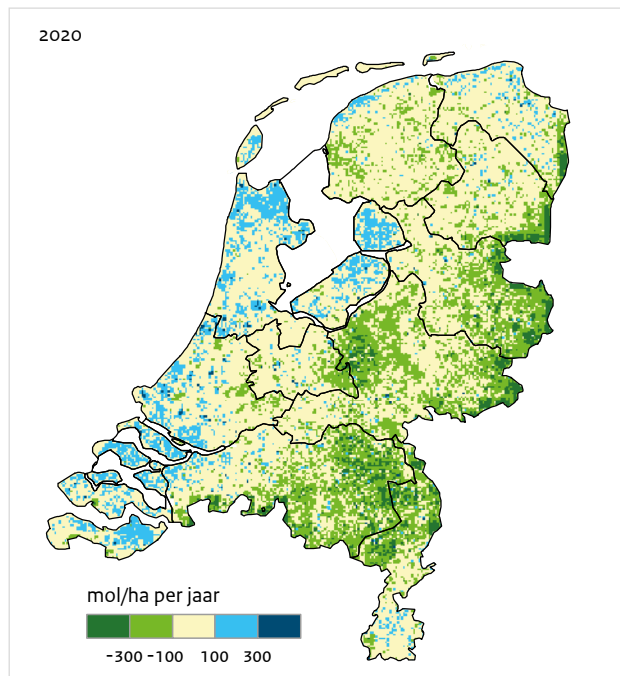
De potentieel-zuurdepositie gemiddeld over Nederland (zie Figuur 7.6) daalt naar verwachting met ongeveer 150 mol ha⁻¹ van 2015 tot 2020. Dit komt voornamelijk door dalende NO_x -emissies uit wegverkeer in Nederland en het buitenland, en NH_3 -emissies uit de landbouw in Nederland. Het wagenpark wordt 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 (Schoots en Hammingh, 2015; Smeets et al., 2016), en door de maatregelen die in het kader van het PAS worden genomen. Na 2020 daalt de potentieel-zuurdepositie naar verwachting langzaam verder, voornamelijk door dalende verkeers- en landbouwemissies.

In Tabel 7.3 is weergegeven welke sectoren het meest bijdragen aan de potentieel-zuurdepositie in 2015 in Nederland gemiddeld en in de verschillende provincies. De grootste bijdragen zijn afkomstig van de landbouw.

Figuur 7.4 Grootschalige depositie van potentieel zuur

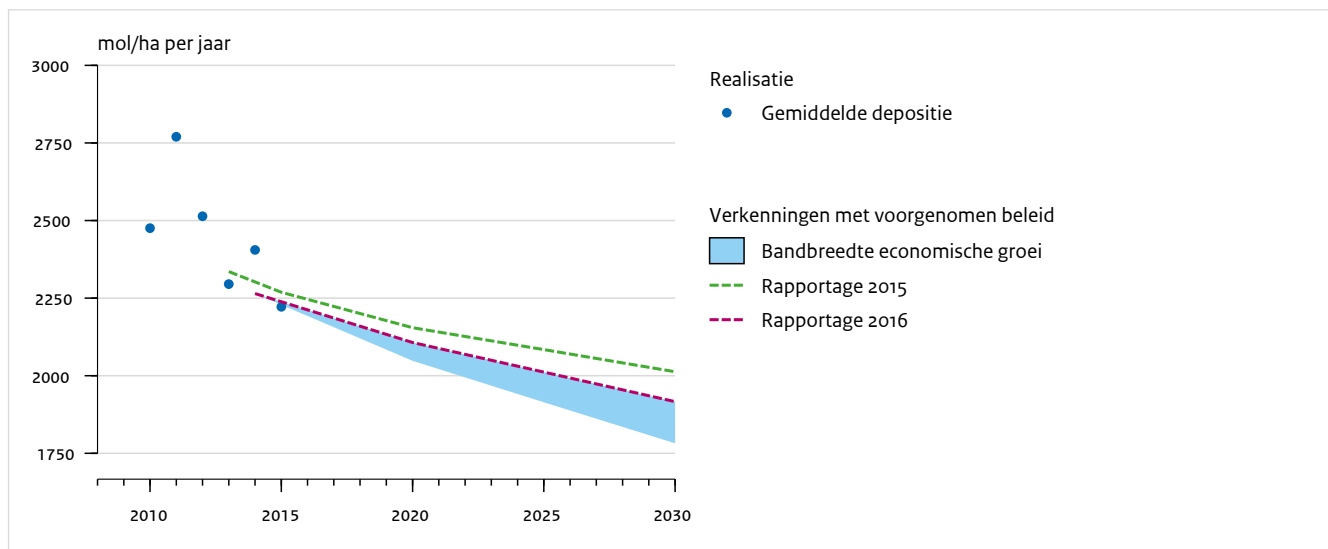


Figuur 7.5 Verschil grootschalige depositie van potentieel zuur in 2020 tussen rapportages 2016 en 2015



Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in de 2015-rapportage.

Figuur 7.6 Grootschalige depositie van potentieel zuur



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

7.2 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 7.2 staat de opbouw van de stikstofdepositie voor Nederland gemiddeld en voor de twaalf provincies. In Tabel 7.3 staat de opbouw van de potentieel-zuurdepositie.

