



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

Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland

Rapportage 2018

RIVM Briefrapport 2018-0104
G.J.M. Velders et al.



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

**Grootschalige concentratie- en
depositiekaarten Nederland**
Rapportage 2018

RIVM Briefrapport 2018-0104
G.J.M. Velders et al.

Colofon

© RIVM 2018

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.

DOI 10.21945/RIVM-2018-0104

G.J.M. Velders (auteur), RIVM
J.M.M. Aben (auteur), RIVM
G.P. Geilenkirchen (auteur), PBL¹
H.A. den Hollander (auteur), RIVM
L. Nguyen (auteur), RIVM
E. van der Swaluw (auteur), RIVM
W.J. de Vries (auteur), RIVM
R.J. Wichink Kruit (auteur), RIVM

¹) PBL (Planbureau voor de Leefomgeving)

Contact:

G.J.M. Velders

Milieu en Veiligheid - Centrum voor Milieukwaliteit

guus.velders@rivm.nl

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland Rapportage 2018

Nieuwe concentratie- en depositiekaarten voor NSL en PAS: 2017

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 2017. Ook is aangegeven in welke mate stikstof op de bodem neerslaat. Daarnaast zijn toekomstberekeningen voor deze stoffen gemaakt voor de periode 2018 tot en met 2030. De kaarten worden gemaakt voor het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL), een programma om de luchtkwaliteit in Nederland te verbeteren. Verder dienen de gegevens over de uitstoot en de toekomstscenario's als basis voor de monitoring van het Programma Aanpak Stikstof (PAS). Met deze programma's worden onder andere de effecten getoetst van ruimtelijke plannen op de concentraties van vervuilende stoffen in de lucht.

Stikstofdioxide- en fijnstofconcentraties min of meer gelijk aan inschattingen van vorig jaar

De gemeten concentraties stikstofdioxide (NO₂) zijn in 2017 iets lager dan in 2016. De inschattingen van de concentraties voor 2020-2030 zijn ongeveer hetzelfde als de inschattingen die vorig jaar zijn gemaakt. De fijnstofconcentraties (PM₁₀ en PM_{2,5}) geven een soortgelijk beeld: de concentraties over 2017 zijn ongeveer gelijk aan die van 2016, maar de inschattingen voor 2020-2030 zijn iets lager zijn dan vorig jaar werd geschat. Over het algemeen zijn de emissies in toekomstscenario's niet veel gewijzigd. De kleine veranderingen zijn veroorzaakt doordat de kaarten zijn geijkt met behulp van de nieuwste meetgegevens.

Verwachte daling van neerslag stikstof op de bodem tot 2030 grotendeels ongewijzigd

De gemiddelde hoeveelheid stikstof die op de bodem neerslaat, daalt naar verwachting de komende jaren. Dit komt doordat de uitstoot van verkeer, scheepvaart en de landbouw daalt. De daling gemiddeld over Nederland tot 2030 is ongeveer gelijk aan de inschatting daarvan die daar vorig jaar van is gemaakt.

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

Synopsis

Large-scale concentration and deposition maps of the Netherlands

Report 2018

New maps of concentrations and depositions for NSL and PAS: 2017

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 2017. The charts also show the degree of nitrogen deposition on soil. Future calculations were made for the same substances for the period from 2018 up to and including 2030. The charts are made in order to monitor NSL (a national air quality cooperation programme). The emissions and scenarios are also used as basis for the monitoring of the PAS (a programmed approach to nitrogen). These programmes include checks on the effects of spatial planning on airborne concentrations of pollutants.

Nitrogen dioxide and particulate matter concentrations approximately the same as estimated last year

The measured concentrations of nitrogen dioxide (NO₂) were slightly lower in 2017 than in 2016, while the estimates for 2020-2030 are about the same as last year's estimates. The particulate matter concentrations (PM₁₀ and PM_{2.5}) show a similar picture: the 2017 values are about the same as those of 2016, while the estimates for 2020-2030 are somewhat lower than last year's estimates. The changes in concentrations are mainly the result of calibrations; the emission projections have not changed significantly.

Estimated reduction on nitrogen deposition on soil until 2030 largely unchanged

The average quantity of nitrogen deposited on soil is expected to decrease in the coming years. This is due to declining emissions by traffic, shipping and agriculture. The average decrease over the Netherlands until 2030 is estimated to be about the same as estimated last year.

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

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 11

2 Methode van concentratie- en depositieberekeningen — 13

3 Emissies — 19

4 Grootschalige concentraties en bronbijdragen — 25

4.1 GCN-kaarten — 25

4.1.1 NO₂-concentraties — 25

4.1.2 PM₁₀-concentraties — 28

4.1.3 PM_{2,5}-concentraties — 29

4.1.4 EC-concentraties (indicatief) — 31

4.2 Opbouw concentraties NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, EC en SO₂ — 32

4.3 Bijdragen concentraties fijn stof voor effecten maatregelen — 36

5 Grootschalige depositie en bronbijdragen — 39

5.1 GDN-kaarten — 39

5.1.1 Stikstofdepositie — 39

5.1.2 Potentieel-zuurdepositie — 42

5.2 Opbouw stikstofdepositie en potentieel-zuurdepositie — 43

Literatuur — 47

Bijlage 1. Nederlandse emissies in de scenario's — 49

Bijlage 2. SRM-emissiefactoren — 55

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 GDN-kaarten dienen als basis voor het Programma Aanpak Stikstof (PAS). Deze rapportage is een beknopte update van die uit 2017 met voornamelijk een actualisatie van de tabellen en figuren. Methodisch zijn er ook ten opzichte van de 2017-rapportage slechts een klein aantal verbeteringen doorgevoerd. Zo zijn de meeste ruimtelijke verdelingen van de emissies ongewijzigd ten opzichte van die uit de 2017-rapportage.

Grootschalige NO₂-concentraties iets lager in 2017, maar hetzelfde voor 2020-2030 dan vorig jaar ingeschat

De GCN-kaart van NO₂ voor het jaar 2017 is gemiddeld over Nederland iets lager (0,4 µg m⁻³) als die voor 2016 door lagere gemeten concentraties als gevolg van meteorologische omstandigheden. De raming voor de periode 2020-2030 is gemiddeld over Nederland gelijk aan de raming van vorig jaar.

Grootschalige PM₁₀- en PM_{2,5}-concentraties gelijk in 2017, maar lager voor 2020-2030 dan vorig jaar ingeschat

De ramingen van de PM₁₀- en PM_{2,5}-concentratie voor de periode 2020-2030 zijn gemiddeld over Nederland 0,4 µg m⁻³ lager dan vorig jaar ingeschat. De concentraties van 2017 zijn daarentegen nagenoeg gelijk aan die van 2016. De lagere ramingen zijn het gevolg van een lagere bijtelling voor de bijdrage van de niet-gemodelleerde emissies aan de concentraties dan vorig jaar was geraamd. De bijtelling wordt jaarlijks bepaald door het vergelijken van de gemeten en berekende concentraties.

Daling grootschalige stikstofdepositie even groot als vorig jaar ingeschat

De gemiddelde stikstofdepositie over Nederland daalt naar verwachting de komende jaren. Dit komt door dalende NO_x-emissies uit wegverkeer in Nederland en het buitenland, en door dalende NH₃-emissies uit de landbouw in Nederland. De depositiedaling gemiddeld over Nederland van 2016 tot 2030 van ongeveer 375 mol ha⁻¹ is ongeveer even groot als vorig jaar werd ingeschat.

Concentratie- en depositiekaarten 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. Hetzelfde scenario is toegepast voor de depositiekaarten. De ministeries van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) hebben 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. De raming van emissies is nagenoeg gelijk aan die van vorig jaar met beperkte actualisaties voor wegverkeer en landbouw.

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 belangrijke aandachtspunten voor het nationale en Europese beleid.

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. In opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) 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.

Depositie staat in de aandacht doordat de natuur in Nederland op veel plaatsen negatief wordt beïnvloed door een hoge depositie van stikstof. Deze actieve stikstof is afkomstig van emissies naar de lucht van stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH_3) uit binnenlandse en buitenlandse bronnen en wordt gedeponeerd door zowel droge als natte depositie. Te hoge depositie heeft negatieve gevolgen voor de biodiversiteit. In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) ondersteunt het RIVM het Programma Aanpak Stikstof (PAS) 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 te verhogen met de extra bijdrage door het wegverkeer in de NSL-monitoringstool. Hetzelfde geldt voor de depositie in de buurt van landbouwstallen of andere lokale bronnen. In opdracht van het ministerie van LNV is het AERIUS-model gebouwd dat wordt gebruikt voor de uitvoering van het PAS. De gegevens over de uitstoot en de toekomstscenario's dienen als basis voor de monitoring van het Programma Aanpak Stikstof (PAS). In het AERIUS-model worden stikstofdeposities en -emissies op een groter detailniveau voor de stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden berekend.

In deze 2018-rapportage worden beknopt de nieuwe kaarten besproken, voornamelijk in de vorm van een actualisatie van de figuren en tabellen uit de rapportage van vorig jaar (Velders et al., 2017). Voor een uitgebreidere beschrijving wordt daarom verwezen naar de rapportages van de afgelopen twee jaren (Velders et al., 2016; 2017). 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 IenW. Die kaarten zijn identiek aan de kaarten op de RIVM-website. De kaarten op de IenW-website hebben een juridisch-formele status.

2 Methode van concentratie- en depositieberekeningen

De methodiek om voor iedere willekeurige plaats in Nederland de concentratie en depositie te berekenen kan worden onderverdeeld in drie stappen: 1) berekening van de grootschalige concentratie en depositie, 2) kalibratie op metingen, 3) berekening van de lokale bijdragen. Zie Figuur 2.1 en Velders et al (2016) voor meer informatie.

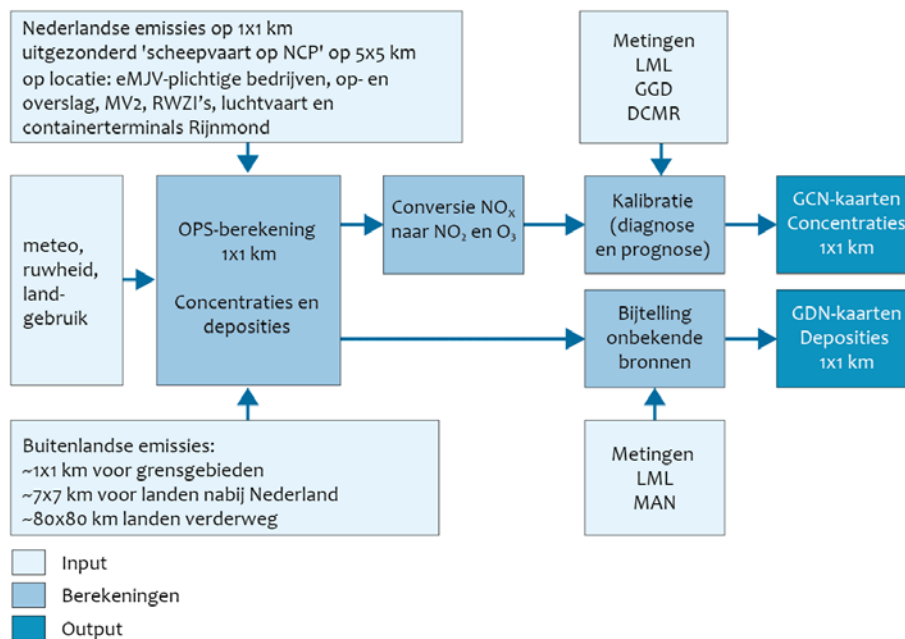
Ten opzichte van de methode zoals die begin 2017 (Velders et al., 2017) is gebruikt voor het maken van grootschalige kaarten, zijn slechts een beperkt aantal verbeteringen in methoden, modelparameters en metingen doorgevoerd.