Tabel 7.2 Opbouw van de stikstofdepositie (mol ha⁻¹ jaar⁻¹) in 2015¹

	Nederland	Groningen	Friesland	Drenthe	Overijssel	Gelderland	Utrecht
Industrie	20	10	10	10	15	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	100	55	50	75	95	135	190
Overig verkeer	35	20	25	25	35	45	60
Landbouw	840	830	835	870	1090	1045	960
Huishoudens	140	100	80	115	125	155	230
HDO ² /Bouw	10	5	5	5	10	10	20
Internationale scheepvaart	55	45	55	45	40	45	60
Buitenland	520	440	320	500	565	570	450
Ammoniak uit zee	45	50	80	25	20	20	30
Correctiekaart	-185	-160	-155	-165	-225	-225	-225
Totaal	1590	1410	1310	1520	1775	1830	1805

	Noord-Holland	Zuid-Holland	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg	Flevoland
Industrie	20	20	30	20	30	15
Raffinaderijen	<5	5	<5	<5	<5	<5
Energiesector	10	10	5	5	5	10
Afvalverwerking	5	5	0	5	5	5
Wegverkeer	120	135	35	115	90	105
Overig verkeer	40	50	25	35	25	40
Landbouw	555	555	445	935	765	790
Huishoudens	200	225	65	140	125	120
HDO ² /Bouw	15	15	5	10	10	10
Internationale scheepvaart	75	80	75	50	35	55
Buitenland	365	450	655	670	725	400
Ammoniak uit zee	105	85	100	25	10	35
Correctiekaart	-145	-155	-125	-225	-185	-155
Totaal	1365	1485	1315	1780	1635	1440

1) De getallen zijn afgerond op het dichtstbijzijnde vijftal.

2) HDO = handel, diensten en overheid.

Tabel 7.3 Opbouw van de potentieel-zuurdepositie (mol ha⁻¹ jaar⁻¹) in 2015¹

	Nederland	Groningen	Friesland	Drenthe	Overijssel	Gelderland	Utrecht
Industrie	40	25	20	20	25	40	50
Raffinaderijen	20	5	10	10	10	15	35
Energiesector	20	15	15	15	20	30	35
Afvalverwerking	5	5	5	5	5	5	5
Wegverkeer	100	55	50	75	95	135	190
Overig verkeer	35	20	25	25	35	45	60
Landbouw	840	830	835	870	1090	1045	960
Huishoudens	140	100	85	115	125	155	230
HDO2/Bouw	10	5	5	5	10	10	20
Internationale scheepvaart	85	70	80	65	60	65	95
Buitenland	685	545	420	620	715	750	615
Ammoniak uit zee	45	50	80	25	20	20	30
Correctiekaart	195	220	225	215	155	155	155
Totaal	2220	1945	1850	2070	2365	2475	2480

	Noord-Holland	Zuid-Holland	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg	Flevoland
Industrie	65	65	35	40	50	35
Raffinaderijen	25	65	15	20	10	20
Energiesector	25	30	15	20	10	25
Afvalverwerking	5	5	<5	5	5	5
Wegverkeer	125	140	35	120	95	105
Overig verkeer	45	55	25	40	25	45
Landbouw	555	555	445	935	765	795
Huishoudens	200	230	65	140	125	120
HDO2/Bouw	15	15	5	10	10	10
Internationale scheepvaart	125	145	140	75	45	85
Buitenland	490	615	845	910	965	525
Ammoniak uit zee	105	85	100	25	10	35
Correctiekaart	235	225	255	155	195	225
Totaal	2015	2225	1985	2485	2305	2035

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 et al., (2007), 'PM₁₀: 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 en W.T. Berry (Eds.), Academic Press, New York, 1029-1032.
- Buijsman, E. (2008), 'De bijdrage van niet-gemodelleerde bronnen aan de verzurende en vermestende depositie', PBL-rapport 550039001, Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Dellaert, S.N.C. (2010), 'Emissions of mobile machinery at Dutch container terminals', Rapport TNO 2016 R10160, Utrecht: TNO Earth, Life & Social Sciences.
- 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.
- Drissen, E. (2016), Demografie en Economie in de Nationale Energieverkenning 2015, PBL-rapport 2395, Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- 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.
- Fischer, P., M. Marra, C.B. Ameling, G. Hoek, R. Beelen, K. de Hoogh et al., (2015), 'Air pollution and mortality in 7 million adults - The Dutch environmental longitudinal study (DUELS), Environmental Health Perspectives', doi:10.1289/ehp.1408254.
- Geilenkirchen, G.P., H. ten Broeke, A. Hoen (2016), 'Verkeer en vervoer in de Nationale Energieverkenning 2015', PBL-rapport 2377, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Gijlswijk, R. van, P. Coenen, T. Pulles, J. van der Sluijs (2004), 'Uncertainty assessment of NO_x, SO₂, and NH₃ emissions in the Netherlands', TNO-rapport R2004/100, Apeldoorn: TNO environment, Energy and Process Innovation.
- 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.
- Hazeu, G.W. (2014), Operational land cover and land use mapping in the Netherlands, In Manakos, I. & Braun, M. (eds): Land Use and Land Cover Mapping in Europe. Practices & Trends. Series: Remote Sensing and Digital Image Processing, Vol. 18.

- Heijne, V., N. Ligterink, U. Stelwagen (2016a), '2016 Emission factors for diesel Euro 6 passenger cars, light commercial vehicles and Euro VI trucks', Rapport TNO 2016 R10304, Delft: TNO.
- Heijne, V., et al., (2016b), 'Performance and analysis of vehicle emissions measurements', TNO-rapport, Delft: TNO (in voorbereiding).
- Heroux, M.E., H.R. Anderson, R. Atkinson, B. Brunekreef, A. Cohen, F. Forastiere et al., (2015). 'Quantifying the health impacts of ambient air pollutants: Recommendations of a WHO/Europe project', *International Journal of Public Health*.
- Hoogerbrugge, R., P.L. Nguyen, J. Wesseling, M. Schaap, R.J. Wichink Kruit et al., (2012), 'Assessment of the level of seasalt in PM₁₀ in the Netherlands', RIVM rapport 680704014, Bilthoven: Rijksinstituut voor volksgezondheid en Milieu.
- IIASA (2015), 'Adjusted historic emission data, projections, and optimized emission reduction targets for 2030, A comparison with COM data 2013, Part A: Results for EU-28', TSAP Report no. 16a, januari 2015, Wenen: IIASA.
- Jaarsveld, J.A. van (2004), 'The Operational Priority Substances Model', RIVM rapport 500045001, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, www.rivm.nl/ops.
- Janssen, N.A.H., G. Hoek, M. Simic-Lawson, P. Fischer, L. van Bree, H. ten Brink et al., (2011), 'Black Carbon as an Additional Indicator of the Adverse Health Effects of Airborne Particles Compared with PM₁₀ and PM_{2.5}', *Environmental Health Perspectives*, 119, 5691-5699.
- Kadijk, G., N. Ligterink, J. Spreen (2015a), 'On-road NO_x and CO₂ investigations of Euro 5 Light Commercial Vehicles', TNO report 2015 R10192, TNO, Delft.
- Kadijk, G., N. Ligterink, P. van Mensch, J. Spreen, R. Vermeulen, W. Vonk (2015b), 'Uitstoot van stikstofoxiden en fijnstof door dieselveertuigen', TNO rapport 2015 R10733, TNO, Delft.
- Kasstele, J. van de, G.J.M. Velders (2007), 'Uncertainty assessment of local NO₂ 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 PM₁₀ 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 et al., (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.
- Ligterink, N.E. en R. de Lange (2009), 'Refined vehicle and driving-behaviour dependencies in the VERSIT+-emission model', Toulouse: ETTAP 2009 Symposium te Frankrijk.
- Ligterink, N.E. (2016), 'On-road determination of average Dutch driving behaviour for vehicle emissions', rapport TNO 2016 R10188, Delft: TNO.
- Lim, S.S. et al.(2012), 'A comparative risk assessment of the burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010', *The Lancet*, 380 (9859), p2224-2260.
- LML, 'Landelijk meetnet luchtkwaliteit', (2016), Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- MAN, 'Meetnet ammoniak in natuurgebieden', (2016), Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, <http://www.rivm.nl/man>
- Matthijsen, J., H. Visser (2006), 'PM₁₀ in Nederland, rekenmethodiek, concentraties en onzekerheden', MNP-rapport 500093005, Bilthoven: Milieu- en Natuurplanbureau.
- Matthijsen, J., H.M. ten Brink (2007), 'PM_{2.5} in the Netherlands, Consequences of new European air quality standards', MNP-rapport 500099001, Bilthoven: Milieu- en Natuurplanbureau.
- Matthijsen, J., B.A. Jimmink, F.A.A.M. de Leeuw, W. Smeets (2009), 'Attainability of PM_{2.5} 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 (2013), 'PM_{2.5} average exposure index in the Netherlands', RIVM Rapport 680704022, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Mooibroek, D., J.P.J. Berkhout, R. Hoogerbrugge (2014), 'Jaaroverzicht luchtkwaliteit 2013', RIVM-rapport 2014-0111, 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 Waddenzee-kust', RIVM-rapport 680030001, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- 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.
- PBL (2014), 'Beoordeling programmatische aanpak stikstof. De verwachte effecten voor natuur en vergunningverlening', PBL-rapport nr. 425, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- SER (2013), 'Energieakkoord voor duurzame groei', Den Haag: Sociaal Economische Raad.
- Sauter, F., M. van Zanten, E. van der Swaluw, J. Aben, F. de Leeuw, H. van Jaarsveld (2015), 'The OPS-model. Description of OPS 4.5.0', Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, <http://www.rivm.nl/media/ops/OPS-model.pdf>
- 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.
- Schoots, K., P. Hammingh (2015), 'Nationale energie-verkenning 2015', ECN-rapport nr. ECN-O-15-033, Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.
- Smeets, W., Smeets, W., H. ten Broeke, E. Drissen, G. Geilenkirchen, P. Hammingh, D. Nijdam, M. van Schijndel, S. van der Sluis, K. Smekens, A. Plomp, C. Kraan, K. Peek (2016), 'Luchtverontreinigende stoffen in de nationale energieverkenning 2015', PBL-rapport nr. 2442, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Stolk, A.P., H. Noordijk, M.C. van Zanten (2014), 'Drogedepositiemetingen van ammoniak in Natura 2000-gebied Bargerveen', RIVM-rapport 680029001, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Velders, G.J.M., J.M.M. Aben, W.F. Blom, J.D. van Dam, H.E. Elzenga, G.P. Geilenkirchen et al., (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 NO₂ and PM₁₀ concentrations in the Netherlands', Atmos. Environment (43): 3060-3069, doi:10.1016/j.atmosenv.2009.03.029.
- Velders, G.J.M. en J. Matthijsen (2009), 'Meteorological variability in NO₂ and PM₁₀ 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, B.A. Jimmink, E. van der Swaluw, W.J. de Vries (2011a), 'Grootschalige 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 SO₂ 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_x emissions from trucks may affect the attainability of NO₂ 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 et al., (2012), J. Wesseling, M.C. van Zanten, 'Grootschalige 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, B. Jimmink, E. van der Swaluw et al., W.J. de Vries, J. Wesseling, M.C. van Zanten (2013), 'Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2013', RIVM-rapport 680362003, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Velders, G.J.M., J.M.M. Aben, B.A. G.P. Geilenkirchen, H.A. den Hollander, H. Noordijk, E. van der Swaluw et al., W.J. de Vries, J. Wesseling, M.C. van Zanten (2014), 'Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2014', RIVM-rapport 680363002, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Velders, G.J.M., J.M.M. Aben, B.A. G.P. Geilenkirchen, H.A. den Hollander, H., E. van der Swaluw, W.J. de Vries, M.C. van Zanten (2015), 'Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2015', RIVM-rapport 2015-0119, 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, NH₃, NMVOS, NO_x en SO₂', TNO-rapport TNO-060-UT-2012-00003, Utrecht: TNO Bouw en Ondergrond.