- Versie 4.5.2.1 van het OPS-model is gebruikt voor de berekeningen die als basis dienen voor deze rapportage (Jaarsveld, 2004; Sauter et al., 2015). Ten opzicht van versie 4.5.1 die vorig jaar is gebruikt zijn enkele verbeteringen doorgevoerd welke lokaal effect kunnen hebben op de resultaten. Deze betreffen:
 - De berekening van het massaverlies door depositie op het traject van bron naar receptor. Deze wordt nu niet meer berekend op basis van het dominante landgebruik over het traject, maar op basis van alle voorkomende landgebruiksoorten, waarbij weging met het areaal van elk der soorten plaatsvindt. In Figuur 2.2 staat het effect hiervan op de depositie van NO_y en NH_x .
 - Een aantal bugs die zijn opgelost en die alleen in zeer uitzonderlijke situatie konden optreden en vooral van belang zijn bij de berekening voor een enkel receptorpunt. Zie voor meer informatie het versieoverzicht op de OPS-website (www.rivm.nl/ops).
- De ruimtelijke verdeling van de collectief geregistreerde emissies wordt ontleend aan de Emissieregistratie (ER). Slechts voor enkele sectoren zijn de ruimtelijke verdelingen in deze GCN2018-ronde geactualiseerd; de meeste zijn identiek aan verdelingen die vorig jaar zijn gebruikt en gebaseerd op de verdelingen voor het jaar 2014 van de ER-rapportage 2016. Echter:
 - De ruimtelijke verdeling van de emissies uit stallen is voor zowel de concentratiekaarten als de depositiekaarten gebaseerd op de Geografische Informatie Agrarische Bedrijven (GIAB+, Alterra). Deze gegevens zijn geactualiseerd op basis van verbeterde gegevens van GIAB+, waarin recente informatie over aantallen dieren en staltypen is meegenomen. Hiermee zijn tevens enkele fouten die vorig jaar in de verdeling zaten gecorrigeerd.
 - De ruimtelijke verdeling van de emissies van houtstook is geactualiseerd. Deze is nu gebaseerd op woningtype, bouwjaar en mate van stedelijkheid van de omgeving, waar deze voorheen was gebaseerd op bevolkingsdichtheid. In Figuur 2.3 staat het effect hiervan op de $\text{PM}_{2,5}$ -concentratie.
 - De emissieverdeling van de containeroverslag in de havens is geactualiseerd.

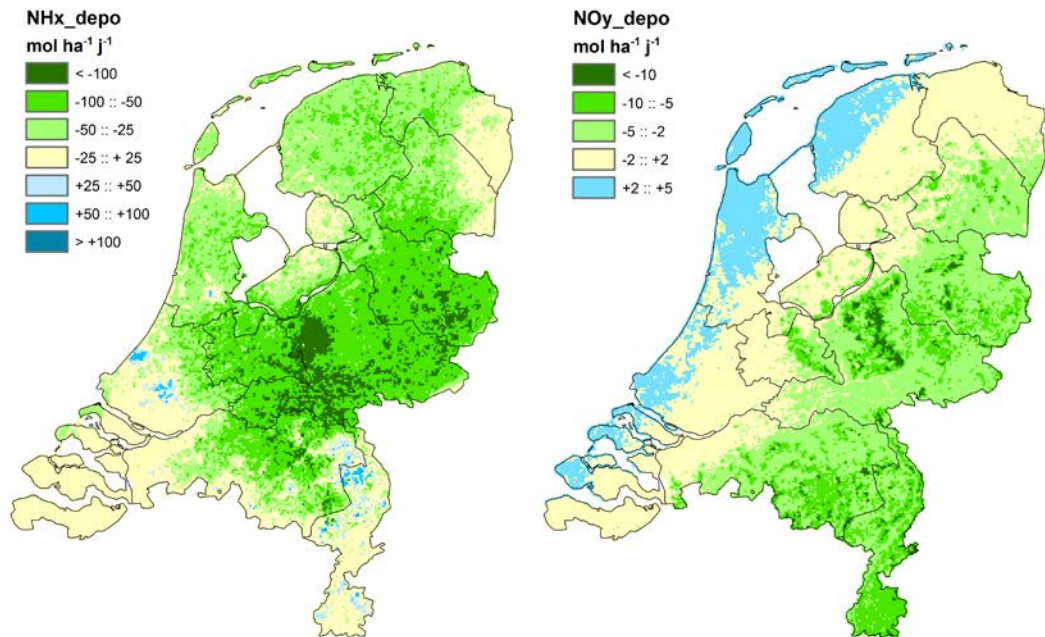
- De ramingen van de nationale emissies zijn net als vorig jaar gebaseerd op de NEV2016 (paragraaf 3) met een beperkte actualisatie voor verkeer en landbouw, voor consistentie met historische emissiecijfers. Bij het voorgenomen beleid is nu rekening gehouden met de invoering van een kilometerheffing voor het vrachtverkeer per 2022 (MAUT=tol). Deze maatregel is aangekondigd in het regeerakkoord 2017 'Vertrouwen in de toekomst'.
- Voor de kaarten van 2017 zijn de emissietotalen uit het buitenland van 2015 gebruikt.
- De ramingen van de buitenlandse emissies zijn identiek aan die van vorig jaar (Velders et al., 2017).
- In de kaart van de PM_{2,5}-concentratie is dit jaar voor het eerst de bijdrage van zeezout expliciet meegenomen. Vorig jaar was dit al voor de PM₁₀-concentratie gedaan. De zeezoutkaart is conform de zeezoutaftrek die toegepast kan worden en afkomstig van Hoogerbrugge et al. (2012). In voorgaande jaren werd de bijdrage van zeezout impliciet meegenomen via de kalibratie van de gemodelleerde kaart aan de gemeten PM_{2,5}-concentraties. Het expliciet meenemen van een zeezoutbijdrage heeft geen gevolgen voor de PM_{2,5}-concentratie gemiddeld over Nederland, maar geeft wel ruimtelijk verschillen in concentratie door de gradiënt die aanwezig is in de PM_{2,5}-zeezoutconcentratie.
- 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 anorganische aerosolen (Tabel 2.1).
- De correcties voor de berekende stikstofdepositie zijn eveneens geactualiseerd (Tabel 2.2).
- De uitlaat fijnstof- en EC-emissies van benzineauto's (vanaf Euro-3) zijn geactualiseerd op basis van nieuwe metingen van TNO hetgeen een verlaging geeft tot 25% (PBL, 2018; Kadijk et al., 2018).
- De nieuwe inzichten, op basis van analyses van TNO, over het rijgedrag van vrachtauto's, hebben geleid tot een beperkte aanpassing van emissiefactoren van middelzwaar en zwaar wegverkeer (Heijne en Ligterink, 2018).
- Op snelwegen met de limiet van 80 km/uur met strenge handhaving zijn emissieberekeningen van Euro 6-bestelauto's en Euro 6-dieselpersonenauto's direct gebaseerd op de gemiddelde praktijkemissiemetingen op de A10 West, omdat het emissiemodel een te grote afwijking gaf met de metingen voor deze voertuigen. (PBL, 2018).
- In Europa zijn nieuwe afspraken gemaakt over de invoering van de RDE-regelgeving voor Euro 6-personen en -bestelauto's. Op basis van deze RDE-regelgeving van mei 2018, zijn de emissiefactoren voor voertuigen die vanaf 2020 verkocht worden naar beneden bijgesteld (PBL, 2018).
- Metingen aan nieuwe Euro-6 bestelauto's, vanaf 1 september 2016 verkocht, geven een verlaging van de emissiefactoren van licht wegverkeer (Kadijk et al., 2017).
- De geraamde ammoniakemissies uit de landbouw zijn aangepast vanwege herberekeningen van de hele historische reeks (Van

Bruggen et al., 2018). De belangrijkste herberekening is de TAN (Totaal Ammoniakaal Stikstof)-excretie van rundvee. De nieuwe berekeningsmethode geeft een lagere TAN-excretie. De methode is ontwikkeld naar aanleiding van een internationale review van de rekenmethodiek (Sutton et al., 2015). Daarnaast is ook de berekening van gewasresten en groenbemesters aangepast.

- Bovenstaande actualisaties zijn verwerkt in de ramingen van de nationale emissies en in de SRM-emissiefactoren.



Figuur 2.1 Berekening grootschalige concentratie- en depositiekaarten



Figuur 2.2 Verandering in NH_x - en NO_y -depositie door aanpassing van de berekening van het massaverlies door depositie op het traject van bron naar receptor.

Het massaverlies wordt nu niet meer berekend op basis van het dominante landgebruik over het traject, maar op basis van alle voorkomende landgebruiksoorten, waarbij weging met het areaal van elk der soorten plaatsvindt. Een negatief getal betekent dat de berekende depositie nu lager is dan op basis van de oude methode.



Figuur 2.3 Verandering in de $PM_{2,5}$ -concentratie door een verbeterde ruimtelijke verdeling van houtstook

De ruimtelijke verdeling van de emissies van houtstook is verbeterd en nu gebaseerd op het woningtype en bouwjaar, waar het voorheen gebaseerd was op bevolkingsaantallen. Een negatief getal betekent dat de berekende concentratie nu lager is dan op basis van de oude verdeling.

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

	Kaarten voor 2017	Kaarten voor 2020-2030
NH ₄	Factor 1,4 ^{a,f}	Factor 1,5 ^{c,f}
NO ₃	Factor 1,5 ^a	Factor 1,6 ^c
SO ₄	Factor 2,8 ^a	Factor 3,2 ^c
PM ₁₀	Constante van 3,6 µg m ^{-3b}	Constante van 4,6 µg m ^{-3d}
PM _{2,5}	Constante van 0,0 µg m ^{-3b,e}	Constante van 0,8 µg m ^{-3d,e}

- a) Voor de diagnosekaarten zijn de gemeten secundaire aerosolconcentraties in 2011-2016 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2011-2016 en de meteorologie van de jaren 2011-2016. Metingen van de secundaire aerosolen van 2017 waren niet op tijd beschikbaar voor de kalibratie.
- b) Voor de diagnosekaart van PM_{2,5} en PM₁₀ zijn de gemeten waarden voor 2017 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2016 en de meteorologie van het jaar 2017.
- c) Voor de prognosekaarten zijn de gemeten secundaire aerosolconcentraties voor de jaren 2011-2016 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2011-2016 met langjarig gemiddelde meteorologie.
- d) Voor prognosekaarten van PM_{2,5} en PM₁₀ zijn de gemeten waarden voor de jaren 2011-2016 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2011-2016 en langjarig gemiddelde 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 (Matthijsen 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.

De kalibratiefactoren voor secundair fijn stof (NH₄, NO₃ en SO₄) en van totaal fijn stof (PM₁₀ en PM_{2,5}) zijn verkregen door het vergelijken van de met OPS-berekende waarden met gemeten concentraties. Deze kalibratiefactoren verschillen beperkt van jaar tot jaar. De bijtellingen voor PM₁₀ en PM_{2,5} kan worden toegeschreven aan onderdelen van fijn stof die niet expliciet worden gemodelleerd met het OPS-model, zoals bodemstof en secundair organisch aerosol. De laatste jaren is het verschil tussen de totaal gemeten en berekende PM₁₀- en PM_{2,5}-concentraties aanzienlijk kleiner dan de jaren ervoor. Deze verandering kan deels worden toegeschreven aan toevallige meteorologische omstandigheden in deze periode, maar dit verklaart maar een deel. Andere oorzaken kunnen zitten in onzekerheden in emissies, in de metingen en in de modellering van fijn stof met het OPS-model. Nader onderzoek is nodig om de waargenomen (te kleine) verschillen tussen gemeten en berekende fijn stof waarden voor de laatste jaren te kunnen verklaren. Hiervoor worden onder andere modelberekeningen uitgevoerd met complexe chemie-transportmodellen en de uitkomsten hiervan te vergelijken met de gemeten waarden. In beperkte mate zijn dit soort berekeningen al uitgevoerd, maar meer en uitgebreider onderzoek is nodig om de discrepantie tussen gemeten en berekende fijnstofconcentraties te kunnen verklaren.

Tabel 2.2 Overzicht bijdragen aan de correctiekaarten depositie

	Droge depositie	Natte depositie
Stikstofdepositie en potentieel-zuurdepositie		
NH _x	2017-kaart: berekende 2017-depositie ¹ vermenigvuldigen met (0.88-1). Dit komt overeen met gemiddeld -98 mol per hectare per jaar. Prognosekaarten: berekende 2017-depositie ² vermenigvuldigen met (0.917-1). Dit komt overeen met gemiddeld -72 mol per hectare per jaar.	2017-kaart: 4 mol ha ⁻¹ jaar ⁻¹ (zie ¹) Prognosekaarten: 41 mol ha ⁻¹ jaar ⁻¹ (zie ²)
NO _v	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 2017-kaart zijn voor de droge depositie de gemeten NH₃-concentraties uit het LML en het MAN voor 2012-2016 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2012-2016 en de meteorologie van de jaren 2012-2016 (metingen uit het MAN voor 2017 zijn pas in de loop van 2018 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 2017 niet op tijd beschikbaar. Voor de correctie zijn daarom de gemeten ammoniumconcentraties in regenwater in 2012-2016 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2012-2016 en de meteorologie van de jaren 2012-2016.
- 2) Voor prognoses zijn gemeten waarden voor de jaren 2012-2016 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2012-2016 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 2016-emissies en de langjarig gemiddelde meteorologie.
- 3) Gebaseerd op Buijsman (2008).