- VITO (2013), 'Specific evaluation of emissions from shipping including Assessment for the establishment of possible new emission control areas in European seas', Mol: Flemish Institute for Technological Research.
- VTV (2014), 'Volksgezondheid toekomst verkenning', Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, <http://www.eengezondernederland.nl/>.
- CEIP (2015), 'UNECE/CEIP, WebDab emission database', www.ceip.at geraadpleegd in december 2015.
- Wesseling, J., K. van Velze, R. Hoogerbrugge, L. Nguyen, R. Beijl, J. Ferreira (2013), 'Gemeten en berekende (NO₂) concentraties in 2010 en 2011; Een test van de standaardrekenmethoden 1 en 2', RIVM-rapport 680705027, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Wesseling, J., E. van der Swaluw, R. Hoogerbrugge, G. Velders, W. de Vries, S. van den Elshout, M. Ameling (2014), 'Elemental carbon (EC) concentrations in the Netherlands', RIVM-rapport 2014-0128, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- WHO (2005), 'Fact sheet EURO/04/05', www.wecf.eu/cms/download/2004-2005/Fact_Sheet_14.4.2005.doc, geraadpleegd op 15 mei 2008.
- WHO (2013), 'Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP project: final technical report, Copenhagen', World Health Organization, Regional Office for Europe.
- Zanten, M.C. van, J.P.J. Berkhout, J. Wesseling, D. Mooibroek, P.L. Nguyen, H. Groot Wassink, A. Sanders (2015), 'Monitoringsrapportage NSL 2015: Stand van zaken Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit', RIVM rapport 2015-0166, Bilthoven:Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Bijlage 1 Nederlandse emissies in de scenario's

In de Tabellen B1.1 tot en met B1.6 staan de Nederlandse emissies van NO_x, primair PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂ en NH₃ zoals gebruikt in de verschillende scenario's.

Tabel B1.1 Nederlandse emissies (miljoen kilogram) voor 2014 zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen voor de kaarten van 2015

	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NH ₃
2014					
Industrie	24,7	6,7	2,6	9,4	1,3
Raffinaderijen	5,2	0,2	0,2	9,7	0,0
Energiesector	21,6	0,3	0,2	8,6	0,0
Afvalverwerking	3,8	0,1	0,1	0,3	0,3
Verkeer	139,6	7,2	5,0	0,4	4,2
Landbouw	13,1	6,4	0,6	0,1	114,1
Huishoudens	8,6	3,4	3,2	0,4	13,7
HDO en bouw	7,9	1,9	0,5	0,1	0,5
Zeescheepvaart	101,8	4,6	4,4	25,7	0,0
Totaal ¹	224,5	26,1	12,4	29,1	134,2

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

Tabel B1.2 Nederlandse NO_x-emissies (miljoen kilogram) gebruikt in de scenario's

	Oude raming van 2015	Huidige ramingen		
	Beleid bovenraming	Beleid onderraming	Beleid referentieraming	Beleid bovenraming = GCN = GDN
2020				
Industrie	34,8	25,3	26,4	27,3
Raffinaderijen	5,2	5,5	5,7	5,9
Energiesector	23,7	19,1	19,9	20,5
Afvalverwerking	3,2	3,2	3,3	3,4
Verkeer	102,7	94,2	97,0	99,8
Landbouw	12,4	6,8	7,0	7,0
Huishoudens	5,6	7,4	7,7	7,9
HDO en bouw	6,3	4,9	5,1	5,3
Zeescheepvaart	98,1	105,6	109,1	112,6
Totaal ¹			172,0	
2025				
Industrie	39,1	25,1	26,6	28,0
Raffinaderijen	5,5	4,5	4,7	5,0
Energiesector	21,5	19,0	20,1	21,2
Afvalverwerking	3,6	3,4	3,6	3,8
Verkeer	92,4	72,3	76,3	80,8
Landbouw	12,5	6,7	6,9	6,9
Huishoudens	5,2	6,6	7,0	7,4
HDO en bouw	6,8	4,5	4,8	5,0
Zeescheepvaart	104,4	100,0	107,1	114,9
Totaal ¹			150,0	
2030				
Industrie	41,6	24,5	26,5	28,5
Raffinaderijen	5,6	3,8	4,2	4,5
Energiesector	19,8	17,2	18,6	20,0
Afvalverwerking	4,0	3,3	3,6	3,8
Verkeer	82,2	50,4	55,7	61,7
Landbouw	13,6	6,1	6,3	6,4
Huishoudens	5,2	6,3	6,8	7,4
HDO en bouw	7,2	4,2	4,5	4,9
Zeescheepvaart	110,9	94,4	105,2	117,2
Totaal ¹			126,2	

1) Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart. Totalen zijn niet weergegeven voor de onder- en bovenramingen aangezien de bandbreedte in economische groei per sector verschillend kan uitpakken en de emissies elkaar dus deels kunnen compenseren. De totale nationale emissie is dus niet perse de som van de sectorale emissies.

Tabel B1.3 Nederlandse primair PM₁₀-emissies (miljoen kilogram) gebruikt in de scenario's

	Oude raming van 2015	Huidige ramingen		
	Beleid bovenraming	Beleid onderraming	Beleid referentieraming	Beleid bovenraming = GCN = GDN
2020				
Industrie	7,9	6,9	7,1	7,3
Raffinaderijen	0,4	0,2	0,2	0,3
Energiesector	0,3	0,2	0,2	0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	5,6	5,2	5,3	5,5
Landbouw	6,9	6,1	6,1	6,1
Huishoudens	3,1	3,0	3,1	3,1
HDO en bouw	2,8	2,1	2,2	2,3
Zeescheepvaart	4,5	2,9	3,0	3,1
Totaal ¹			24,4	
2025				
Industrie	8,1	6,9	7,4	7,8
Raffinaderijen	0,4	0,2	0,3	0,4
Energiesector	0,3	0,2	0,2	0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	5,7	4,7	5,0	5,2
Landbouw	6,9	5,7	5,8	5,8
Huishoudens	3,1	2,9	3,0	3,2
HDO en bouw	2,9	2,1	2,3	2,5
Zeescheepvaart	5,0	2,7	2,9	3,2
Totaal ¹			24,0	
2030				
Industrie	8,4	6,9	7,6	8,3
Raffinaderijen	0,4	0,2	0,3	0,6
Energiesector	0,2	0,2	0,2	0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	5,8	4,2	4,6	5,0
Landbouw	7,0	5,4	5,4	5,4
Huishoudens	3,2	2,8	3,0	3,2
HDO en bouw	3,0	2,0	2,4	2,6
Zeescheepvaart	5,5	2,6	2,9	3,2
Totaal ¹			23,5	

1) Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart. Totalen zijn niet weergegeven voor de onder- en bovenramingen aangezien de bandbreedte in economische groei per sector verschillend kan uitpakken en de emissies elkaar dus deels kunnen compenseren. De totale nationale emissie is dus niet perse de som van de sectorale emissies.

Tabel B1.4 Nederlandse primair PM_{2,5}-emissies (miljoen kilogram) gebruikt in de scenario's

	Oude raming van 2015	Huidige ramingen		
	Beleid bovenraming	Beleid onderraming	Beleid referentieraming	Beleid bovenraming = GCN = GDN
2020				
Industrie	3,0	2,7	2,8	2,9
Raffinaderijen	0,3	0,2	0,2	0,2
Energiesector	0,2	0,1	0,1	0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	3,3	2,8	2,9	3,0
Landbouw	0,6	0,6	0,6	0,6
Huishoudens	3,0	2,9	3,0	3,0
HDO en bouw	0,8	0,5	0,6	0,6
Zeescheepvaart	4,3	2,7	2,8	2,9
Totaal ¹			10,3	
2025				
Industrie	3,1	2,7	2,9	3,1
Raffinaderijen	0,3	0,2	0,2	0,3
Energiesector	0,2	0,1	0,1	0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	3,2	2,3	2,5	2,6
Landbouw	0,6	0,6	0,6	0,6
Huishoudens	3,0	2,8	2,9	3,1
HDO en bouw	0,8	0,5	0,6	0,6
Zeescheepvaart	4,8	2,6	2,8	3,0
Totaal ¹			9,9	
2030				
Industrie	3,2	2,7	3,0	3,3
Raffinaderijen	0,3	0,2	0,2	0,5
Energiesector	0,2	0,2	0,2	0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	3,2	1,8	2,0	2,2
Landbouw	0,6	0,5	0,5	0,5
Huishoudens	3,1	2,7	2,9	3,1
HDO en bouw	0,9	0,5	0,6	0,7
Zeescheepvaart	5,3	2,5	2,8	3,1
Totaal ¹			9,5	

1) Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart. Totalen zijn niet weergegeven voor de onder- en bovenramingen aangezien de bandbreedte in economische groei per sector verschillend kan uitpakken en de emissies elkaar dus deels kunnen compenseren. De totale nationale emissie is dus niet perse de som van de sectorale emissies.

Tabel B1.5 Nederlandse SO₂-emissies (miljoen kilogram) gebruikt in de scenario's

	Oude raming van 2015	Huidige ramingen		
	Beleid bovenraming	Beleid onderraming	Beleid referentieraming	Beleid bovenraming = GCN = GDN
2020				
Industrie	12,2	9,5	10,3	11,1
Raffinaderijen	14,5	11,9	12,8	13,7
Energiesector	5,1	5,1	5,6	6,1
Afvalverwerking	0,5	0,3	0,3	0,3
Verkeer	0,3	0,4	0,4	0,4
Landbouw	0,1	0,2	0,2	0,2
Huishoudens	0,4	0,4	0,4	0,4
HDO en bouw	0,0	0,2	0,2	0,2
Zeescheepvaart	4,1	3,4	3,5	3,6
Totaal ¹			30,1	
2025				
Industrie	12,8	10,0	10,9	11,7
Raffinaderijen	14,5	10,8	12,0	13,1
Energiesector	5,5	5,4	5,9	6,5
Afvalverwerking	0,5	0,3	0,3	0,3
Verkeer	0,3	0,4	0,4	0,5
Landbouw	0,1	0,2	0,2	0,2
Huishoudens	0,4	0,4	0,4	0,4
HDO en bouw	0,0	0,2	0,2	0,2
Zeescheepvaart	4,6	3,3	3,6	3,9
Totaal ¹			30,3	
2030				
Industrie	13,6	10,6	11,5	12,3
Raffinaderijen	14,5	9,9	11,4	12,7
Energiesector	5,0	5,5	6,0	6,6
Afvalverwerking	0,5	0,3	0,3	0,3
Verkeer	0,3	0,4	0,5	0,5
Landbouw	0,1	0,2	0,2	0,3
Huishoudens	0,4	0,4	0,4	0,4
HDO en bouw	0,0	0,1	0,2	0,2
Zeescheepvaart	5,1	3,3	3,7	4,1
Totaal ¹			30,4	

1) Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart. Totalen zijn niet weergegeven voor de onder- en bovenramingen aangezien de bandbreedte in economische groei per sector verschillend kan uitpakken en de emissies elkaar dus deels kunnen compenseren. De totale nationale emissie is dus niet perse de som van de sectorale emissies.