3 Emissies

De historische 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, 2017). 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. Deze emissies worden gebruikt voor de kaarten van jaren in het verleden.

Voor zichtjaren (2020-2030) worden emissies afkomstig van scenario's gebruikt. Voor nationale emissies zijn dit scenario's van de Nationale Energie Verkenning (NEV2015; Schoots en Hammingh, 2015; Drissen, 2016; Geilenkirchen et al., 2016, Smeets et al. 2016, Smeets et al., 2017) met enkele actualisaties daarin voor landbouw, industrie en verkeer. In deze GCN2018-rapportage zijn enkele nieuwe inzichten in de emissies van verkeer en landbouw meegenomen, te weten: verlaging van de uitlaat fijnstof- en EC-emissies van benzineauto's (vanaf Euro-3) (PBL, 2018; Kadijk, 2018), nieuwe inzichten omtrent het rijgedrag van vrachtauto's (Heijne en Ligterink, 2018), aanpassing van de afspraken die zijn gemaakt met betrekking tot de invoering van de RDE-regelgeving voor Euro 6-personen en -bestelauto's, verlaging van de emissies van nieuwe Euro-6 bestelauto's op basis van nieuwe metingen (Kadijk et al., 2017) en een verlaging van de ammoniakemissies uit de landbouw door een aanpassing van de hoeveelheid totaal ammoniakaal stikstof (TAN) in mest (Van Bruggen et al., 2018).

Tabel 3.1 Overzicht scenario's

Scenario		Economische groei (BBP-groei) 2013-2030 ¹		
Vaststaand en voorgenomen beleid				
BOR	Beleid onderraming	gemiddeld 0,8% 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 3.2		
Emissie voor buitenland		2020: emissieplafond volgens de herziene NEC directive	2025: interpolatie 2020 en 2030	2030: emissieplafond volgens de herziene NEC directive

1) Schoots en Hammingh (2015), Drissen (2016), Geilenkirchen et al. (2016), Smeets et al. (2016).

De aannames met betrekking tot economische groei en het pakket van maatregelen staan in Tabel 3.1 en Tabel 3.2. Voor het buitenland worden de emissies conform de nationale emissieplafonds (NEC-directive) voor 2020 en 2030 toegepast samen met de verdelingen over de sectoren afkomstig van het WPE-2014-CLE scenario van IIASA (2015). De ramingen van de buitenlandse emissies zijn identiek aan die vorig jaar zijn gebruikt. In vergelijking met de raming van vorig jaar in de GCN-rapportage 2017 is het pakket maatregelen op één onderdeel gewijzigd. Bij het voorgenomen beleid is nu rekening gehouden met de invoering van een kilometerheffing voor het vrachtverkeer per 2022 (MAUT=tol). Deze maatregel is aangekondigd in het regeerakkoord 2017 'Vertrouwen in de toekomst'.

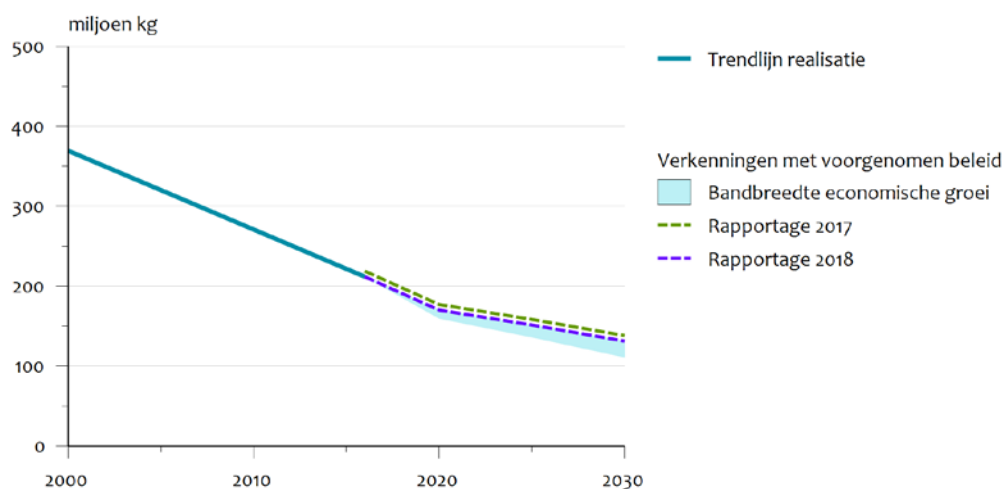
Het verloop van de emissies is weergegeven in de volgende figuren: NO_x (Figuur 3.1), PM₁₀ (Figuur 3.2) en NH₃ (Figuur 3.3). Zie Bijlage 1 voor de emissies van de scenario's per sector. De ramingen van de NO_x-emissies zijn 6 à 7 miljoen kg lager voor de periode 2020-2030 dan vorig jaar voornamelijk door lagere emissies van Euro 6-bestelauto's en Euro 6-dieselpersonenauto's. Voor de NH₃-emissies zijn de ramingen van de landbouw ongeveer 2 miljoen kg lager voor de periode 2020-2030 door een lagere emissiefactor (TAN, Totaal Ammoniakal Stikstof; Van Bruggen et al., 2018) bij de aanwending van mest.

Tabel 3.2 Maatregelenoverzicht op basis van het vaststaand en voorgenomen mondiaal, Europees en nationaal beleid¹

	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NH ₃
Mondiaal beleid					
Aanscherping IMO-eisen voor zeescheepvaart	x	x	x	x	
NO _x -emissie control area voor de Noordzee	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	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)	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-personenauto'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 ⁶	x	x	x	x	

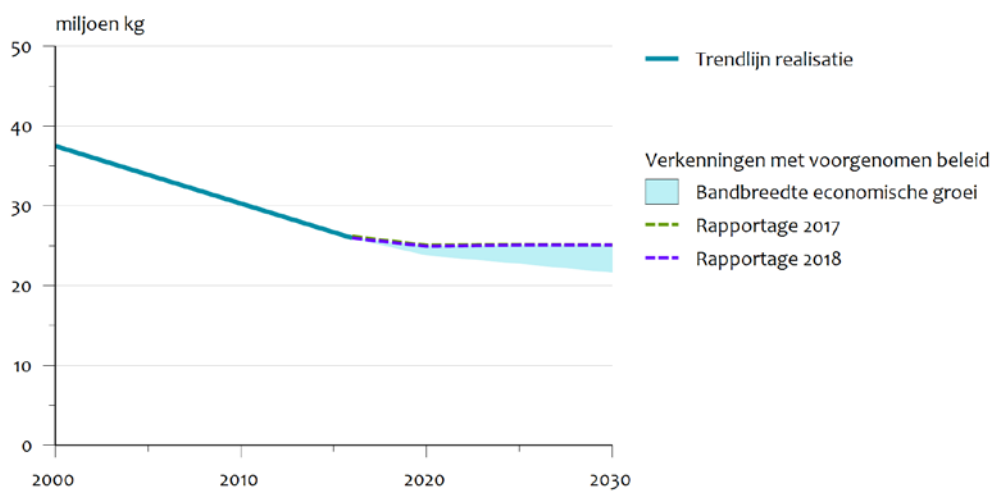
Luchtwassers stallen intensieve veehouderij (algemene subsidie + subsidieregeling gericht op sanering van pluimveestallen die overschrijding van PM ₁₀ -grenswaarden veroorzaken)		x	x	x
Besluit huisvesting – emissiearme stallen verplicht in intensieve veehouderij vanaf 2012		x	x	x
Emissiearm aanwenden – 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	
Vervangingsregeling bestelauto's ²	x	x	x	
Invoering kilometerheffing voor vrachtauto's (MAUT) per 2022 ^{2,7}	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	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.
- 6) Het energieakkoord beleid t/m 1 mei 2017 is meegenomen voor de sector verkeer gebaseerd op de NEV2017. Voor overige sectoren is het energie-akkoordbeleid t/m 1 mei 2015 meegenomen gebaseerd op de NEV2015.
- 7) De volumereductie door de MAUT is generiek ingeboekt over alle vrachtautotypen.



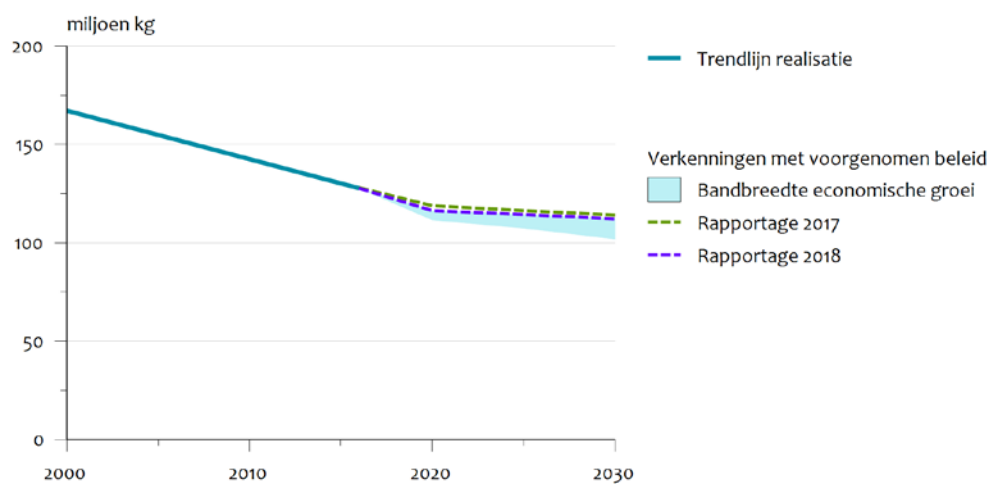
Figuur 3.1 NO_x-emissies

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.

4 Grootschalige concentraties en bronbijdragen

De grootschalige concentratiekaarten van NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} en EC, zoals die zijn berekend voor deze 2018-rapportage, en de verschillen met de 2017-rapportage worden hier kort weergegeven in de vorm van tabellen en figuren. De scenario's omspannen een bandbreedte die informatie geeft over de beleidsruimte en over de verschillen in economische ontwikkelingen. De berekende concentraties geven een middenschatting van de te verwachten concentraties. Bij het gebruik van de kaarten moet rekening worden gehouden met bandbreedtes en onzekerheden (zie Velders et al., 2016).

Het kabinet (de ministeries van IenW en LNV) 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 (Tabel 3.2), de basis van de concentratiekaarten (GCN-kaarten) voor de rapportage van 2018 vormt (zie Tabel 3.1).

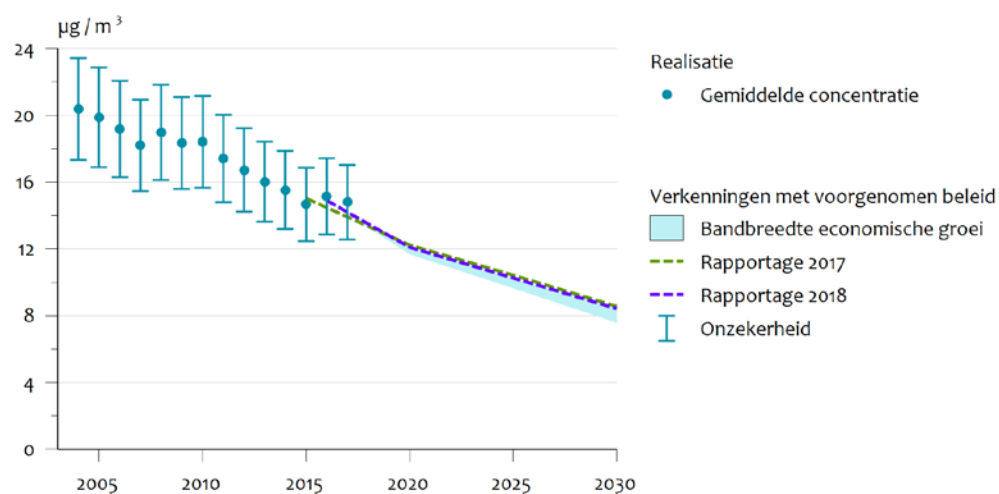
De kaarten en achterliggende data zijn te vinden op de GCN-website (<http://www.rivm.nl/gcn>). Hier worden alleen de verschillen in concentraties ten opzicht van de 2017-rapportage besproken.