Tabel B1.6 Nederlandse NH₃-emissies (miljoen kilogram) gebruikt in de scenario's

	Oude raming van 2015	Huidige ramingen		
	Beleid bovenraming	Beleid onderraming	Beleid referentieraming	Beleid bovenraming = GCN = GDN
2020				
Industrie	1,8	1,5	1,6	1,6
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	3,6	3,7	3,7	3,8
Landbouw	106,0	102,8	105,6	106,2
Huishoudens	12,1	14,1	14,8	15,3
HDO en bouw	0,5	0,5	0,5	0,6
Zeescheepvaart	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal ¹			126,6	
2025				
Industrie	1,9	1,5	1,6	1,8
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	0,4
Verkeer	3,6	3,6	3,8	4,0
Landbouw	104,6	97,3	100,9	102,7
Huishoudens	12,3	13,5	15,0	16,2
HDO en bouw	0,6	0,5	0,5	0,6
Zeescheepvaart	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal ¹			122,2	
2030				
Industrie	2,0	1,4	1,7	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	0,4	0,4
Verkeer	3,6	3,5	3,8	4,2
Landbouw	103,1	92,2	96,5	99,2
Huishoudens	12,5	13,0	15,1	17,1
HDO en bouw	0,6	0,5	0,5	0,6
Zeescheepvaart	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal ¹			118,1	

1) Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart. Totalen zijn niet weergegeven voor de onder- en bovenramingen aangezien de bandbreedte in economische groei per sector verschillend kan uitpakken en de emissies elkaar dus deels kunnen compenseren. De totale nationale emissie is dus niet perse de som van de sectorale emissies.

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

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

Code	Doelgroep	Verhouding ¹ $PM_{2,5}/PM_{10}$	Verhouding ² $EC/PM_{2,5}$
1100	Industrie, voedings- en genotmiddelen	18%	
1200	Industrie, olieraffinaderijen	81%	5%
1300	Industrie, chemische industrie	52%	
1400	Industrie, bouwmaterialen en dergelijke	40%	
1500	Industrie, basismetalaalindustrie	89%	2%
1700	Industrie, metaalbewerkingsindustrie	33%	
1800	Industrie, overig	33%	
2100	Energie, opwekking	69%	
3111	Wegverkeer, personenauto's: rijkswegen	100%	63%
3112	Wegverkeer, personenauto's: buitenweg	100%	63%
3113	Wegverkeer, personenauto's: stad	100%	52%
3120	Wegverkeer, bestelauto's	100%	80%
3130	Wegverkeer, vrachtauto's	100%	70%
3140	Wegverkeer, bussen	100%	66%
3151	Wegverkeer, tweewielers en speciale voertuigen: rijkswegen	100%	20%
3152	Wegverkeer, tweewielers en speciale voertuigen: buitenwegen	100%	18%
3153	Wegverkeer, tweewielers en speciale voertuigen: stad	100%	16%
3200	Wegverkeer, bandenslijtage	20%	
3300	Wegverkeer, remslijtage	15%	
3400	Wegverkeer, wegdekslijtage	15%	
3510	Mobiele werktuigen, landbouw	95%	50%
3520	Mobiele werktuigen, industrie, bouw, HDO	95%	50%
3530	Mobiele werktuigen, consumenten	100%	13%
3540	Mobiele werktuigen, containeroverslag	95%	
3610	Luchtverkeer, verbranding LTO	100%	75%
3620	Luchtverkeer, verbranding platform	~98%	75%
3630	Luchtverkeer, bandenslijtage	20%	
3640	Luchtverkeer, remslijtage	15%	
3700	Railverkeer	75%	41%
3811-3839	Zeescheepvaart (gemiddeld)	95%	21%
3850	Visserij	95%	45%
3860	Scheepvaart, binnenwateren	~95%	45%
3880	Scheepvaart, recreatievaart	96%	40%

1) Verhoudingen $PM_{2,5}/PM_{10}$ uit de Emissieregistratie voor het jaar 2014. 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 $EC/PM_{2,5}$ (voor 2013) is voornamelijk afhankelijk van het type brandstof. De verhouding is alleen bepaald voor die categorieën die een niet-verwaarloosbare bijdrage geven aan EC-concentraties.

Tabel B2.1 Vervolg

Code	Doelgroep	Verhouding ¹ PM _{2,5} / PM ₁₀	Verhouding ² EC / PM _{2,5}
4110	Landbouw, stalemissies	8%	
4200	Landbouw, kunstmest	14%	
4300	Landbouw, vuurhaarden	100%	
5000	Afvalverwerking	99%	
6100	RWZI	100%	
6200	Drinkwaterwinning en distributie	68%	
6300	Handel, diensten, overheid (HDO): op- en overslag	12%	
6400	Handel, diensten, overheid (HDO): overig	95%	
7000	Bouw	34%	
8100	Consumenten, vuurhaarden	95%	36%
8200	Consumenten, overig	99%	

1) Verhoudingen PM_{2,5}/PM₁₀ uit de Emissieregistratie voor het jaar 2014. 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} (voor 2013) is voornamelijk afhankelijk van het type brandstof. De verhouding is alleen bepaald voor die categorieën die een niet-verwaarloosbare bijdrage geven aan EC-concentraties.

Tabel B2.2 Verhouding EC/PM_{2,5}-emissies per doelgroep (SNAP) voor het buitenland¹, 2009

SNAP	Doelgroep	Verhouding EC / PM _{2,5}
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%
	Shipping transport	23%

1) Door verschillen in brandstofgebruik verschillen de EC/PM_{2,5}-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 NO₂, PM₁₀ en PM_{2,5}

Nummer	Organisatie	Plaats – Straat	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}
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 (t/m 2013)	x	x	x
138	RIVM/LML	Heerlen - Jamboreepad (vanaf 2014)	x	x	x
227	RIVM/LML	Budel - Toom (t/m 2013)	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	x	
247	RIVM/LML	Veldhoven - Europalaan	x	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)			
418	RIVM/LML	Rotterdam - Schiedamsevest	x	x	x
437	RIVM/LML	Westmaas - Groeneweg	x	x	
441	RIVM/LML	Dordrecht-Frisostraat (t/m 2010)		x	
442	RIVM/LML	Dordrecht - Bamendaweg	x	x	
444	RIVM/LML	De Zilk - Vogelaarsdreef	x	x	x
446	RIVM/LML	Den Haag - Bleriotlaan (vanaf 2013)	x	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 - Medemblikkerweg	x	x	x
549	RIVM/LML	Laren - Jagerspad	x	x	
556	GGD-Ams ¹	De Rijk		x	
561	GGD-Ams ¹	Badhoevedorp	x		
565	GGD-Ams ¹	Oude Meer - Schiphol	x	x	

1) In opdracht van de provincie Noord-Holland.

Tabel B3.1 Vervolg

Nummer	Organisatie	Plaats – Straat	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}
620	RIVM/LML	Cabauw – Zijdeweg (t/m 2011)	x	x	
631	RIVM/LML	Biddinghuizen – Hoekwantweg	x	x	
633	RIVM/LML	Zegveld - Oude Meije	x	x	
643	RIVM/LML	Utrecht – Griftpark	x		x
644	RIVM/LML	Cabauw – Wielsekade (vanaf 2013)	x	x	x
701	GGD-Ams	Zaandam – Wagenschotpad	x	x	x
703	GGD-Ams ¹	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
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.

NO₂-grenswaarden

- Grenswaarde voor de uurgemiddelde NO₂-concentratie van 200 µg m⁻³, die maximaal 18 maal per jaar mag worden overschreven.
- Grenswaarde voor de jaargemiddelde NO₂-concentratie van 40 µg m⁻³.
- Vanaf 2015 moet aan bovenstaande NO₂-grenswaarden worden voldaan.

PM₁₀-grenswaarden

- Grenswaarde voor de daggemiddelde PM₁₀-concentratie van 50 µg m⁻³, die maximaal 35 dagen per jaar mag worden overschreden.
- Grenswaarde voor de jaargemiddelde PM₁₀-concentratie van 40 µg m⁻³.
- Sinds 11 juni 2011 moet aan bovenstaande PM₁₀-grenswaarden worden voldaan.

PM_{2,5}-grens- en -streefwaarden

- Grenswaarde voor de jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie van 25 µg m⁻³, waaraan vanaf 2015 moet worden voldaan en die overal van toepassing is.
- Richtwaarde (= streefwaarde) voor de jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie van 25 µg m⁻³, 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_{2,5}-concentratie van 20 µg m⁻³ 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_{2,5} op stedelijk niveau te verminderen, zijn onderstaande indicatoren ingevoerd.
 - Jaargemiddelde grenswaarde voor de GBI. Deze grenswaarde, de zogenaamde blootstellingsconcentratieverplichting (BCV) van 20 µg m⁻³, geldt vanaf 2015.
 - Verminderingsdoelstelling voor de GBI in 2020 ten opzichte van 2010 (blootstellingsverminderingdoelstelling, BVD). Deze doelstelling is 15 procent bij een GBI van 13-18 µg m⁻³ in 2010. Bij een GBI van 8,5-13 µg m⁻³ geldt een doelstelling van 10 procent en bij een GBI groter dan 18 µg m⁻³ 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).

SO₂-grenswaarde

- Grenswaarde voor de jaargemiddelde SO₂-concentratie van 20 µg m⁻³ 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 $PM_{2,5}$)
CAPRI	Common Agricultural Policy Regionalised Impact
CAR	Calculation of Air pollution from Road traffic
CEIP	Centre on Emission Inventories and Projections
CO	Koolstofmonoxide
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CPB	Centraal Planbureau
DCMR	Miliedienst 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 $10 \mu m$
PRIMES	Price-driven equilibrium Model of the Energy System
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SCR	Selective Catalytic Reduction
SER	Sociaal-Economische Raad
SO_2	Zwavel dioxide
SRM ₁ 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
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek

Bijlage 6 SRM-emissiefactoren

TNO en het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) actualiseren 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 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 door TNO berekend met het VERSIT+-model (Ligterink en De Lange, 2009). De weging vindt plaats op basis van voertuigkilometrages per voertuigtype, afkomstig van het CBS (historische jaren) en uit de Nationale Energieverkenning 2015 (voor 2015, 2020 en 2030). De ramingen van de verkeerssamenstelling uit de NEV 2015 worden beschreven in Geilenkirchen et al. (2016).

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 bevat de SRM-emissiefactoren 2016, zoals die op 15 maart zijn gepubliceerd door het RIVM en IenM. Medio 2016 verschijnt een uitgebreide rapportage van TNO en PBL waarin de aanpak en resultaten meer in detail worden toegelicht (Heijne et al., 2016b).

Net als vorig jaar zijn er dit jaar emissiefactoren vastgesteld voor stikstofoxiden (NO_x), stikstofdioxide (NO_2) en fijn stof (PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$). Voor stadswegen en buitenwegen zijn ook emissiefactoren vastgesteld voor koolmonoxide (CO). Emissiefactoren voor tussenliggende jaren kunnen worden verkregen door lineaire

interpolatie. Daarnaast zijn indicatieve emissiefactoren vastgesteld voor elementair koolstof (EC) en SRM-emissiefactoren voor ammoniak (NH_3) voor gebruik bij de Programmatische aanpak Stikstof (PAS)

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 3.5). De emissiefactoren kunnen ook worden gedownload via www.rivm.nl/gcn.