4.1 GCN-kaarten

4.1.1 NO₂-concentraties

De huidige GCN-kaart voor NO₂ voor 2017 vertoont voor het grootste deel van Nederland iets lagere concentraties, gemiddeld ongeveer 0,4 µg m⁻³, dan de kaart van 2016 (Figuur 4.1). De verlagingen zijn het gevolg van iets lagere gemeten NO₂-concentraties in het jaar 2017 ten opzichte van 2016. Deze metingen worden gebruikt om de modelresultaten te kalibreren. Verschillen tussen de emissies van 2016 (gebruikt in deze rapportage voor de kaart van 2017) en de raming van vorig jaar kunnen lokaal verhogingen en verlagingen geven in concentraties. Zo zijn de lokale veranderingen in NO₂-concentratie bij de havens in Rotterdam het gevolg van de aangepaste emissies van de open overslag van containers.

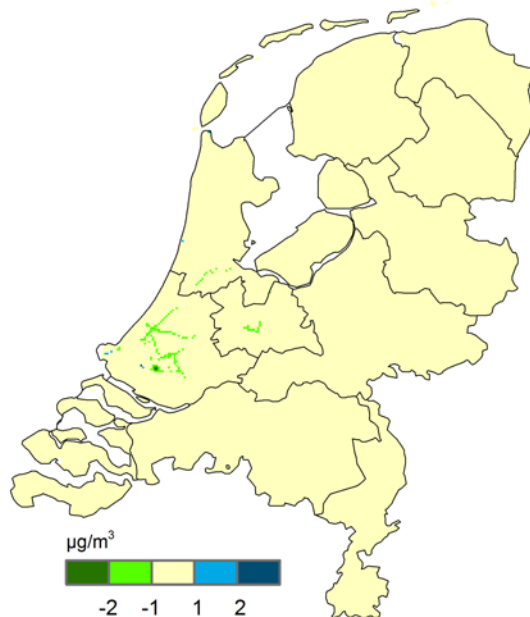
De huidige GCN-kaart voor NO₂ voor de periode 2020-2030 vertoont voor het grootste deel van Nederland ongeveer dezelfde concentraties als de kaart in de 2017-rapportage (Figuur 4.2, Tabel 4.1). Dalingen in de NO₂-concentratie zijn zichtbaar op enkele drukke rijkswegen in de Randstad voornamelijk als gevolg van dalingen van de geraamde emissies voor Euro-6 bestelauto's (Kadijk et al., 2017).



Figuur 4.1 Ontwikkeling grootschalige NO_2 -concentratie

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

2020



Figuur 4.2 Verschil grootschalige NO_2 -concentratie voor 2020 tussen rapportages 2018 en 2017

Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in de 2017-rapportage. De kaarten zijn gebaseerd op een raming van de emissies, langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart.

Tabel 4.1 NO₂-concentratie (µg m⁻³) in 2020 en verandering ten opzichte van de GCN-rapportage 2017¹.

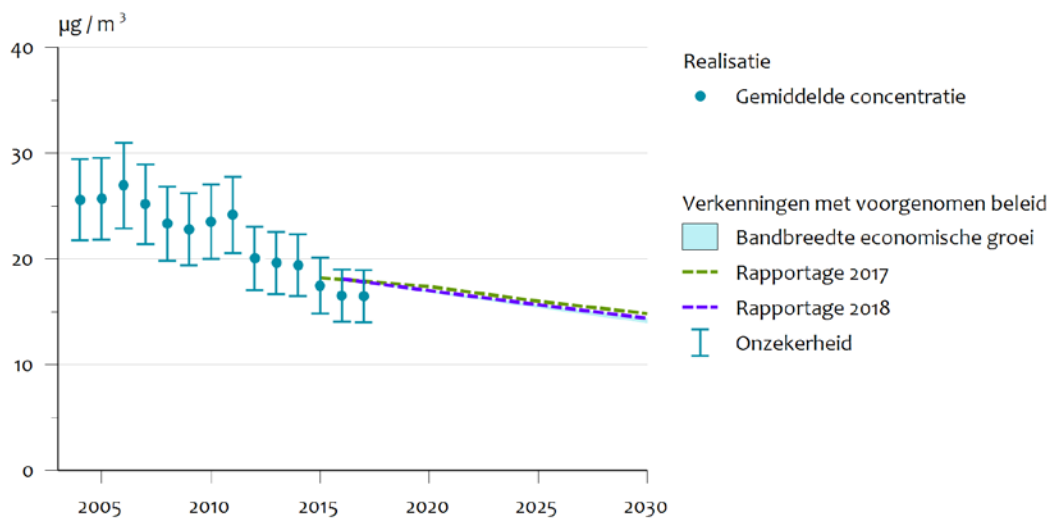
	Neder-land	Amster-dam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotter-dam/ Dordrecht	Eind-hoven	Heerlen Kerk-rade	Noord-Neder-land	Midden-Neder-land	Zuid-Neder-land
NO₂-concentratie	12,1	17,0	18,6	17,2	20,9	16,2	12,7	9,3	12,8	14,1
Verandering concentratie	-0,1	-0,3	-0,6	-0,4	-0,6	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1
Nederland										
Industrie										
Raffinaderijen										
Energiesector										
Afvalverwerking										
Personen- en bestelauto's	-0,3	-0,5	-0,4	-0,7	-0,4	-0,4	-0,2	-0,2	-0,3	-0,2
Vrachtauto's en bussen			-0,1							
Overig verkeer										
Landbouw										
Huishoudens			-0,1	-0,1	-0,1					
HDO/Bouw										
Internationaal										
Internationale scheepvaart					0,1					
Buitenland										
Totaal door gewijzigde emissies	-0,3	-0,6	-0,6	-0,8	-0,5	-0,6	-0,3	-0,2	-0,4	-0,3
Kalibratiekaart	0,2	0,3		0,5	-0,1	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2

1) Weergegeven is de gemiddelde verandering in Nederland in zes agglomeraties en in drie zones, en de bijdrage van de Nederlandse bronnen, internationale scheepvaart en het buitenland aan de verandering. 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. In deze tabel is geen rijkswegcorrectie toegepast

4.1.2 *PM₁₀-concentraties*

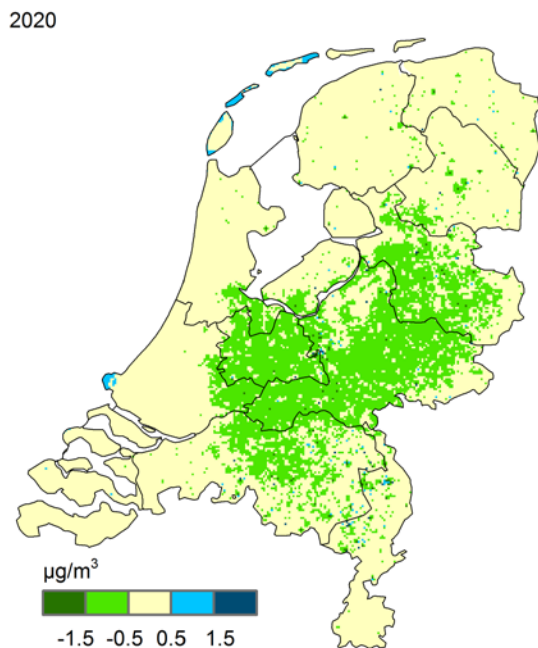
De GCN-kaart van PM₁₀ van 2017 is gemiddeld over Nederland ongeveer gelijk aan die van 2016 (Figuur 4.3) aangezien de metingen die voor de kalibratie gebruikt worden gemiddeld hetzelfde waren in 2016 en 2017. De verschillen ten opzichte van de kaarten van vorig jaar (zie bijvoorbeeld Figuur 4.4) laten iets lagere concentraties in een groot deel van het midden van Nederland zien welke het gevolg is van de verbeterde berekening van het massaverlies op het traject van bron naar receptor.

Gemiddeld over Nederland is de PM₁₀-concentratie in de huidige GCN-kaart voor 2020-2030 iets lager dan de raming van vorig jaar (zie Figuur 4.3 en Figuur 4.4): ongeveer 0,4 $\mu\text{g m}^{-3}$. De lagere concentraties komen door de lagere bijtelling voor niet-gemodelleerde bronnen, welke het gevolg is van de lagere gemeten concentraties in 2014-2016 ten opzichte van de jaren ervoor.



Figuur 4.3 Ontwikkeling grootschalige PM₁₀-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 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.



Figuur 4.4 Verschil grootschalige PM_{10} -concentratie voor 2020 tussen rapportages 2018 en 2017

Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in de 2017-rapportage. De kaarten zijn gebaseerd op een raming van de emissies, langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart.

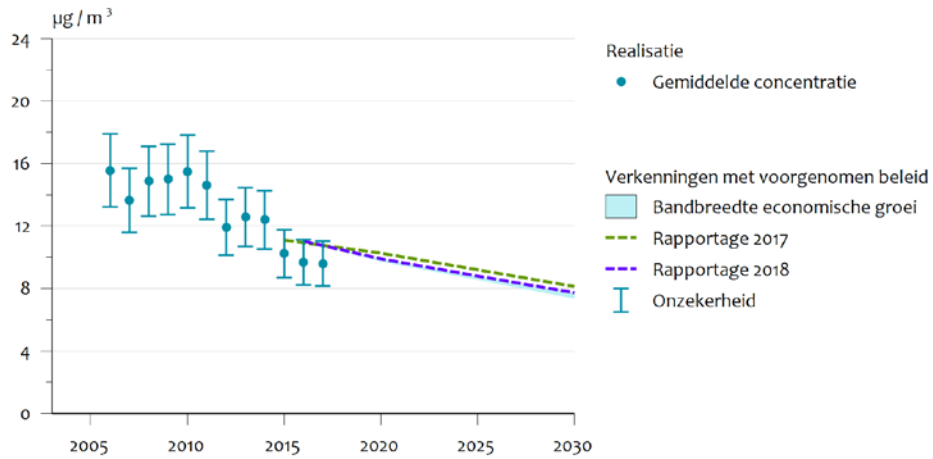
4.1.3

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

De GCN-kaart van $\text{PM}_{2,5}$ van 2017 is gemiddeld over Nederland ongeveer gelijk aan die van 2016 (Figuur 4.5) aangezien de metingen die voor de kalibratie gebruikt worden gemiddeld hetzelfde waren in 2016 en 2017.

Gemiddeld over Nederland is de $\text{PM}_{2,5}$ -concentratie in de huidige GCN-kaart voor 2020-2030 iets lager dan de raming van vorig jaar (Figuur 4.6, Figuur 4.5): ongeveer $0,4 \mu\text{g m}^{-3}$ lager. De lagere concentraties komen door de lagere bijtelling voor niet-gemodelleerde emissies, welke het gevolg is van de lagere gemeten concentraties in 2014-2016 ten opzichte van de jaren ervoor.

De verschillen ten opzichte van de kaarten van vorig jaar (zie bijvoorbeeld Figuur 4.6) laten dit jaar een gradiënt zien welke loopt van het westen naar het oosten van het land. Deze gradiënt is het gevolg van het expliciet meenemen van een kaart met de bijdrage van de zeezout in de modellering. In voorgaande jaren werd de bijdrage van zeezout aan de $\text{PM}_{2,5}$ -concentratie indirect verdisconteerd via de kalibratie. De bijdrage van zeezout aan de $\text{PM}_{2,5}$ -concentratie bedraagt in het westen van het land ongeveer $1,5 \mu\text{g m}^{-3}$ aflopend naar $0,5 \mu\text{g m}^{-3}$ in het oosten van Nederland.



Figuur 4.5 Ontwikkeling 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 GCN-kaarten zijn gebaseerd op de bovenkant van deze bandbreedte. De realisatie (stippen met onzekerheid van ongeveer $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zijn bepaald met de actuele meteorologie en gekalibreerd aan de hand van metingen.

2020



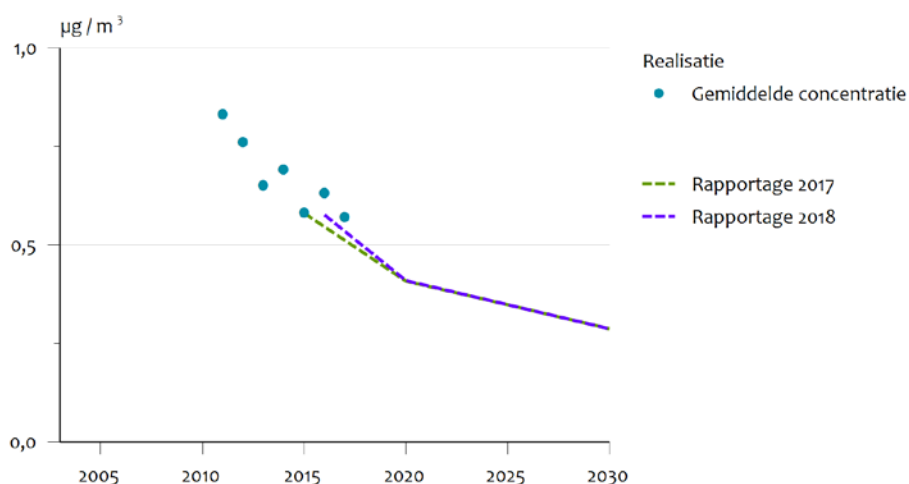
Figuur 4.6 Verschil grootschalige $PM_{2.5}$ -concentratie voor 2020 tussen rapportages 2018 en 2017

Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in de 2017-rapportage. De kaarten zijn gebaseerd op een raming van de emissies, langjariggemiddelde meteorologie en een langjariggemiddelde kalibratiekaart.