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 ¹	Stad normaal ²	Stad doorstromend ³	Buitenweg ⁴	Stad stagnerend ¹	Stad normaal ²	Stad doorstromend ³	Buitenweg ⁴	Stad stagnerend ¹	Stad normaal ²	Stad doorstromend ³	Buitenweg ⁴	Stad stagnerend ¹	Stad normaal ²	Stad doorstromend ³	Buitenweg ⁴
NO_x in NO₂-equivalenten (g/km)																
2015	0.57	0.38	0.37	0.30	11.49	7.03	4.87	4.49	14.75	9.01	6.22	4.99	7.05	4.41	3.16	2.59
2020	0.41	0.30	0.27	0.25	5.72	3.52	2.46	2.26	5.58	3.44	2.40	1.99	2.65	1.66	1.18	1.02
2030	0.19	0.14	0.12	0.11	1.76	1.09	0.76	0.88	2.08	1.30	0.92	0.80	1.10	0.69	0.49	0.44
Fractie direct uitgestoten hoeveelheid NO₂																
2015	25%	24%	23%	29%	6%	6%	5%	6%	5%	5%	5%	6%	12%	12%	12%	12%
2020	29%	29%	27%	32%	8%	8%	8%	9%	11%	11%	11%	13%	16%	16%	16%	16%
2030	28%	28%	26%	32%	18%	18%	18%	16%	29%	29%	29%	30%	34%	34%	34%	33%
PM₁₀ verbranding + slijtage naar lucht (g/km)⁵																
2015	0.041	0.038	0.038	0.020	0.236	0.187	0.162	0.108	0.259	0.197	0.168	0.110	0.221	0.157	0.128	0.112
2020	0.033	0.032	0.032	0.017	0.183	0.157	0.145	0.092	0.195	0.161	0.144	0.086	0.140	0.121	0.113	0.075
2030	0.030	0.029	0.029	0.015	0.151	0.139	0.133	0.081	0.167	0.144	0.133	0.077	0.107	0.107	0.107	0.061
PM_{2,5} verbranding + slijtage naar lucht (g/km)																
2015	0.020	0.017	0.017	0.009	0.134	0.085	0.060	0.052	0.164	0.102	0.073	0.058	0.144	0.080	0.051	0.069
2020	0.012	0.011	0.011	0.006	0.081	0.055	0.043	0.036	0.100	0.066	0.049	0.035	0.063	0.044	0.036	0.032
2030	0.009	0.008	0.008	0.004	0.049	0.037	0.031	0.025	0.072	0.049	0.038	0.026	0.030	0.030	0.030	0.018

Tabel B6.1 Vervo(g)

	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 ¹	Stad normaal ²	Stad doorstromend ³	Buitenweg ⁴	Stad stagnerend ¹	Stad normaal ²	Stad doorstromend ³	Buitenweg ⁴	Stad stagnerend ¹	Stad normaal ²	Stad doorstromend ³	Buitenweg ⁴	Stad stagnerend ¹	Stad normaal ²	Stad doorstromend ³	Buitenweg ⁴
Indicatieve emissiefactoren EC (g/km)																
2015	0.011	0.007	0.007	0.004	0.043	0.038	0.036	0.023	0.052	0.044	0.040	0.024	0.044	0.040	0.038	0.041
2020	0.005	0.003	0.003	0.002	0.021	0.018	0.016	0.012	0.021	0.017	0.015	0.009	0.016	0.016	0.015	0.013
2030	0.002	0.001	0.001	0.001	0.008	0.006	0.005	0.004	0.009	0.006	0.005	0.003	0.005	0.005	0.005	0.003
Emissiefactoren NH₃ (g/km) voor gebruik bij de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS)																
2015	0.029	0.029	0.029	0.028	0.010	0.010	0.010	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.012	0.012	0.012	0.012
2020	0.019	0.019	0.019	0.021	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
2030	0.009	0.009	0.009	0.020	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003

1) 'Stagnerend stadsverkeer' (beschreven door een gewogen gemiddelde over de OSCAR1 F-, G1- en H2-ritcycli); 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 Boulter en Barlow (2002).

2) 'Normaal stadsverkeer' (beschreven door een gewogen gemiddelde over de OSCAR1 E- en D2-ritcycli); 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-ritcycli); stadsverkeer met weinig congestie en relatief veel free-flow rijgedrag, 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) 100 Procent van de PM10-emissie uit uitlaatgassen wordt geëmitteerd naar de lucht.

Tabel B6.2 Emissiefactoren specifiek voor SRM₂ (snelwegen)¹

	Licht wegverkeer: personen-, bestelauto's en motoren						Middelzwaar wegverkeer: vrachtauto's < 20 ton GVW, bussen		Zwaar wegverkeer: vrachtauto's > 20 ton GVW, trekkers	
	File ⁴	80 km/ uur + SH ²	80 km/uur	100 km/uur	120 km/uur	130 km/uur	File ⁴	80 km/uur ³	File ⁴	80 km/uur ³
NO_x in NO₂-equivalenten (g/km)										
2015	0.49	0.27	0.28	0.30	0.33	0.42	0.47	6.47	3.09	7.88
2020	0.40	0.22	0.21	0.23	0.26	0.31	0.34	2.98	1.42	2.80
2030	0.17	0.10	0.11	0.10	0.11	0.13	0.14	0.82	0.50	1.15
Fractie direct uitgestoten hoeveelheid NO₂										
2015	31%	29%	29%	31%	31%	31%	31%	7%	9%	5%
2020	34%	33%	29%	34%	34%	34%	34%	9%	12%	13%
2030	33%	32%	23%	33%	33%	33%	33%	23%	24%	33%
PM₁₀ (g/km)										
2015	0.037	0.023	0.025	0.026	0.026	0.027	0.027	0.193	0.102	0.198
2020	0.032	0.019	0.020	0.020	0.020	0.020	0.021	0.151	0.089	0.163
2030	0.030	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.129	0.081	0.156
PM_{2,5} (g/km)										
2015	0.015	0.011	0.013	0.014	0.014	0.015	0.015	0.098	0.042	0.105
2020	0.010	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008	0.009	0.057	0.028	0.070
2030	0.008	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.036	0.021	0.063
Indicatieve emissiefactoren EC (g/km)										
2015	0.011	0.006	0.007	0.007	0.007	0.008	0.009	0.024	0.016	0.024
2020	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.010	0.007	0.008
2030	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.002	0.004
Emissiefactoren NH₃ (g/km) voor gebruik bij de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS)										
2015	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.011	0.011	0.011
2020	0.037	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.007	0.007	0.005
2030	0.040	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.003	0.003	0.003

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.

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

RIVM Rapport 2016-0068

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

juli 2016

De zorg voor morgen
begint vandaag