4.1.4 EC-concentraties (indicatief)

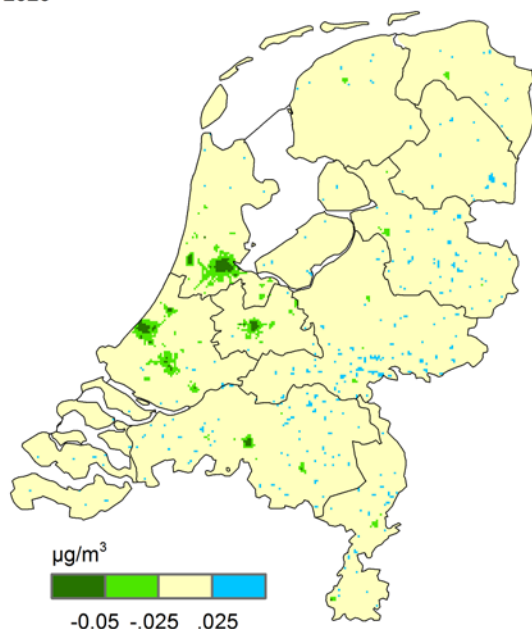
Kaarten en emissiefactoren voor elementair koolstof (EC) zijn, net als voorgaande jaren, in het GCN-kader gemaakt. Aangezien er nog aanzienlijke onzekerheden bestaan in de modellering van EC en er pas sinds 2015 over een groot gebied van Nederland metingen van de EC-concentraties worden uitgevoerd, worden de kaarten 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 voorts nog minder waarde worden gehecht. 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. Door TNO en PBL zijn SRM-emissiefactoren voor EC bepaald voor het gebruik in lokale verkeersmodellen (zie Bijlage 2).

De berekende EC-concentratie gemiddeld voor Nederland is voor 2017 ongeveer $0,06 \mu\text{g m}^{-3}$ lager dan in 2016, als gevolg van lagere emissies uit binnen- en buitenland van verkeer en huishoudens (Figuur 4.7). Tussen 2020 en 2030 zijn de geraamde EC-concentraties ongeveer gelijk aan de concentratie uit de 2017-rapportage. Ruimtelijk zijn er verschillen zichtbaar tussen de huidige concentraties en die uit de 2017-rapportage voor zowel het jaar 2017 en de periode 2020-2030 (Figuur 4.8). Er zijn afnamen in EC-concentraties in grote steden en toenames in het landelijk gebied. Deze veranderingen worden veroorzaakt door de verbeterde ruimtelijke verdeling van de emissies van houtstook (zie Figuur 2.3).



Figuur 4.7 Ontwikkeling indicatieve grootschalige EC-concentratie

2020



Figuur 4.8 Verschil indicatieve grootschalige EC-concentratie voor 2020 tussen rapportages 2018 en 2017

Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in de 2017-rapportage. De kaarten zijn gebaseerd op een raming van de emissies, langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart.

4.2 Opbouw concentraties NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, EC 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 4.2 tot en met Tabel 4.6 staat de opbouw van de concentraties van NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, EC 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 4.2 Opbouw van de NO₂-concentratie (µg m⁻³) in 2017¹

	Neder- -land	Amster- dam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotter- dam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen /Kerk- rade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	0,4	0,7	0,6	0,5	0,9	0,6	0,7	0,3	0,5	0,5
Raffinaderijen	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
Energiesector	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Wegverkeer	3,8	7,2	6,5	9,5	7,0	7,1	3,5	2,4	4,7	3,7
Overig verkeer	2,2	4,3	3,4	4,3	5,3	2,4	1,1	1,6	2,6	1,9
Landbouw	0,6	0,5	1,4	0,6	0,6	0,7	0,2	0,5	0,6	0,7
Huishoudens	0,4	0,7	0,8	0,6	0,6	0,7	0,5	0,3	0,5	0,4
HDO ² /Bouw	0,3	0,9	1,0	0,9	0,8	0,6	0,3	0,2	0,4	0,3
Internationale scheepvaart	1,6	2,7	3,9	1,7	4,1	1,2	0,6	1,4	1,7	1,7
Buitenland	5,2	3,5	4,1	3,9	4,8	8,3	9,5	4,0	4,6	8,1
Totaal	14,8	20,9	22,0	22,4	24,8	21,7	16,4	10,9	15,9	17,6

- 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 4.3 Opbouw van de PM10-concentratie ($\mu\text{g m}^{-3}$) in 2017¹

	Neder- -land	Amster- dam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotter- dam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen /Kerk- rade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	0,4	0,9	0,5	0,6	0,7	0,7	0,4	0,3	0,5	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	1,5	1,3	2,0	1,3	1,2	0,6	0,6	1,2	0,8
Overig verkeer	0,5	0,8	0,8	1,0	0,9	0,6	0,3	0,4	0,7	0,5
Landbouw	1,0	0,8	0,7	1,2	0,7	1,4	0,4	0,9	1,2	1,2
Huishoudens	0,5	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,6	0,4
HDO/Bouw	0,2	0,6	0,5	0,3	0,9	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Internationale scheepvaart	0,7	0,9	1,1	0,9	1,0	0,7	0,4	0,7	0,8	0,7
Buitenland	6,1	4,8	5,3	5,8	5,8	8,2	9,3	5,2	6,0	7,8
NH ₃ uit de zee	0,1	0,3	0,4	0,1	0,3	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1
Zeezout	2,2	3,1	3,3	2,2	2,7	1,4	1,1	2,3	2,3	1,8
Bodemstof en overig	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Totaal	16,5	18,4	18,5	18,8	18,8	18,9	16,9	14,7	17,3	17,6

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 4.4 Opbouw van de PM_{2,5}-concentratie (µg m⁻³) in 2017¹

	Neder- -land	Amster- dam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotter- dam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen /Kerk- rade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3
Raffinaderijen	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	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	0,9	0,5	0,5	0,9	0,6
Overig verkeer	0,4	0,7	0,7	0,8	0,8	0,5	0,3	0,4	0,6	0,4
Landbouw	0,7	0,7	0,6	1,0	0,6	0,9	0,3	0,6	0,8	0,7
Huishoudens	0,5	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,6	0,4
HDO/Bouw	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Internationale scheepvaart	0,6	0,8	0,9	0,8	0,8	0,5	0,3	0,6	0,7	0,6
Buitenland	5,3	4,2	4,6	5,0	5,0	7,0	8,1	4,5	5,1	6,7
NH ₃ uit de zee	0,1	0,3	0,4	0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1
Zeezout	0,8	1,1	1,2	0,8	0,9	0,5	0,4	0,8	0,8	0,6
Bodemstof en overig	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Totaal	9,6	10,6	10,9	11,6	11,1	11,8	10,7	8,1	10,3	10,7

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 4.5 Opbouw van de EC-concentratie (µg m⁻³) in 2017¹

	Neder- land	Amster- dam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotter- dam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen /Kerk- rade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	<0,01
Raffinaderijen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energiesector	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Afvalverwerking	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wegverkeer	0,12	0,26	0,23	0,35	0,22	0,18	0,12	0,08	0,16	0,11
Overig verkeer	0,09	0,16	0,15	0,18	0,22	0,07	0,06	0,06	0,11	0,07
Landbouw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huishoudens	0,06	0,09	0,09	0,10	0,08	0,08	0,08	0,05	0,08	0,06
HDO ¹ /Bouw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Internationale scheepvaart	0,02	0,03	0,04	0,02	0,05	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
Buitenland	0,29	0,20	0,24	0,25	0,28	0,51	0,62	0,20	0,26	0,44
Totaal	0,57	0,74	0,76	0,91	0,85	0,86	0,88	0,40	0,63	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.

Tabel 4.6 Opbouw van de SO₂-concentratie (µg m⁻³) in 2017¹

	Neder- land	Amster- dam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotter- dam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen/ Kerk- rade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	<0.1	0.1	0.1
Raffinaderijen	0.1	0.1	0.3	0.1	0.5	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	-	-	-	-
Wegverkeer	-	<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	0.1	0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Buitenland	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.7	0.8	0.3	0.3	0.6
Totaal	0.6	1.0	0.9	0.5	1.4	0.9	0.9	0.4	0.5	0.9

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.

4.3 Bijdragen concentraties fijn stof voor effecten maatregelen

De toedeling van de concentratie aan sectoren kan op verschillende manieren worden bepaald en hangt onder andere af van het doel van de toedeling. Dit geldt vooral voor de toedeling aan de sectoren aan het secundair anorganisch aerosol van de fijnstofconcentratie. Tot nu toe is deze toedeling altijd gedaan op basis van de massa van de verschillende aerosolen (zie paragraaf 4.2). Dit is een goede toedeling als gekeken wordt naar de verhoudingen van de bijdragen van de sectoren aan de totale massa van het aerosol en van de totale fijnstofconcentratie. Deze toedeling geeft echter geen goede inschatting van het effect van emissiebeperkende maatregelen bij een sector op de fijnstofconcentratie. De reden is dat er altijd twee of drie ionen nodig zijn om een secundair anorganisch aerosol te vormen; één ammonium- en één nitraation voor NH₄NO₃ of twee ammonium- en één sulfaation voor (NH₄)₂SO₄. Deze ionen verschillen echter sterk in massa, waarbij het ammonium 3,4 keer lichter is dan nitraat en 5,3 keer lichter dan sulfaat. Er zijn daardoor, bijvoorbeeld, veel minder kilogrammen (ongeveer 70% minder) ammonium nodig dan nitraat om een bepaald aantal moleculen (deeltjes) ammoniumnitraat te vormen.

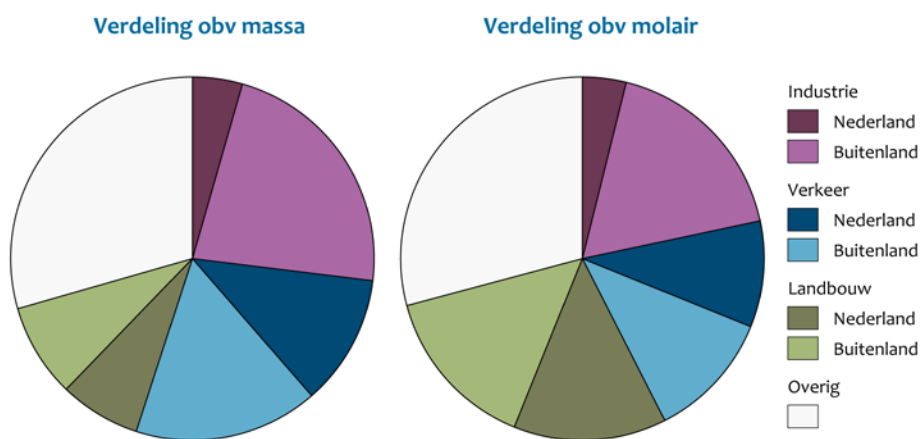
Het gevolg is dat een reductie van bijvoorbeeld 1 miljoen kg ammoniakemissies een grotere reductie geeft in de concentratie van het ammoniumnitraataerosol dan een in massa gelijke reductie van stikstofoxiden. Er is dus een niet-lineaire relatie tussen een reductie in een precursoremissies en de aerosolconcentratie. Bovenstaande is maar één onderdeel van de niet-lineaire relatie tussen de precursoremissies en aerosolconcentraties. In de atmosfeer zijn allerlei verschillende stoffen aanwezig die kunnen reageren met nitraat-, ammonium- en sulfaationen en onder andere de aanwezige concentraties en reactiviteit

spelen een rol bij de vorming van aerosolen. Voor een complete beschrijving van de niet-lineaire reacties die een rol spelen bij de vorming van secundair anorganische aerosolen is een complex chemie-atmosfeermodel nodig. Deze processen worden slechts in bij benadering beschreven door het OPS-model.

Op basis van de berekeningen met het OPS-model kan wel een eerste stap worden gezet om een deel van de bovenstaande niet-lineaire processen in de atmosfeer te verdisconteren. Er kan dan een sectoropbouw van de fijnstofconcentraties worden bepaald welke beter geschikt is voor het bepalen van het effect emissie reducerende maatregelen dan de opbouw zoals beschreven in paragraaf 4.2. In deze 'molaire' opbouw zijn de secundaire anorganische aerosolen (nitraat, sulfaat en ammonium) verdeeld op basis van hun molaire gewicht, dat wil zeggen, het aantal aerosoldeeltjes in plaats van de aerosolmassa.

Voor de bepaling van de molaire opbouw van de PM_{10} en $PM_{2,5}$ -concentratie wordt de massa (per kubieke meter, per sector) van de secundaire anorganische aerosolen eerst omgerekend naar het aantal deeltjes (per kubieke meter, per sector). Daarna wordt de procentuele bijdrage van de sectoren bepaald op basis van het aantal deeltjes ten opzichte van het totaal aantal deeltjes.

Deze procentuele verdelingen worden dan vermenigvuldigd met de totale massa (per kubieke meter) van het secundair anorganische aerosol waarna het primair aerosol erbij kan worden opgeteld.



Figuur 4.9 Verdeling $PM_{2,5}$ -concentratie gemiddeld voor Nederland op basis van de aerosolmassa (links) en op basis van het aantal aerosoldeeltjes (rechts) Weergegeven zijn de bijdragen van emissies uit Nederland en het buitenland van de industrie (inclusief energieopwekking, raffinaderijen en afvalverwerking), het verkeer (wegverkeer, spoor, luchtvaart, mobiele werktuigen, binnenvaart) en de landbouw. De term 'Overig' bevat de zeescheepvaart, zeezout en bijtellingen (zie Tabel 2.1).

Het verschil tussen de opbouw op basis van de massaverhouding en op basis van de molaire verhouding komt vooral tot uiting in de bijdrage van de landbouw aangezien dat de grootste bron is van het ammonium via de emissie van ammoniak (Figuur 4.9). De bijdrage van de landbouw aan de $PM_{2,5}$ -concentratie is op basis van de deeltjesverhouding

ongeveer twee keer zo groot als op basis van de massaverhouding. Als gevolg hiervan is de bijdrage van de andere sectoren iets kleiner, aangezien de totale bijdrage van het secundair anorganische aerosol in massa, voor beide verdelingen hetzelfde is. Dit werkt dus ook direct door in de effecten van een emissie beperkende maatregelen op de fijnstofconcentraties; bij de landbouw kunnen deze dus een groter effect hebben dan voorheen voorzien.

5 Grootschalige depositie en bronbijdragen

De grootschalige depositiekaarten van stikstof zoals die zijn berekend voor deze 2018-rapportage en die verschillen met de 2017-rapportage, worden hier kort weergegeven in de vorm van tabellen en figuren. De scenario's omspannen een bandbreedte die informatie geeft over de beleidsruimte en over de verschillen in economische ontwikkelingen. 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). Bij het gebruik van de kaarten moet met deze bandbreedte onzekerheden rekening worden gehouden (zie Velders et al., 2016).

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 Tabel 3.1).

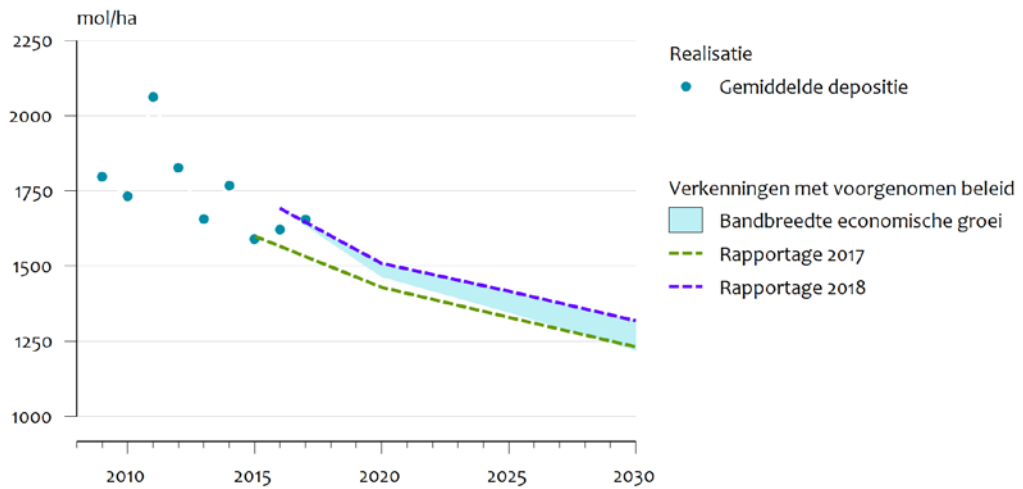
De kaarten en achterliggende data zijn te vinden op de GCN-website (<http://www.rivm.nl/gcn>). Hier worden alleen de verschillen in deposities ten opzicht van de 2017-rapportage besproken.

5.1 GDN-kaarten

5.1.1 Stikstofdepositie

De gemiddelde stikstofdepositie over Nederland (zie Figuur 5.1) daalt naar verwachting met ongeveer 45 mol ha⁻¹ per jaar van 2016 tot 2020 en met ongeveer 20 mol ha⁻¹ per jaar van 2020 tot 2030. De totale gemiddelde daling komt daarmee op 375 mol ha⁻¹ van 2016 tot 2030, hetgeen min of meer gelijk is aan de daling van die vorig jaar werd ingeschat (zie Tabel 5.1 en Figuur 5.1). De daling komt doordat de uitstoot van verkeer, scheepvaart en de landbouw daalt. In absolute zin is de depositie in de periode tot 2030 80-90 mol ha⁻¹ hoger ingeschat dan vorig jaar (Tabel 5.1). Dit is het gevolg van een hogere correctie van de depositie door het vergelijken met gemeten waarden (Tabel 2.2) hetgeen beperkt wordt gecompenseerd door verlagingen van de ammoniak emissies uit de landbouw. Lokaal zijn er naast verhogingen in depositie ook verlagingen als gevolg van wijzigingen in de emissies van stallen (Figuur 5.2).

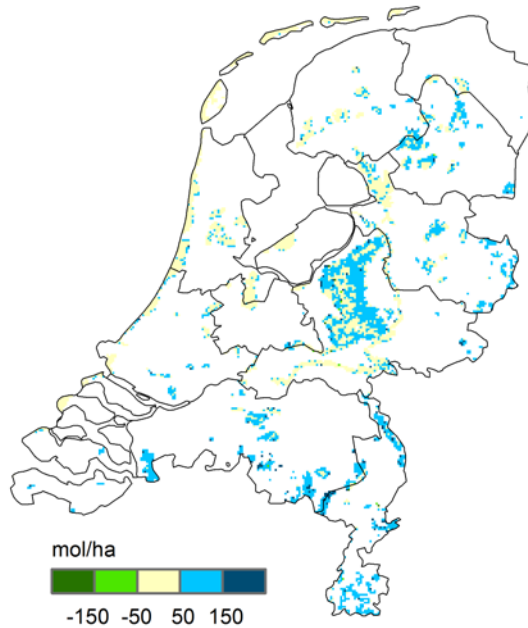
In Tabel 5.2 is weergegeven welke sectoren het meest bijdragen aan de stikstofdepositie in 2017 in Nederland gemiddeld en in de verschillende provincies. De grootste bijdragen zijn afkomstig van de landbouw.



Figuur 5.1 Ontwikkeling 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.

2020



Figuur 5.2 Verschil grootschalige stikstofdepositie voor 2020 tussen rapportage 2018 en 2017

Verschillen zijn alleen weergegeven voor Natura 2000-gebieden op land. Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in de 2017-rapportage. De kaarten zijn gebaseerd op een raming van de emissies, langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart

Tabel 5.1 Stikstofdepositie ($\text{mol ha}^{-1}\text{jaar}^{-1}$) in 2020 en verandering ten opzichte van de GCN-rapportage 2017¹

	Nederland	Groningen	Friesland	Drenthe	Overijssel	Gelderland	Utrecht
Totale depositie	1510	1340	1275	1410	1615	1690	1695
Verandering depositie	80	85	65	75	75	65	65
Nederland							
Industrie, etc.							
Verkeer	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-10
Landbouw	-45	-30	-40	-50	-75	-80	-80
Huishoudens	-5		-5	-5	-5	-5	-5
HDO/Bouw ²							
Internationale scheepvaart							
Buitenland	-5			-5	-10	-15	-5
Ammoniak uit zee	-5	-5	-5				-5
Correctie uit Tabel 2.2	145	125	120	135	175	180	170
		Noord-Holland	Zuid-Holland	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg	Flevoland
Totale depositie		1305	1445	1335	1730	1595	1355
Verandering depositie		50	145	80	130	105	65
Nederland							
Industrie, etc.							
Verkeer		-5	15		-5	-5	-5
Landbouw		-35	-20	-10	-25	-50	-
Huishoudens			-10				-
HDO/Bouw ²							-40
Internationale scheepvaart							
Buitenland			10				-
Buitenland			50	10			-5
Ammoniak uit zee		-10	-5	-5			35
Correctie uit Tabel 2.2		105	110	90	170	160	125

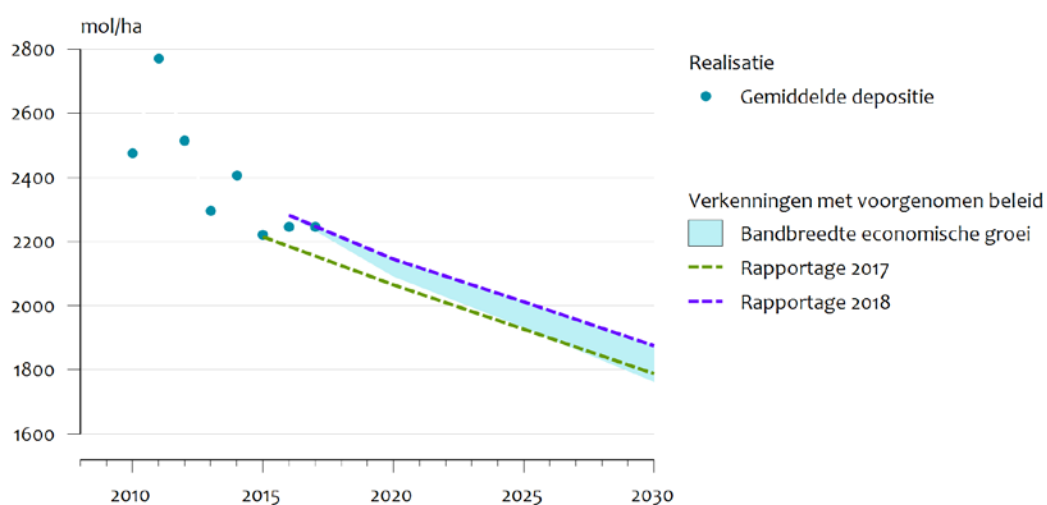
1) De veranderingen zijn gegeven voor het jaar 2020, aangezien zo de effecten van verschillen in emissies en methoden zichtbaar zijn en niet van toevallige meteorologische variaties, hetgeen voor het jaar 2015 het geval zou zijn. Om de tabel beter leesbaar te maken, zijn veranderingen kleiner dan $2,5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

2) HDO = handel, diensten en overheid

5.1.2 *Potentieel-zuurdepositie*

Veranderingen in de stikstofdepositie vertalen zich grotendeels direct door naar veranderingen in de depositie van potentieel zuur (Figuur 5.3 en Figuur 5.4).

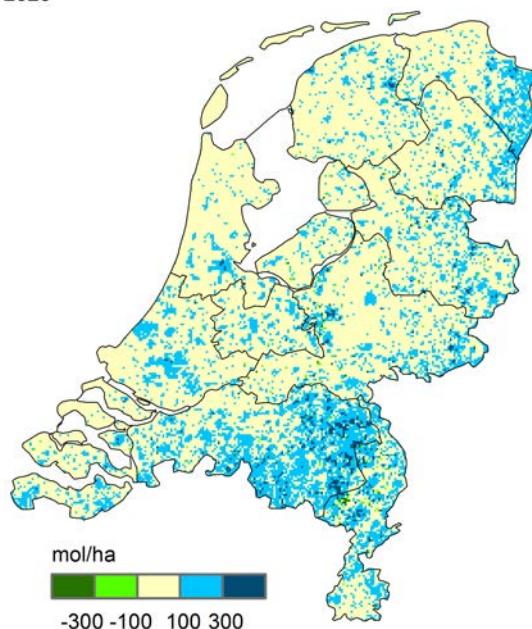
In Tabel 5.3 is weergegeven welke sectoren het meest bijdragen aan de potentieel-zuurdepositie in 2017 in Nederland gemiddeld en in de verschillende provincies. De grootste bijdragen zijn afkomstig van de landbouw.



Figuur 5.3 Ontwikkeling 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.

2020



Figuur 5.4 Verschil grootschalige depositie van potentieel zuur voor 2020 tussen rapportages 2018 en 2017

Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in de 2017-rapportage. De kaarten zijn gebaseerd op een raming van de emissies, langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart.

5.2 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 5.2 staat de opbouw van de stikstofdepositie voor Nederland gemiddeld en voor de twaalf provincies. In Tabel 5.3 staat de opbouw van de potentieel-zuurdepositie.

Tabel 5.2 Opbouw van de stikstofdepositie (mol ha⁻¹jaar⁻¹) in 2017¹

	Nederland	Groningen	Friesland	Drenthe	Overijssel	Gelderland	Utrecht
Industrie	20	15	10	15	15	20	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	105	55	50	75	100	140	200
Overig verkeer	40	25	25	30	40	55	70
Landbouw	765	780	765	815	980	955	875
Huishoudens	110	75	60	90	95	120	180
HDO ² /Bouw	10	5	5	5	10	15	20
Internationale scheepvaart	70	60	65	60	55	60	75
Buitenland	520	445	310	500	565	575	425
Ammoniak uit zee	45	50	80	25	20	20	30
Correctiekaart	-45	-35	-30	-40	-60	-60	-60
Totaal	1655	1485	1355	1585	1830	1910	1860
		Noord- Holland	Zuid- Holland	Zeeland	Noord- Brabant	Limburg	Flevoland
Industrie		20	25	35	25	35	15
Raffinaderijen		5	5	<5	5	<5	5
Energiesector		5	10	5	5	5	10
Afvalverwerking		5	5	<5	5	5	5
Wegverkeer		125	140	35	115	95	110
Overig verkeer		45	55	25	40	30	50
Landbouw		485	495	405	860	705	715
Huishoudens		155	180	50	110	105	95
HDO ² /Bouw		15	15	5	10	10	10
Internationale scheepvaart		90	100	90	65	40	75
Buitenland		355	435	655	675	775	380
Ammoniak uit zee		100	85	100	25	10	35
Correctiekaart		-25	-30	-25	-60	-50	-30
Totaal		1385	1530	1385	1880	1760	1475

1) De getallen zijn afgerond op het dichtstbijzijnde vijftal.

2) HDO = handel, diensten en overheid.

Tabel 5.3 Opbouw van de potentieel-zuurdepositie (mol ha⁻¹jaar⁻¹) in 2017¹

	Nederland	Groningen	Friesland	Drenthe	Overijssel	Gelderland	Utrecht
Industrie	40	25	25	25	30	45	60
Raffinaderijen	30	10	10	10	15	25	55
Energiesector	20	10	10	15	15	25	25
Afvalverwerking	5	5	5	5	10	10	10
Wegverkeer	105	60	50	75	100	140	200
Overig verkeer	40	25	25	30	40	55	70
Landbouw	765	780	765	815	985	955	880
Huishoudens	110	75	65	90	95	125	180
HDO ² /Bouw	10	5	5	5	10	15	20
Internationale scheepvaart	80	65	75	65	60	70	90
Buitenland	650	510	375	585	685	720	545
Ammoniak uit zee	45	50	80	25	20	20	30
Correctiekaart	335	345	350	340	320	320	325
Totaal	2245	1970	1845	2095	2385	2520	2490
	Noord- Holland	Zuid- Holland	Zeeland	Noord- Brabant	Limburg	Flevolan d	
Industrie	65	65	45	45	55	40	
Raffinaderijen	35	100	25	30	10	30	
Energiesector	20	25	10	20	10	20	
Afvalverwerking	10	10	<5	5	5	10	
Wegverkeer	130	145	35	120	95	110	
Overig verkeer	50	60	25	40	30	50	
Landbouw	485	495	405	865	710	720	
Huishoudens	160	185	50	115	105	95	
HDO ² /Bouw	15	20	5	10	10	10	
Internationale scheepvaart	110	130	115	75	50	85	
Buitenland	435	560	820	890	1005	470	
Ammoniak uit zee	100	85	100	25	10	35	
Correctiekaart	355	350	355	320	330	350	
Totaal	1965	2220	1990	2555	2420	2020	

1) De getallen zijn afgerond op het dichtstbijzijnde vijftal.

2) HDO = handel, diensten en overheid.

Literatuur

- Boulter, P.G. en T. Barlow (2002), 'Road traffic characteristics, driving patterns and emission factors for congested situations', TRL, Wokingham; Delft: TNO.
- Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2018 in voorbereiding). 'Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016. Berekeningen met het model NEMA'. Wageningen: WOT Natuur & Milieu, WOT-technical report.
- Sutton, M.A., U. Dragosits, C. Geels, S. Gyldenkaerne, T.H. Misselbrook & W. Bussink (2015), 'Review on the scientific underpinning of calculation of ammonia emission and deposition in the Netherlands', <https://library.wur.nl/WebQuery/titel/2100067>.
- Buijsman, E. (2008), 'De bijdrage van niet-gemodelleerde bronnen aan de verzurende en vermestende depositie', PBL-rapport 550039001, Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- CEIP (2017), 'UNECE/CEIP, WebDab emission database', www.ceip.at geraadpleegd in december 2017.
- Drissen, E. (2016), Demografie en Economie in de Nationale Energieverkenning 2015, PBL-rapport 2395, Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- 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.
- Geilenkirchen, G.P., M. 't Hoen & M. Traa (2017), 'Verkeer en vervoer in de Nationale Energieverkenning 2016', PBL-rapport 2822, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Heijne, V., G. Kadijk, N. Ligterink, P. van der Mark, J. Spreen & U. Stelwagen, (2016) NO_x emissions of fifteen Euro 6 diesel cars: Results of the Dutch LD road vehicle emission testing programme 2016, TNO-rapport 2016 R11177, Delft: TNO.
- Heijne, V.A.M., N.E. Ligterink (2018), 'Emissions of six petrol vehicles with high mileages', TNO rapport R11678, Den Haag: TNO.
- Hoogerbrugge, R., P.L. Nguyen, J.Wesseling, M. Schaap, R.J. Wichink Kruit, V. Kamphuis, A.M.M. Manders, E.P. Weijers (2012), 'Assessment of the level of sea salt in PM10 in the Netherlands: Yearly average and exceedance days', 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.
- Kadijk, K., R. Vermeulen, E. Buskermolen, M. Elstgeest, D. van Heesen, V. Heijne, N. Ligterink, P. van der Mark, (2017), 'NO_x emissions of eighteen diesel Light Commercial Vehicles: Results of the Dutch Light-Duty road vehicle emission testing programme 2017', TNO rapport R11437, Den Haag: TNO.

- Kadijk, K., M. Elstgeest, N. Ligterink, P. van der Mark (2018), 'Emissions of six petrol vehicles with high mileages', TNO rapport R10657, Den Haag: TNO.
- Ligterink, N.E. (2017), 'The fleet composition on the Dutch roads relevant for vehicle emissions', TNO-rapport 2017 R10517, Utrecht: TNO.
- 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.
- 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.M. ten Brink (2007), 'PM_{2.5} in the Netherlands, Consequences of new European air quality standards', MNP-rapport 500099001, Bilthoven: Milieu- en Natuurplanbureau.
- PBL (2018, in prep.), 'Voorlopige titel: Actualisatie emissiefactoren', 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>
- Schoots, K., P. Hammingh (2015), 'Nationale energieverkenning 2015', ECN-rapport nr. ECN-O—15-033, Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.
- 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.
- Smeets, W., G. Geilenkirchen, P. Hammingh, D. Nijdam, S. van der Sluis & K. Peek (2017), 'Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen Nederland. Rapportage 2017', Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Spreen, J.S., G. Kadijk, R.J. Vermeulen, V.A.M. Heijne, N.E. Ligterink, U. Stelwagen, R.T.M. Smokers, P.J. van Mark, G. Geilenkirchen (2016), 'Assessment of road vehicle emissions: methodology of the Dutch in-service testing programmes', TNO-rapport 2016 R11178, Delft: TNO.
- Velders, G.J.M., J.M.M. Aben, B.A. G.P. Geilenkirchen, H.A. den Hollander, E. van der Swaluw, W.J. de Vries, M.C. van Zanten (2016), 'Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2016', RIVM-rapport 2016-0068, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Velders, G.J.M., J.M.M. Aben, B.A. G.P. Geilenkirchen, H.A. den Hollander, L. Nguyen, E. van der Swaluw, W.J. de Vries, R.J. Wichink Kruit (2017), 'Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2017', RIVM-rapport 2017-0117, 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 2016 zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen voor de kaarten van 2017

	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NH ₃
2016					
Industrie	24,6	6,8	2,9	8,4	1,6
Raffinaderijen	5,0	0,2	0,2	11,2	0,0
Energiesector	18,5	0,2	0,2	5,9	0,0
Afvalverwerking	3,8	0,1	0,1	1,1	0,3
Verkeer	130,6	7,0	4,6	0,5	4,7
Landbouw	13,8	6,4	0,6	0,1	110,0
Huishoudens	7,9	3,3	3,1	0,4	10,6
HDO en bouw	7,6	2,0	0,5	0,1	0,5
Zeescheepvaart	110,8	3,2	3,1	6,1	0,0
Totaal ¹	211,8	26,0	12,2	27,8	127,8

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 2017	Huidige ramingen		
	Beleid boven- raming	Beleid onder- raming	Beleid referentie- raming	Beleid boven- raming = GCN=GDN
2020				
Industrie	27,3	25,3	26,4	27,3
Raffinaderijen	5,9	5,5	5,7	5,9
Energiesector	20,5	19,1	19,9	20,5
Afvalverwerking	3,4	3,2	3,3	3,4
Verkeer	99,4	87,4	90,0	92,7
Landbouw	7,0	6,8	7,0	7,0
Huishoudens	7,9	7,4	7,7	7,9
HDO en bouw	5,3	4,9	5,1	5,3
Zeescheepvaart	112,6	105,6	109,1	112,6
Totaal¹			165,0	
2025				
Industrie	28,0	25,1	26,6	28,0
Raffinaderijen	5,0	4,5	4,7	5,0
Energiesector	21,2	19,0	20,1	21,2
Afvalverwerking	3,8	3,4	3,6	3,8
Verkeer	80,9	66,5	70,2	74,3
Landbouw	6,9	6,7	6,9	6,9
Huishoudens	7,4	6,6	7,0	7,4
HDO en bouw	5,0	4,5	4,8	5,0
Zeescheepvaart	100,6	88,5	94,3	100,6
Totaal¹			143,9	
2030				
Industrie	28,5	24,5	26,5	28,5
Raffinaderijen	4,5	3,8	4,2	4,5
Energiesector	20,0	17,2	18,6	20,0
Afvalverwerking	3,8	3,3	3,6	3,8
Verkeer	62,5	45,6	50,4	55,9
Landbouw	6,4	6,1	6,3	6,4
Huishoudens	7,4	6,3	6,8	7,4
HDO en bouw	4,9	4,2	4,5	4,9
Zeescheepvaart	88,6	71,4	79,5	88,6
Totaal¹			120,9	

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 2017		Huidige ramingen		
	Beleid boven-raming	Beleid onder-raming	Beleid referentie-raming	Beleid boven-raming = GCN=GDN	
2020					
Industrie	7,3	6,9	7,1		7,3
Raffinaderijen	0,3	0,2	0,2		0,3
Energiesector	0,2	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	6,1	6,1	6,1		6,1
Huishoudens	3,1	3,0	3,1		3,1
HDO en bouw	2,3	2,1	2,2		2,3
Zeescheepvaart	3,1	2,9	3,0		3,1
Totaal ¹			24,4		
2025					
Industrie	7,9	6,9	7,4		7,9
Raffinaderijen	0,3	0,2	0,3		0,3
Energiesector	0,2	0,2	0,2		0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1		0,1
Verkeer	5,2	4,6	4,9		5,2
Landbouw	5,8	5,7	5,8		5,8
Huishoudens	3,2	2,9	3,0		3,2
HDO en bouw	2,5	2,1	2,3		2,5
Zeescheepvaart	3,2	2,8	3,0		3,2
Totaal ¹			24,0		
2030					
Industrie	8,4	6,9	7,7		8,4
Raffinaderijen	0,3	0,2	0,3		0,3
Energiesector	0,2	0,2	0,2		0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1		0,1
Verkeer	4,8	4,0	4,4		4,8
Landbouw	5,4	5,4	5,4		5,4
Huishoudens	3,2	2,8	3,0		3,2
HDO en bouw	2,6	2,0	2,4		2,6
Zeescheepvaart	3,3	2,7	3,0		3,3
Totaal ¹			23,4		

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

	Oude raming van 2017	Huidige ramingen		
	Beleid boven- raming	Beleid onder- raming	Beleid referentie- raming	Beleid boven- raming = GCN=GDN
2020				
Industrie	3,2	3,0	3,1	3,1
Raffinaderijen	0,2	0,2	0,2	0,2
Energiesector	0,2	0,2	0,2	0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	3,2	2,9	3,0	3,1
Landbouw	0,6	0,6	0,6	0,6
Huishoudens	3,0	2,9	3,0	3,0
HDO en bouw	0,6	0,5	0,6	0,6
Zeescheepvaart	2,9	2,7	2,8	2,9
Totaal ¹			10,6	
2025				
Industrie	3,5	3,0	3,2	3,4
Raffinaderijen	0,2	0,2	0,2	0,2
Energiesector	0,2	0,2	0,2	0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	2,7	2,3	2,4	2,6
Landbouw	0,6	0,6	0,6	0,6
Huishoudens	3,1	2,8	2,9	3,0
HDO en bouw	0,6	0,5	0,6	0,6
Zeescheepvaart	3,0	2,6	2,8	3,0
Totaal ¹			10,1	
2030				
Industrie	3,7	2,9	3,3	3,6
Raffinaderijen	0,2	0,2	0,2	0,2
Energiesector	0,2	0,2	0,2	0,2
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	2,2	1,7	1,9	2,1
Landbouw	0,5	0,5	0,5	0,5
Huishoudens	3,1	2,7	2,9	3,0
HDO en bouw	0,7	0,5	0,6	0,7
Zeescheepvaart	3,1	2,5	2,8	3,1
Totaal ¹			9,6	

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 2017		Huidige ramingen	
	Beleid boven-raming	Beleid onder-raming	Beleid referentie-raming	Beleid boven-raming = GCN=GDN
2020				
Industrie	11,1	9,5	10,3	11,1
Raffinaderijen	13,7	11,9	12,8	13,7
Energiesector	6,1	5,1	5,6	6,1
Afvalverwerking	0,3	0,3	0,3	0,3
Verkeer	0,4	0,4	0,5	0,5
Landbouw	0,2	0,2	0,2	0,2
Huishoudens	0,4	0,4	0,4	0,4
HDO en bouw	0,2	0,2	0,2	0,2
Zeescheepvaart	3,6	3,4	3,5	3,6
Totaal¹			30,2	
2025				
Industrie	11,7	10,0	10,9	11,7
Raffinaderijen	13,1	10,8	12,0	13,1
Energiesector	6,5	5,4	5,9	6,5
Afvalverwerking	0,3	0,3	0,3	0,3
Verkeer	0,5	0,4	0,5	0,5
Landbouw	0,2	0,2	0,2	0,2
Huishoudens	0,4	0,4	0,4	0,4
HDO en bouw	0,2	0,2	0,2	0,2
Zeescheepvaart	3,9	3,3	3,6	3,9
Totaal¹			30,3	
2030				
Industrie	12,3	10,6	11,5	12,3
Raffinaderijen	12,7	9,9	11,4	12,7
Energiesector	6,6	5,5	6,0	6,6
Afvalverwerking	0,3	0,3	0,3	0,3
Verkeer	0,5	0,5	0,5	0,6
Landbouw	0,3	0,2	0,2	0,3
Huishoudens	0,4	0,4	0,4	0,4
HDO en bouw	0,2	0,1	0,2	0,2
Zeescheepvaart	4,1	3,3	3,7	4,1
Totaal¹			30,5	

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

	Oude raming van 2017		Huidige ramingen	
	Beleid bovenraming	Beleid onder-raming	Beleid referentie-raming	Beleid boven-raming = GCN=GDN
2020				
Industrie	1,6	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	3,8	3,6	3,7	3,8
Landbouw	101,1	95,4	97,9	98,5
Huishoudens	11,6	10,3	11,1	11,6
HDO en bouw	0,6	0,5	0,5	0,6
Zeescheepvaart	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal¹			115,1	
2025				
Industrie	1,8	1,4	1,6	1,8
Raffinaderijen	0,0	0,0	0,0	0,0
Energiesector	0,0	0,0	0,0	0,0
Afvalverwerking	0,4	0,3	0,3	0,4
Verkeer	3,9	3,5	3,7	3,9
Landbouw	97,4	91,9	94,3	95,4
Huishoudens	12,3	9,8	11,2	12,3
HDO en bouw	0,6	0,5	0,5	0,6
Zeescheepvaart	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal¹			111,8	
2030				
Industrie	1,9	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	0,4	0,3	0,4	0,4
Verkeer	4,1	3,4	3,7	4,1
Landbouw	93,9	87,2	89,3	91,8
Huishoudens	13,2	9,2	11,3	13,2
HDO en bouw	0,6	0,4	0,5	0,6
Zeescheepvaart	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal¹			106,9	

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. 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 2016 (voor 2015, 2020 en 2030). De ramingen van de verkeerssamenstelling uit de NEV 2016 worden beschreven in Geilenkirchen et al. (2016, 2017).

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 Waterstaat (IenW). 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 aangeduid als de SRM-emissiefactoren.

Deze bijlage bevat de SRM-emissiefactoren 2018, zoals die op 14 mei 2018 zijn gepubliceerd door het RIVM en IenW (zie PBL (2018) voor een gedetailleerde beschrijving). Op 15 maart 2018 zijn ook al emissiefactoren beschikbaar gesteld, maar die bleken incorrecte waarden te bevatten voor de periode tot 2020. De aanpak van de emissiemetingen en de verwerking daarvan tot de SRM-emissiefactoren is beschreven in Spreen et al. (2016). Net als vorig jaar zijn er dit jaar emissiefactoren vastgesteld voor stikstofdioxide (NO_x), stikstofdioxide (NO_2), fijn stof (PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$) en elementair koolstof (EC). Tevens zijn emissiefactoren vastgesteld voor ammoniak (NH_3) voor gebruik bij de Programmatische aanpak Stikstof (PAS).

De SRM1-emissiefactoren van wegverkeer worden gepresenteerd in Tabel B2.1. De SRM2-emissiefactoren van wegverkeer voor snelwegen

worden gepresenteerd in Tabel B2.2. De emissiefactoren kunnen ook worden gedownload via www.rivm.nl/gcn.

Tabel B2.1 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)																
2014	0,57	0,38	0,38	0,32	12,58	7,93	4,98	4,47	15,92	10,15	6,62	5,31	7,94	4,96	3,56	2,91
2017	0,46	0,31	0,31	0,27	8,60	5,45	3,44	3,26	10,39	6,70	4,39	3,48	5,28	3,30	2,37	1,95
2020	0,36	0,25	0,23	0,22	4,62	2,96	1,91	2,06	4,86	3,25	2,16	1,65	2,62	1,64	1,17	1,00
2030	0,15	0,11	0,11	0,09	1,77	1,17	0,82	0,73	1,83	1,36	0,95	0,75	0,48	0,30	0,21	0,26
Fractie direct uitgestoten hoeveelheid NO₂																
2014	24%	24%	23%	30%	6%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	12%	12%	12%	11%
2017	26%	26%	24%	32%	6%	5%	6%	6%	6%	6%	6%	7%	13%	13%	13%	12%
2020	28%	29%	27%	36%	7%	6%	7%	7%	10%	10%	9%	10%	16%	16%	16%	16%
2030	25%	26%	22%	33%	8%	9%	12%	14%	23%	21%	19%	19%	34%	34%	34%	31%
PM₁₀ verbranding + slijtage naar lucht (g/km)⁵																
2014	0,044	0,039	0,040	0,022	0,248	0,193	0,167	0,113	0,237	0,205	0,172	0,155	0,237	0,164	0,132	0,119
2017	0,038	0,035	0,035	0,019	0,213	0,174	0,155	0,100	0,230	0,182	0,159	0,099	0,188	0,142	0,122	0,097
2020	0,033	0,031	0,031	0,017	0,179	0,155	0,143	0,088	0,187	0,159	0,145	0,084	0,140	0,121	0,113	0,074
2030	0,028	0,028	0,028	0,015	0,163	0,146	0,138	0,079	0,166	0,146	0,137	0,077	0,099	0,099	0,099	0,056

	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
PM_{2,5} verbranding + slijtage naar lucht (g/km)																
2014	0,022	0,018	0,018	0,011	0,146	0,091	0,065	0,057	0,179	0,111	0,078	0,064	0,160	0,087	0,054	0,077
2017	0,017	0,014	0,014	0,008	0,112	0,072	0,053	0,045	0,134	0,085	0,062	0,048	0,111	0,065	0,045	0,054
2020	0,011	0,010	0,010	0,006	0,077	0,053	0,041	0,032	0,088	0,060	0,046	0,033	0,062	0,043	0,035	0,032
2030	0,008	0,007	0,008	0,004	0,061	0,044	0,036	0,023	0,068	0,048	0,038	0,026	0,022	0,021	0,021	0,014
EC (g/km)																
2014	0,012	0,008	0,008	0,006	0,048	0,043	0,041	0,025	0,059	0,050	0,046	0,028	0,049	0,045	0,043	0,046
2017	0,008	0,006	0,005	0,004	0,032	0,029	0,027	0,018	0,038	0,032	0,029	0,017	0,033	0,030	0,029	0,029
2020	0,004	0,003	0,003	0,002	0,017	0,015	0,013	0,010	0,017	0,013	0,011	0,007	0,016	0,015	0,015	0,013
2030	0,002	0,001	0,001	0,001	0,009	0,007	0,006	0,003	0,008	0,006	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
NH₃ (g/km) voor gebruik bij de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS)																
2014	0,030	0,030	0,030	0,027	0,011	0,011	0,011	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013	0,013	0,013
2017	0,025	0,025	0,025	0,023	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
2020	0,019	0,019	0,019	0,020	0,006	0,006	0,006	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
2030	0,009	0,009	0,009	0,018	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,001	0,001	0,001	0,002

- 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-ritcyclus): 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 B2.2 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)										
2014	0,49	0,26	0,28	0,33	0,42	0,48	6,83	3,48	8,78	3,66
2017	0,41	0,21	0,24	0,27	0,34	0,39	4,82	2,49	5,76	2,43
2020	0,32	0,16	0,20	0,21	0,27	0,30	2,82	1,49	2,74	1,21
2030	0,12	0,07	0,09	0,09	0,10	0,11	0,82	0,59	1,12	0,64
Fractie direct uitgestoten hoeveelheid NO₂										
2014	30%	28%	29%	30%	31%	31%	7%	8%	5%	7%
2017	33%	32%	29%	34%	33%	33%	7%	9%	6%	9%
2020	36%	38%	28%	39%	36%	36%	7%	11%	10%	13%
2030	32%	28%	21%	31%	30%	30%	12%	18%	21%	18%
PM₁₀ (g/km)										
2014	0,037	0,024	0,025	0,026	0,027	0,028	0,201	0,104	0,205	0,099
2017	0,034	0,021	0,022	0,023	0,024	0,024	0,177	0,097	0,185	0,091
2020	0,031	0,019	0,019	0,020	0,020	0,020	0,153	0,090	0,165	0,083
2030	0,028	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,125	0,081	0,157	0,079

	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
PM_{2,5} (g/km)										
2014	0,016	0,012	0,013	0,015	0,016	0,016	0,106	0,043	0,112	0,042
2017	0,012	0,009	0,010	0,011	0,012	0,012	0,083	0,037	0,092	0,034
2020	0,009	0,007	0,007	0,008	0,008	0,008	0,060	0,030	0,072	0,026
2030	0,007	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,037	0,023	0,064	0,022
EC (g/km)										
2014	0,013	0,007	0,008	0,008	0,009	0,010	0,027	0,018	0,027	0,015
2017	0,009	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,019	0,013	0,018	0,009
2020	0,004	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,012	0,008	0,008	0,004
2030	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,003	0,004	0,002
NH₃ (g/km) voor gebruik bij de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS)										
2014	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,012	0,012	0,012	0,012
2017	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,009	0,009	0,009	0,009
2020	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,007	0,007	0,005	0,005
2030	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,003	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.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag